

В.С. ШАРФМАН

палеовулканонологические
КАРТЫ



В. С. ШАРФМАН

ПАЛЕОВУЛКАНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ

(составление карт и легенд к ним)

4659



МОСКВА «НЕДРА» 1984 г.



Шарфман В. С. Палеовулканологические карты (составление карт и легенд к ним).— М.: Недра, 1984. 56 с.

Даны методические рекомендации по составлению палеовулканологических карт: обзорных, мелко-, средне- и крупномасштабных, приводятся унифицированные легенды к этим картам. Рассматривается в разных аспектах содержание основных сведений и данных, которые должны быть положены в основу составления палеовулканологических карт. Отражение этих сведений рекомендуется осуществлять с учетом степени их достоверности, специфики проявления вулканизма в разных регионах, масштаба исследований и карт.

Для геологов и палеовулканологов, занимающихся проблемами древнего вулканизма и составлением геологических, геолого-палеовулканологических и палеовулканологических карт.

Табл. 3, прил. 3, список лит.— 39 назв.

Рецензент — *В. В. Ярмолюк*, канд. геол.-минер. наук (Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, ИГЕМ АН СССР)

ПРЕДИСЛОВИЕ

В книге сформулированы основные принципы, которые можно положить в основу составления палеовулканологических карт разного масштаба, и предложена унифицированная легенда, учитывающая опыт региональных и детальных исследований в Уральском регионе, а также рекомендации специалистов, проводивших исследования в других регионах, относящихся к стабильным областям и подвижным поясам. При разработке основных положений по составлению палеовулканологических карт и легенд к ним были учтены методические указания, приведенные в инструкциях, методических руководствах и основных требованиях по организации, производству и проведению геологосъемочных работ разного масштаба и подготовке к изданию геологических карт [3, 4, 5, 21, 26, 27, 28], в инструкции по геологической съемке вулканогенных образований [22] и других работах, посвященных вопросам методики изучения вулканогенных пород, фаций и формаций.

При подготовке данной книги автор учел ряд ценных замечаний и рекомендаций сотрудников ВСЕГЕИ В. В. Донских, В. Н. Зелепугина, А. С. Остроумовой, В. К. Ротмана, Л. Н. Шарпенко, Н. А. Румянцевой и В. Л. Масайтиса на заседании методической группы (1980—1982 гг.) редакционной коллегии серии карт «Древние вулканические области СССР и их минерагения», созданной на основе решений III Всесоюзного палеовулканологического симпозиума, а также рекомендаций, высказанных участниками заседания МОИП (март 1980 г.) при обсуждении вопросов, связанных с методикой составления палеовулканологических карт и унифицированных легенд к этим картам.

При работе над монографией автор пользовался советами своих коллег по кафедре петрографии МГУ Р. И. Костиной, А. Ф. Морозова, Т. И. Фроловой, а также материалами Е. С. Контаря, В. А. Коротева, Е. М. Крестина, Г. Ф. Червяковского, А. П. Светова и др., любезно приславших свои геологопалеовулканологические и палеовулканологические карты, схемы и легенды к ним, а также пожелания и рекомендации по их составлению. Всем перечисленным товарищам автор выражает свою искреннюю признательность. По мере приобретения опыта по составлению палеовулканологических карт в изложенные в работе положения могут быть внесены дополнения и изменения.

ПРИНЦИПЫ СОСТАВЛЕНИЯ ПАЛЕОВУЛКАНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ И ЛЕГЕНД

Одним из наиболее сложных является вопрос о том, какую нагрузку должна нести палеовулканологическая карта. С этим связаны основные методические аспекты разработки рекомендаций по составлению палеовулканологических карт и унифицированных легенд к ним. Автор убежден, что независимо от целевых назначений, детальности исследований и масштабов палеовулканологических карт в легендах и на картах должны найти отражение главные положения*. Это 1) хронологические рубежи, 2) формационно-фациальные данные, 3) литолого-петрографические особенности, 4) палеовулканологические реконструкции, 5) палеогеографические условия вулканизма, 6) палеотектонические сведения, 7) данные о глубинном строении, 8) количественная оценка древнего вулканизма, 9) характеристика интрузивных образований и 10) сведения о металлогении и проявлениях полезных ископаемых.

Эти положения рассматриваются автором в качестве обязательных, отражение которых в легендах и на палеовулканологических картах должно осуществляться с учетом 1) достоверности (достоверные и предполагаемые данные); 2) специфики проявления вулканизма в тех или иных регионах или структурно-фациальных зонах и, что особенно важно, 3) масштаба карт. Последний фактор накладывает особый отпечаток на характер легенд и карт, так как известно, что чем крупнее масштаб палеовулканологической карты, тем больше информации она способна нести по деталям строения отдельных участков, тогда как мелкомасштабные и обзорные карты аналогичную нагрузку не могут вместить. В то же время в последних может содержаться информация о региональных и глобальных закономерностях проявления вулканизма, которую невозможно получить при анализе крупномасштабных карт.

Учитывая невозможность однозначного отображения одной и той же информации на картах разного масштаба, а также то, что карты должны одновременно обладать максимальной наглядностью и информативностью, целесообразно в качестве типовых стандартов иметь четыре легенды, которые удовлетворяли бы, как уже говорилось, обзорным, мелко-, средне- и крупномасштабным картам. Возможное содержание легенд к этим картам приведено в приложении I.

* Необходимо отметить, что не все исследователи трактуют однозначно эти положения. Им отводится разная роль при составлении легенд и карт, что, в частности, нашло отражение в докладах III Всесоюзного палеовулканологического симпозиума.

ВЫБОР ХРОНОЛОГИЧЕСКИХ РУБЕЖЕЙ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ КАРТ

Палеовулканологические карты, в отличие от геологических, составляются для определенных хронологических рубежей (срезов), отвечающих естественным или условным стратиграфическим границам и соответствующих определенным этапам тектоно-магматического развития регионов. Они должны отражать суммарный эффект определенного конкретного этапа вулканизма и фиксировать палеогеографическую обстановку проявления вулканической деятельности на конец этапа с учетом ее изменения в течение хронологического рубежа.

При составлении обзорных и мелкомасштабных карт, охватывающих несколько регионов с различной историей развития и вулканизма, возникает проблема выбора временных границ этапов, для которых могут быть составлены карты, поскольку этапы тектоно-магматического развития в разных регионах часто не совпадают. В этом случае к выбору хронологических рубежей приходится подходить с некоторой долей формальности и составлять мелкомасштабные карты для интервалов времени, отвечающих более крупным стадиям или циклам тектоно-магматического развития территорий или частям этих циклов или прибегать к формальному выбору интервалов (срезов), отвечающих времени формирования систем и отделов международной стратиграфической шкалы.

При выборе хронологических рубежей для карт, охватывающих небольшие по размерам территории и относящихся к категории среднемасштабных и крупномасштабных, чаще всего приходится ориентироваться на временные границы свит, формаций или их частей, когда эти границы подчеркивают определенные этапы эволюции вулканизма. Следует подчеркнуть, что на одном листе крупномасштабной карты можно отразить одновременно и два этапа вулканизма. Для этого используется особый технический прием (см. «Оформление карт»).

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ К НАНЕСЕНИЮ НА ПАЛЕОВУЛКАНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ

После выбора этапов (срезов), для которых планируется составление карт, встает вопрос о том, на какой принципиальной основе должны составляться эти карты, какая нагрузка является основной, а какая вспомогательной или дополнительной, что определяет методику составления легенд и накладывает отпечаток на характер информативности карт. Хотя роль различных нагрузок в зависимости от масштаба карт не может оставаться постоянной и, естественно, должна изменяться, нам представляется, что легенды ко всем палеовулканологическим картам должны составляться по единому принципу и карты разного масштаба должны строиться в единой строгой последовательности отражения основной и дополнительной нагрузки. Изменения в характере нагрузок будут

сводиться к различной степени детализации палеовулканологических данных или, наоборот, генерализации тех или иных положений, что должно сказаться на методах отображения информации (цвет, оттенок, характер крапа и т. д.). К основной нагрузке могут быть отнесены формационно-фациальные, литолого-петрографические данные, сведения о палеовулканологических формах и реконструкциях, палеогеографические и палеотектонические. Все остальные виды нагрузок (сведения о глубинном строении, металлогении и полезных ископаемых, количественные данные и др.) следует отнести к категории вспомогательных. Среди основных видов нагрузки формационная является самой главной; затем следует фациальная, литолого-петрографическая и нагрузка, раскрывающая формы вулканизма и вулканических построек. Палеогеографическую и палеотектоническую виды нагрузок можно назвать фоновыми. Они раскрывают ту основу, тот фон, который определяет региональные особенности проявления вулканизма.

Формационные данные

Формационная основа выступает в качестве одной из главных составляющих палеовулканологических карт, которые в зависимости от своего масштаба должны отражать внутреннее строение отдельных конкретных формаций или их частей (на крупно- и среднemasштабных картах), а в случае охвата больших территорий (на обзорных и мелкомасштабных картах) — строение и содержание как отдельных формаций, так и их групп, характеризующих конкретные тектоно-магматические этапы развития регионов.

По мнению автора, под вулканогенной формацией следует понимать закономерное естественное парагенетическое сообщество пород, возникшее в определенный этап историко-геологического, тектонического развития региона, связанное местом и определенным временем своего образования. Вулканыты, входящие в формацию, могут принадлежать к единой магматической серии, будучи связаны между собой единым генезисом, но могут иметь место и иные соотношения; формации могут быть и бисериальными. Одним из примеров служат контрастные базальт-риолитовые формации геосинклиналей, кислые и основные члены которых представляют генетически разные группы, принадлежащие к разным сериям. Сериальность породной ассоциации устанавливается при ее картировании и комплексном изучении, главным образом, на основе петрологических и геохимических исследований.

В более широкой формулировке геологов ВСЕГЕИ конкретная магматическая вулканическая формация рассматривается как «Ассоциация изверженных пород и их производных, слагающих отдельные тела и их совокупности, проявляющаяся в фиксированном геологическом пространстве и времени, обладающая определенными особенностями состава, строения и соотношения с окружающей средой, указывающей на общность процессов образования

этой ассоциации». При этом в монографии [15] геологи ВСЕГЕИ конкретные формации именуют магматическими комплексами, а совокупности однотипных комплексов — магматическими формациями. При составлении палеовулканологических карт конкретные ассоциации вулканических пород удобнее выделять под наименованием «формация», а термин «комплекс» использовать как термин свободного пользования. Совокупности однотипных формаций в работе рассматриваются под рубрикой «формационный тип», что является абстрактным понятием, включающим в себя общие основные черты конкретных формаций, тогда как конкретная формация представляет собой геологическое тело, установленное в процессе геологического картирования. В приведенной унифицированной легенде (см. прилож. I,1) показан принцип отображения формационных типов, но на картах по такому же принципу должны отображаться конкретные формации данного формационного типа, т. е. конкретные ассоциации вулканогенных или вулканогенно-осадочных образований, сформировавшиеся в определенных структурах в течение определенного временного этапа.

Формации выделяются в процессе геологического картирования или на базе картирования при специальных тематических работах с проведением формационного анализа. Поскольку вулканические формации являются частным случаем геологических формаций, то их границы и объемы устанавливаются по признакам, отражающим существенные геологические, петрографические и фациальные особенности породных ассоциаций. Они устанавливаются с учетом условий их образования и специфики взаимоотношений с окружающими ассоциациями. Поскольку формации в крупном плане можно рассматривать как геологическое тело, ее границы по вертикали могут быть установлены по резкой смене вещественного состава продуктов вулканизма, наличию перерывов и несогласий. По латерали границы формации могут фиксироваться по резкой смене вулканогенных фаций и изменению их вещественного состава. Так как характерные особенности формаций в той или иной мере предопределяются спецификой геологического и, в частности, тектоно-магматического развития регионов, границы вулканогенных формаций нередко совпадают с границами свит, поскольку последние в основном выделяются по тем же признакам. Следует, однако, учитывать, что по латерали одна свита иногда может вмещать несколько формаций с наборами пород, различающихся по литолого-петрографическим, петрохимическим данным, объемными и пространственными соотношениями их между собой, степени однородности, направленности изменения состава вулканитов во времени и другим признакам. Однако, при проведении фациального анализа и выделении формаций не следует стремиться выделить как можно большее количество конкретных формаций, используя дискретность лишь отдельных признаков, выявленных в той или иной породной ассоциации, учитывая, что появление формации — явление не связанное с узко локальными тектоно-магматическими процессами.

При отражении формации на палеовулканологических картах возникают вопросы, связанные с их типизацией и классификацией. Наиболее подробно эти вопросы рассмотрены в трудах Ю. А. Кузнецова [11] и Е. К. Устиева [35]. Предложения этих исследователей по классификации формаций были использованы при составлении карты магматических формаций СССР, составленной сотрудниками ВСЕГЕИ под редакцией Д. С. Харкевича [7]. Вопросы классификации формаций особенно подробно рассмотрены в последней работе ВСЕГЕИ [15] и в книге Н. Ф. Шинкарева [39]. Формации, как показывает опыт их изучения и составления карт магматических формаций, можно классифицировать по разным признакам и соответственно по разному их называть. Как подчеркивает Т. И. Фролова, признаки, на которых могут быть основаны классификации формаций, должны определяться целью исследований. Поскольку речь идет о составлении палеовулканологических карт, формации на них следует в первую очередь разграничивать по вещественному составу преобладающих главных групп вулканитов или по типичным представителям пород и приуроченности их к определенным тектоническим структурам и палеогеографическим областям.

Первый признак наиболее легко поддается формализации. При наименовании формаций рекомендуется пользоваться кайнотипной терминологией, поскольку на палеовулканологических картах в отличие от геологических мы показываем формации по временным интервалам, близким к моменту их образования, когда породные ассоциации в большинстве случаев еще не претерпели метаморфических преобразований. Однако в настоящее время мы нередко имеем дело с палеотипными породами и поэтому, в целях получения объективной информации и сопоставления геологических карт с палеовулканологическими, в легендах или в объяснительной записке к картам в каждом конкретном случае следует в наименование формации вносить уточнения с применением палеотипной терминологии в соответствии с существующей двойной номенклатурой для эффузивных пород. Так, например, выделяя в эвгеосинклиналях базальт-риолитовые формации и уточняя, что это спилит-кератофировые, и подчеркивая в наименованиях формаций наличие регионально измененных ассоциаций, мы тем самым подчеркиваем и возможную металлогеническую специализацию формаций, так как, например, известно, что со спилит-кератофировыми формациями ассоциируют колчеданные и полиметаллические месторождения и т. д.

Классификация формаций в зависимости от тектонических условий их формирования и приуроченности к структурам с определенным геодинамическим режимом, а также классификации, связанные с условиями становления формаций в различной палеогеографической обстановке, дают возможность выявить специфику вулканизма, свойственную тем или иным структурам и областям с различными геодинамическим и палеогеографическим режимами. На картах классификационное разграничение формации по

этим данным достигается путем сочетания формационной нагрузки с палеотектонической и палеогеографической.

Таким образом, при составлении карт формации будут расклассифицированы на группы по объективным признакам. Как правильно указано в объяснительной записке к карте магматических формаций СССР [7] «Классифицировать магматические формации на основе гипотетических допущений о генезисе разного типа магм и соображений о подкорových мантийных или корových, а также о магматических очагах и характере их эволюции и т. п. никоим образом нельзя, так как всякая классификация любых природных явлений должна основываться лишь на объективно и достоверно установленных признаках». Такими признаками являются: вещественный состав породных ассоциаций, их приуроченность к определенным конкретным тектоническим элементам и палеогеографическим областям. Все эти признаки хорошо иллюстрируются на палеовулканологических картах.

Вулканогенные формации на палеовулканологических картах, как и на карте магматических формаций СССР, предлагается показывать цветом (табл. 1), как наиболее выразительным средством отображения главной информации. Это подчеркивает и первостепенную значимость формационной нагрузки, наиболее полно раскрывающей вещественный состав продуктов вулканизма, и связь вулканизма с тектоникой.

Как известно, одним из главных признаков выделения и отнесения формаций к определенному типу является литолого-петрографический состав продуктов вулканизма, слагающих ту или

Таблица 1

Рекомендуемая раскраска условных обозначений, карт, разреза и палеовулканологической колонки, приведенных в приложениях 1—III

№ цвета	Цвет, оттенок	Индекс цвета [2]
1	Зеленый	11-A-VI
2	Голубой	42-B-I
3	Розовый	40-A-V
4	Оранжевый	42-B-I
5	Фиолетовый	15-A-VI
6	Красный	42-Г-V
7	Светло-зеленый	11-A-IV
8	Бледно-розовый	18-E-I
9	Ярко-зеленый	43-B-III
10	Ярко-синий	43-D-I
11	Ярко-красный, кармин	42-D-VI
12	Ярко-оранжевый	48-B-VI
13	Синий	46-D-I
14	Светло-коричневый	21-A-IV
15	Желтый	21-B-I
16	Малиновый	46-A-V
17	Коричневый	27-A-VI

иную конкретную формацию. Поэтому на палеовулканологических картах (как и на картах магматических формаций) формациям, их группам и частям придается цвет близкий к тому, каким отображаются на геологических картах породы магматического генезиса в интрузивном залегании, сопоставимые по кремнекислотности и щелочности с наиболее распространенными или характерными для данной формации вулканогенными породами или породами ассоциациями. Так, например, на геологических картах интрузивные породы основного состава отображаются различными оттенками зеленого цвета, кислого — показываются краснофиолетовыми тонами, щелочные — оранжевыми и т. д. На палеовулканологических картах такими же цветами будут характеризоваться вулканические формации, в которых преобладают породы основного, кислого или щелочного состава. Например, на с. 42 в условных знаках с цветовой гаммой 2, 3 и 4 приведены примеры обозначения подобных формаций и их групп.

На обзорных и мелкомасштабных картах в ряде случаев цветом одновременно удастся подчеркнуть принадлежность формации к разным, и в то же время определенным, стадиям тектономагматического развития регионов. Поясним на примере. При отражении раннегеосинклинальных формаций преобладающие в них породные ассоциации основного состава будут показаны зеленым цветом, а формации, например, более поздних стадий развития соседних геосинклинальных областей, сформировавшихся в тот же временной этап, в которых присутствуют и преобладают породы среднего и кислого состава, будут отображаться, соответственно, синими и красными цветами различных оттенков. При показе формаций орогенных поясов, будут преобладать красные и оранжевые цвета, поскольку эти формации часто насыщены кислыми и субщелочными породными ассоциациями.

Значение формационной основы для карт разного масштаба неоднозначно. Наиболее существенную роль формационная основа играет при составлении обзорных и мелкомасштабных карт. Для обзорных карт она является единственной нагрузкой, отражающей вещественный состав продуктов вулканизма, поскольку эти карты не могут вместить в себя сведения о литолого-петрографическом составе пород. Вследствие этого, обзорные палеовулканологические карты по значению для них формационной основы наиболее близко стоят к формационным картам. Появление литолого-петрографической нагрузки в мелкомасштабных картах и увеличение ее роли к крупномасштабным картам, как это будет показано ниже, сказывается на относительном уменьшении значения формационной нагрузки, а точнее на относительном уменьшении степени ее информативности.

Содержание формационной нагрузки может углубляться сочетанием ее с другими видами нагрузок. Так, на обзорных и мелкомасштабных картах в сочетании формационной нагрузки с палеотектонической будет отчетливо проявлена геотектоническая специфика становления формаций, а именно, приуроченность их к опре-

деленным геотектоническим элементам Земли — стабильным областям и подвижным поясам, из которых главными являются: для континентов и их окраин — платформы, геосинклинали, орогенные пояса и относящиеся к структурам геосинклинального типа островные дуги, а для океанов — океанические плиты и срединно-океанические хребты. По палеогеографическим данным мы можем судить об условиях становления формаций в наземной или подводной обстановке, на отдельных островах или их системах, входящих в островные дуги или океанические поднятия. Таким образом, палеотектонические, палеогеографические и другие данные, в свою очередь, увеличивают информативность формационной нагрузки. Как же следует отражать формации на палеовулканологических картах и чем эти карты по специфике отражения формаций отличаются от карт магматических формаций?

Как уже подчеркивалось, специфика палеовулканологических карт состоит в том, что они составляются для определенных временных интервалов. Следовательно, эволюция вулканизма на отдельных картах, в противоположность картам магматических формаций, не фиксируется и может быть отражена только на комплексе карт. Но если эволюция вулканизма в широком плане не может быть отражена на отдельной карте, то в узких временных рамках, в рамках этапа, для которого составляется карта, она может быть выражена вполне определенно. Сказанное наиболее реально для обзорных и мелкомасштабных карт, которые могут составляться для значительных временных интервалов, охватывающих, например, несколько периодов, в течение которых могли формироваться разные по типу и возрасту формации. В этом случае на палеовулканической карте можно отразить временную последовательность накопления разновозрастных формаций через цветовую гамму, при этом, если встретятся однотипные по составу формации, более молодые должны показываться в более светлых тонах, т. е. так же, как отображаются последовательно залегающие толщи на геологической карте, относящиеся к определенной системе, отделу и т. д. Возраст формаций оговаривается в легенде.

На обзорных и мелкомасштабных картах могут быть показаны определенные группы конкретных формаций, что вытекает из понимания термина «группа формаций». Под группами формаций, так же как и В. Н. Москалева и Е. Т. Шаталов [25], автор понимает совокупность магматических формаций одной из стадий тектоно-магматического цикла в пределах подвижного пояса или времени формирования одного из структурных ярусов стабильной области — платформы. Так, например, могут выделяться ранне- или позднегеосинклинальные группы формаций, но в одну группу не могут быть объединены формации, относящиеся к разным стадиям тектоно-магматического развития регионов. Группы формаций могут включать в себя как временные, так и латеральные ряды магматических формаций. Временной ряд магматических формаций включает в себя «... ряд магматических формаций, образующихся последовательно в ходе поступательного развития геологических

структур тектонических элементов. Последовательность формации в таком ряду должна отражать эволюцию магматического процесса, ограниченного в пространстве отдельной тектонической структурой, а во времени — стадией развития определенного эндогенного режима» [15]. Латеральный ряд объединяет синхронно возникающие вулканические формации в одной или смежных разнотипных структурах, структурно-формационных зонах и, таким образом, может отражать проявление импульса магматической деятельности в одной или разной тектонической обстановке в течение определенного этапа вулканизма. В группу вулканических формаций могут объединяться также члены сложного, временного и латерального ряда, но они также должны отражать определенный этап вулканизма или его составную часть, отвечающую определенному импульсу магматической деятельности и тектонического развития региона. При объединении формации латерального или временного ряда или тех и других в группу вулканических формаций желательно, чтобы наборы формаций отражали определенное направленное изменение вещественного состава магматических пород как во времени, так и в пространстве. Показывая группы магматических формаций, целесообразно в пределах этих групп отражать и сменяющее друг друга во времени и в пространстве сочетание отдельных формаций, что может быть достигнуто изменением тона основного цвета, характеризующего группу формаций.

Для различных геоструктурных зон: геосинклинальных, орогенных, платформенных, рифтогенных, Н. А. Румянцева рекомендует выделять типовые парагенезы вулканогенных и осадочно-вулканогенных формаций, примеры которых приведены в монографии [15]. Поскольку количество видов формаций, их ассоциаций и групп может быть велико, а возможности отражения их в цветовой гамме ограничены, особенно если они обнаруживают сходство по составу, в дополнение к цветовой гамме на картах им должна быть придана определенная индексация. Методическая группа редколлегии палеовулканологической карты СССР (Н. А. Румянцева, В. В. Донских, В. С. Шарфман и др.) рекомендует индексы видов формаций писать строчными буквами в латинской транскрипции $pb + pbr + bar$ — формации натриевых базальтов + натриевых базальт-риолитов + базальт-андезит-риолитовая), а парагенезов — заглавными (NBR).

В. Ф. Белый, М. Л. Гельман и др. считают, что при составлении мелкомасштабных палеовулканологических карт, характеризующих сравнительно узкие возрастные интервалы, охватывающие не более одного-двух веков, отражать формации не всегда представляется возможным, поскольку за такие короткие временные интервалы они не формируются в полном объеме, отвечающем тому или иному формационному типу. Как отмечает В. Ф. Белый, применительно к району Северо-Востока СССР, формации будут появляться на палеовулканологических картах, суммирующих сведения о вулканизме за большие интервалы времени (период, эра). Учитывая эти особенности, он предлагает выделять на об-

зорных и мелкомасштабных палеовулканологических картах, характеризующих узкий временной интервал, ассоциации вулканогенных пород, соответствующие той или иной формации и типу вулканизма. Под типом вулканизма он понимает ультраосновной, базальтовый, андезитовый, кислый и щелочной.

На среднемасштабных картах можно показать отдельные формации, а когда не имеется достаточных данных — сочетание конкретных формаций из двух, трех, но не более.

На крупномасштабных картах рекомендуется выделять группы вулканитов, входящие в конкретную формацию, например, группы вулканитов по их кремнекислотности: вулканиты основного, среднего, кислого состава и другие с учетом принадлежности их к тем или иным временным стадиям и фазам формирования в пределах этапа, для которого составляется палеовулканологическая карта. Группы вулканитов, так же как группы формаций и формации, отображаются на палеовулканологических картах цветом (см. прилож. I, 1). Таким образом, цветовая гамма будет подчеркивать не только состав, но и возраст вулканитов в пределах определенного временного интервала.

Параллельно с формациями и их группами технически теми же средствами на обзорных картах должны выделяться характерные ассоциации, принадлежащие к разным классам формаций — эффузивным и интрузивным. В первую очередь это относится к офиолитовой ассоциации, важность выделения которой ни у кого не вызывает сомнения, в частности в связи с той ролью, которая отводится ей в новейших геотектонических представлениях. Таким же способом могут выделяться вулcano-плутонические ассоциации, представляющие собой синхронные комагматичные формации эффузивного и интрузивного классов. Примером может служить сообщество из двух членов, состоящее из вулканической риолитовой и плутонической гранитной формации. Гранит-риолитовые вулcano-плутонические ассоциации распространены широко, например, в Охотско-Чукотском вулканогенном поясе и в ряде других регионов. Расчленить эти ассоциации на обзорных картах, выделив отдельно эффузивные и интрузивные формации, крайне сложно, а порой и не представляется возможным. Технически ассоциации подобного типа должны отображаться цветовой гаммой в том же плане, как это рекомендуется для показа формаций, т. е. цветовой фон должен соответствовать стандартам, принятым для пород, преобладающих в ассоциации. В ряде случаев, начиная с мелкомасштабных карт и, как правило, на средне- и особенно крупномасштабных картах, необходимость показа ассоциаций с объединением формаций разных классов отпадает, поскольку масштаб этих карт позволяет выделять все члены ассоциации как с помощью формационной, так и с помощью дополнительной литолого-петрографической нагрузки.

При нанесении на карты формационной нагрузки особенно важно показать характер ее объективности, поскольку формационная основа является базисом для металлогенического анализа. Изученность регионов в формационном аспекте, как правило, неравноцен-

на и вследствие этого возможны варианты выделения вулканогенных образований неясной формационной принадлежности. Для повышения объективности и оценки достоверности материала при отображении формации на закрытых и открытых территориях рекомендуется пользоваться теми же техническими приемами, которые были предложены составителями карт магматических формаций СССР (Д. С. Харкевич, В. Н. Москалева, Е. Т. Шаталов и др.). Пример графического отображения формаций на закрытых территориях приведен в легенде (см. прилож. I, 1). Они обозначаются тем же цветом, как и формации на хорошо обнаженных и изученных участках, но с белыми линейными просветами, причем различная степень достоверности материала может отражаться различной шириной просветов.

Фациальные и литолого-петрографические особенности пород

Возможности отражения фациальных и литолого-петрографических особенностей пород находятся в тесной связи с масштабом карт, принципами типизации и классификации вулканогенных фаций. Учитывая, что имеются различные точки зрения по вопросу классификации фаций и что термин «фация магматических пород», или «фация вулканических пород» трактуется по разному и порой с диаметральных позиций [10, 16, 19, 30, 34], нам необходимо договориться о его содержании и, в частности, о содержании термина «вулканические фации». Последнее особенно важно, поскольку при составлении палеовулканологических карт основными объектами картирования и отражения на картах являются вулканогенные породы. Не вдаваясь в дискуссию о трактовках термина «вулканическая фация», автор, следуя предложениям Е. Б. Яковлевой и В. С. Коптева-Дворникова [10], считает целесообразным при выделении вулканогенных фаций опираться на такие существенные признаки, как условия формирования тела и особенности его взаимоотношения с вмещающими породами в момент формирования. Кроме того, при выделении фаций принимается во внимание и морфология тел (этот признак Е. Б. Яковлева не считает существенным). Учитывая, что классификация фаций должна в первую очередь облегчать возможность отражения на палеовулканологических картах всего комплекса вулканогенных пород и тел и служить палеовулканическим реконструкциям, автор предлагает выделять и показывать на картах пять типов фаций: эффузивные, пирокластические, субвулканические, экструзивные и жерловые.

Эффузивные — это фации, формирующиеся при извержении лавового материала на поверхность. Пирокластические — своим происхождением обязаны эксплозивной деятельности. Как те, так и другие обычно залегают согласно с осадочными и вулканогенно-осадочными породами.

К субвулканическим фациям относятся те, которые образуются при движении лавы к поверхности, когда в силу ряда причин лава не достигала её и застывала на некоторой глубине, близкой к по-

верхности. На палеовулканологических картах субвулканические фации могут быть показаны при условии наличия некоторого эрозионного среза. В случае отсутствия последнего могут показываться лишь проекции на поверхность субвулканических тел, установленных бурением, горными выработками или геофизическими методами.

Экструзивными фациями считаются те, которые образуются при выдавливании вязких лав через центральные каналы и трещины. На поверхности они образуют купола, обелиски, трещинные — линейные экструзивные тела и купола с потоками растекания. Экструзивные тела, как правило, имеют незначительные размеры и в истинных размерах они могут показываться в основном на средне- и крупномасштабных картах.

Жерловые фации — это те, которые образуются при движении магмы к поверхности, имеют с ней связь и слагают жерловины вулканов разного типа, т. е. выполняют подводящие каналы. В условиях некоторого эрозионного среза они фиксируются в виде неков, даек и секущих по отношению к покровным образованиям тел сложного строения. Они могут быть сложены лавовым и пирокластическим материалом. Лавовый материал, как правило, преобладает, пирокластический — наблюдается преимущественно в верхних частях подводящих каналов, где создаются благоприятные условия для дезинтеграции лавового материала и выброса его на поверхность.

Отражая перечисленные выше фации на картографических материалах, мы получаем исчерпывающую информацию об условиях залегания всех вулканогенных образований и условиях их формирования. Последний фактор может быть значительно детализирован и уточнен при совмещении фациальной нагрузки с палеогеографической, палеотектонической и, в первую очередь, с данными, отражающими литолого-петрографический состав продуктов вулканизма. При комплексировании нагрузок появляется возможность дальнейшей классификации фаций по вещественному составу, условиям формирования в наземной или подводной обстановке, по пространственной приуроченности их к разноудаленным зонам от центров извержений (жерлово-прижерловым, промежуточным, удаленным) и к различным геотектоническим структурам. Таким образом, сочетание различных видов нагрузок дает такую информацию о вулканогенных фациях, которая позволяет характеризовать их с разных сторон и, соответственно, по разному их классифицировать в зависимости от необходимости подчеркнуть ту или иную сторону их содержания.

Кроме вулканогенных фаций, заслуживают выделения на картах осадочно-вулканогенные и вулканогенно-осадочные фации, представленные такими образованиями как туффиты, лахаровые брекчи, различные по составу и условиям образования отложения кратерных, кальдерных озер и другие, многие из которых подробно охарактеризованы и расклассифицированы по разным признакам в работе Е. Ф. Малеева [20]. Осадочные образования нередко

являются существенным звеном в вулканогенных формациях, превращая их в вулканогенно-осадочные. Так, например, в геосинклинальных однородных базальтовых, спилитовых, спилит-диабазовых формациях часто присутствуют кремнистые, кремнисто-глинисто-углистые тонкообломочные породы, реже известняки и песчаники. Количество этих пород может изменяться в широких пределах. Увеличение доли осадочных пород среди базальтов позволило, например, выделить в зоне главного Кавказского хребта юрскую вулканогенно-терригенную формацию, а на Урале силурийскую кремнисто-вулканогенную со спилитами в вулканогенной части. Установлено, что крупность обломочного материала в осадочных членах формации увеличивается по направлению к поднятиям, где нередко распространены и рифогенные известняки. Появление в вулканогенных разрезах осадочных и вулканогенно-осадочных пород облегчает расшифровку палеогеографических и палеотектонических условий вулканизма и помогает разобраться в условиях формирования отдельных толщ, формаций и их групп. Поэтому этим породам необходимо уделять должное внимание как при картировании вулканогенных формаций, так и при отражении результатов картирования на палеовулканологических картах. В унифицированной легенде (см. прилож. 1, 2) приводятся примеры условных обозначений для ограниченной группы пород вулканогенно-осадочного и осадочно-вулканогенного генезиса. Круг условных обозначений для этих пород может быть расширен за счет сочетания крапа и введения новых условных обозначений. Потребность в этом может возникнуть, главным образом, при составлении крупномасштабных карт.

Рассмотрим возможности отражения на картах разного масштаба фациальных и литолого-петрографических особенностей пород.

На обзорных картах литолого-петрографические особенности пород могут быть выражены лишь в общем виде через формационную нагрузку. Мелкий масштаб этих карт не позволяет загрузить их крапом, показывающим состав пород разной фациальной принадлежности. Формационная нагрузка даст нам общее представление о стандартных наборах пород, характерных для определенных формаций и их групп.

На мелкомасштабных картах можно показать преобладание эффузивных или пирокластических образований того или иного состава. Для отображения литолого-петрографических особенностей пород могут быть использованы те же знаки, которыми воспользовались авторы карты магматических формаций СССР, составленной коллективом ВСЕГЕИ под редакцией Д. С. Харкевича, опыт которых учтен в предложенной легенде (см. прилож. 1, 2).

На среднемасштабных картах возможен показ всех фациальных разновидностей пород. Но нередко в силу слабой изученности регионов приходится объединять отдельные фациальные группы. Жерловые фации, занимающие обычно незначительный объем, удается выделить только на крупномасштабных картах.

На крупномасштабных картах мы предлагаем выделять все главные литолого-петрографические типы вулканогенных пород, показывать их структурно-текстурные особенности и принадлежность вулканитов к конкретным фациям. Для пирокластических фаций необходимо отмечать изменение величины обломочного материала, что очень важно для палеовулканологических реконструкций и установления жерлово-прижерловых и удаленных зон палеовулканов. В ряде случаев изменения гранулярного состава пирокластических пород удается показать и на среднемасштабных картах и, в частности, выделить мелко- и среднеобломочные образования — пепел, лапилли и вулканические бомбы размером до 10 см и крупнообломочные (глыбовая пирокластика с размером бомб более 10 см).

Для отображения литолого-петрографических особенностей вулканогенных пород (см. прилож. 1, 2) рекомендован крап, соответствующий принятому для геологических карт. Однако, для крупномасштабных карт крап, сохраняя стандартизованную основу, может быть детализирован в зависимости от необходимости показа тех или иных деталей литолого-петрографического состава пород.

Необходимо отметить, что в вулканогенных формациях возможны варианты весьма разнообразных группировок лавовых потоков, покровов, пирокластических, вулканогенно-осадочных и осадочных пород разного состава, с различными структурами, текстурами и т. д., которые переслаиваются или сочетаются между собой в различных вариантах. В тех случаях, когда отдельные представители породных ассоциаций не могут быть по разным причинам (недостаточная изученность, не позволяет масштаб и т. д.) самостоятельно показаны на картах, их следует отображать путем сочетания двух, но не более литологических знаков, а в легендах расшифровывать особенности переслаивающихся образований или особенности выделенных на картах пород. Если эти пачки имеют сложное строение, то они в обобщенном виде могут выделяться еще и цветом, как группы вулканитов и вулканогенно-осадочных образований тех или иных конкретных формаций.

Экструзивные жерловые и субвулканические фации рекомендуются отображать в цветовой легенде, принятой для различных по кремнекислотности групп пород, но в отличие от цветовой гаммы, отражающей формации, субвулканические экструзивные и жерловые образования показываются более яркими тонами. При широком развитии и разнообразии субвулканических и экструзивных фаций цветовой фон можно сочетать с литологическим крапом, особенно на крупномасштабных картах. В целях повышения наглядности карт субвулканические фации рекомендуется оконтуривать более жирной, чем это принято для выделения других фаций, черной линией.

Кроме формационных и литолого-петрографических данных, есть еще сведения, способные на мелко-, крупномасштабных картах существенно пополнить данные о составе продуктов вулканизма. Это сведения о петрохимической и геохимической специализации



пород и толщ. Опыт показывает, что продукты вулканизма одной и той же формации в разных структурно-фациальных зонах и блоках могут иметь различную петрохимическую и геохимическую специализацию. Это чаще всего выявляется при детальном изучении районов. На крупномасштабных картах эта сторона вещественного состава продуктов вулканизма может найти графическое отражение через оттенки основного цвета, принятого для данной конкретной формации или включенных в нее определенных породных ассоциаций. Так, например, могут быть показаны повышенные содержания титана, железа или щелочей в породах, в отдельных блоках и т. д., что подчеркивает региональную специфику тектонических условий формирования породных ассоциаций. Некоторые петрохимические данные могут подкрепляться соответствующими количественными цифровыми характеристиками, о чем сказано ниже.

Палеовулканологические реконструкции

Необходимо подчеркнуть, что вопросы типизации и классификации вулканических сооружений необычайно сложны и дискуссионны. Как правильно заметил А. Ритман [30], «Разнообразие вулканических построек столь велико, что едва ли возможно свести их в систему без насилия над индивидуальными чертами большинства вулканов». В предложенной легенде учитываются главные особенности строения вулканических сооружений, которые можно выявить при палеовулканологических реконструкциях. Необходимо на картах в первую очередь выделять области с различными типами вулканизма: трещинного, центрального и ареального, а также выделять основные типы палеовулканов по их морфологическим особенностям и генеральному характеру их активной деятельности, что вполне возможно на основе всестороннего анализа реликтов вулканических сооружений и продуктов их деятельности.

На обзорных картах можно ограничиваться отображением вулканов центрального и трещинного типа, не подчеркивая детали их строения и особенности эволюции их активной деятельности. На этих же картах генерализованными знаками желательно отображать вулканические гряды. К вулканическим грядам автор относит цепи вулканов и вулканических массивов, где фиксируются максимальные мощности вулканических образований и где располагаются центры извержений, установленные или предполагаемые по ряду признаков.

На мелкомасштабных и среднемасштабных картах возможен показ разнообразных моногенных и полигенных вулканов центрального и трещинного типа. Среди моногенных вулканов центрального типа могут выделяться шлаковые конусы и экструзивные купола, а среди полигенных — щитовые вулканы, стратовулканы, куполовидные вулканы и комбинированные с сочетанием вулканов разного типа по классификации В. В. Донских и В. Н. Зелепугина [33]. В группе трещинных линейных вулканов можно выделить моноген-

ные и полигенные вулканы. Среди первых — шлаковые валы и грещинные экструзии, а среди вторых — лавовые хребты и лавовые плато. В ряде случаев на базе палеовулканологических реконструкций возможен показ отдельных типов палеовулканов, близких по форме и динамике деятельности к кластическим, а именно, вулканов гавайского, исландского, пелейского, стромболианского и других общеизвестных типов (см. прилож. I, 3).

В среднемасштабные и крупномасштабные карты возможно внести информацию по деталям палеовулканологических реконструкций: более подробно расклассифицировать вулканические аппараты по характеру эволюции их активной деятельности и продуктов вулканизма, количеству подводящих каналов (одноосевые, многоосевые вулканы), по их ассоциациям; одиночные постройки, сложные вулканические массивы, вулканы с различными типами кальдер — вершинными, периферическими, комбинированными и различные по источникам питания и характеру магматических очагов; коровые, мантийные, комбинированные, шлаковые конусы, валы и т. д. На этих же картах представляется возможным отметить жерлово-прижерловые и удаленные от жерл зоны, контуры и границы отдельных потоков и их групп, господствовавшие направления извержений, реликты гидротермальных источников и другие детали строения вулканических сооружений (см. прилож. I, 3).

Для крупномасштабных и среднемасштабных карт рекомендуется применение масштабных знаков, показывающих истинные размеры палеовулканологических объектов. Как показал опыт составления карт по орогенным поясам (В. В. Донских и др.), поля отдельных вулканов могут быть оконтурены посредством наложенной штриховки.

Применение внемасштабных знаков для детальных и региональных карт должно ограничиваться случаями, когда палеовулканологические реконструкции не дают достоверных конкретных сведений о строении вулканических сооружений, их размерах и границах, особенно на закрытых и сложно дислоцированных территориях, или когда масштабы объектов не позволяют отобразить их контурным знаком.

В предложенной унифицированной легенде в качестве основы приводятся внемасштабные условные обозначения, но все они могут быть трансформированы в масштабные, как это показано на ряде примеров (см. прилож. I, 3). В частности, знаки вулканов разного типа своей конфигурацией должны оконтуривать жерловые зоны, а когда последние устанавливаются не очень четко, то — жерлово-прижерловые. Внутри этих контуров может быть помещена дополнительная информация, выраженная крапом или цветом и подчеркивающая фациальный и литолого-петрографический состав пород, слагающих жерловую зону. В частности, жерловины часто закупориваются экструзиями, которые на палеовулканологических картах закрашиваются цветом, характеризующим состав пород экструзивной фации.

Палеогеографические условия вулканизма

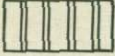


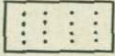
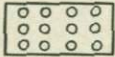
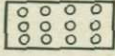

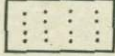
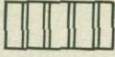
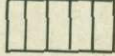
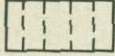
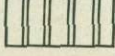
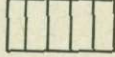
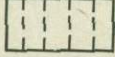
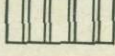
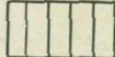
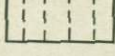
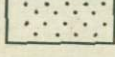
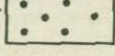
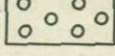
На картах, независимо от масштаба, мы полагаем необходимым показывать сушу (материковую), острова и моря с предполагаемым расположением областей шельфа и мелких глубин, районов глубокого моря и глубоководных желобов. Рекомендуется выделение областей с меняющейся палеогеографической обстановкой, в которых преобладали регрессивные или трансгрессивные режимы. Поскольку основной нагрузкой является формационная, для отображения палеогеографических данных предлагается легенда в цветовом контурном исполнении, которая накладывается на цветовую основу, характеризующую формационную принадлежность вулканогенных ассоциаций. Предлагаемая в легенде цветовая гамма линий в общих чертах соответствует цветовым стандартам, примененным в атласе литолого-палеогеографических карт СССР, составленных под редакцией А. П. Виноградова. Для морских акваторий предлагаются синие контуры, материков — коричневые, островов и островных гирлянд, входящих в системы островных дуг, — желтые. Коричневой или синей линией с точками предлагается соответственно выделять области с регрессивной и трансгрессивной тенденцией, т. е. области с меняющейся палеогеографической обстановкой, где в течение определенного периода преобладали суша или море (см. прилож. I, 4). В случае, если в течение этапа палеогеографическая обстановка меняется многократно, это можно отразить на круговых диаграммах или колонках, показывающих последовательность залегания пород в разрезе, посредством цветной линии (синей — море, коричневой — суша), ограничивающей круговую диаграмму (циклограмму) или колонку.

Таким образом, с помощью палеогеографической нагрузки на картах будут оконтурены и показаны площади наземного, подводного, островного, островодужного вулканизма, вулканизма зон активных материковых окраин и других палеогеографических элементов Земли в целом, что особенно актуально для обзорных и мелкомасштабных карт.

Члены редсовета Палеовулканологической карты СССР В. К. Ротман и Л. Н. Шарпенюк предлагали палеогеографическую нагрузку на обзорной карте СССР масштаба 1 : 5 000 000 отображать не контурными линиями, а разного типа цветовыми штриховками, где тип штриховки одновременно отражает и палеогеодинамические обстановки вулканизма по аналогии с обстановками, характеризующими современную эпоху развития Земли (табл. 2). Как представляется автору, такой вариант совместного отражения на картах палеогеографических и палеогеодинамических обстановок возможен, если главную палеотектоническую информацию показывать контурными линиями, как это предполагается в основном для мелко- и крупномасштабных карт (см. прилож. I, 4). Отражение всех данных палеогеографического характера в комплексе с формационными и другими сведениями уже само по себе позволит читателю карты представить и палеогеоди-

Палеогеодинамическая и палеогеографическая обстановки вулканизма
(по В.К. Ротману, Л.Н. Шарпенюк)

Таблица 2

Палеогеодинамическая обстановка		Палеогеографическая обстановка	Цвет штриховок
Океаническая	океанического и окраинно-океанического типа 	глубокого моря 	Синий
	глубоководных желобов 		
	глубоководных впадин внутриконтинентальных морей 		
	глубоководных впадин окраинных морей 		
Переходная	окраинных морей 	мелкого моря 	Голубой
	внутриконтинентальных морей 		
	островных дуг 	островная 	Зеленый
	вулканических островов 		
Континентальная	вулканических поясов 	окраинно-континентальная 	Светло-коричневый
	вулканических впадин 		
	вулканических поясов 	внутриконтинентальная 	Темно-коричневый
	вулканических впадин 		
	вулканических плато 		
	рифтообразных (тафрогенных) впадин 		
рифтов 			

намические обстановки, существовавшие в тех или иных регионах. Необходимость отражения перечисленных в табл. 2 палеогеографических обстановок на картах, охватывающих отдельные регионы и, тем более, локальные участки, как правило, отпадает. В случае необходимости они могут быть оговорены в объяснительных записках к картам.

На крупно- и среднемасштабных картах могут быть показаны вершины вулканов, возвышающиеся над зеркалом водного бассейна, кальдерные и кратерные озера, а на детальных картах — и более мелкие элементы палеорельефа, условные обозначения для которых можно заимствовать из легенд к географическим картам (овраги, различного рода уступы, сопки, гребни хребтов и т. д.).

При составлении крупномасштабных палеовулканологических карт для районов, характеризующихся однообразной палеогеографической обстановкой, нанесение палеогеографических данных фактически не требуется. В этом случае однообразие палеогеографических условий должно быть оговорено в легенде или в примечании за рамкой карты, где, например, указывается, что тот или иной район характеризуется вулканизмом в условиях суши или моря и т. д. Это, однако, не освобождает автора карт от необходимости палеогеографического анализа при палеовулканологических построениях, поскольку при реконструкции палеогеографической обстановки, как правильно заметил В. А. Коротеев [23], во всех случаях анализируются и суммируются сведения по стратиграфии, литологии и палеонтологии, что непосредственно на палеовулканологических картах не отражается, но необходимо для раскрытия специфики вулканизма. Сказанное позволяет сделать вывод, что роль и информативность палеогеографической нагрузки от обзорных карт к крупномасштабным заметно снижается.

Характеристика авулканических территорий

Выделяя на палеовулканологических картах области вулканизма, мы тем самым для того или иного этапа показываем и сопряженные с ними авулканические территории. Исключая обзорные карты, на всех остальных палеовулканологических картах рекомендуется разграничивать авулканические области на области сноса обломочного материала и области накопления вулканогенно-осадочных и осадочных пород, а на среднемасштабных картах и особенно крупномасштабных, в пределах авулканических территорий выделять районы и участки накопления карбонатных и терригенных образований (см. прилож. I, 5). На средне- и крупномасштабных картах подлежат выделению рифовые массивы, которые часто располагаются по периферии вулкано-купольных структур и экстрезивных куполов.

Палеотектонические сведения и данные о глубинном строении

Палеотектоническая основа несет значительно больше элементов гипотетичности, чем палеогеографическая, тем не менее роль ее весьма существенна, поскольку палеотектонические условия выступают в качестве главного фактора, определяющего специфику вулканизма, его эволюцию во времени и пространстве. Опыт автора показывает, что сведения палеотектонического характера должны отражаться на картах и в легендах к картам разного масштаба крайне дифференцированно. Если, например, на среднемасштабных и детальных картах могут быть показаны все основные типы вулкано-тектонических структур и элементы синвулканической тектоники: вулкано-тектонические поднятия, депрессии, кальдеры и др., то уже на обзорных и мелкомасштабных картах, охватывающих ряд регионов с различным характером вулкано-тектонических структур, предлагается показывать и структуры более крупного плана, такие как стабильные области и подвижные пояса. В числе первых — континентальные платформы и океанические плиты, а в числе вторых — геосинклинали, орогенные пояса, рифтогенные структуры, островные дуги и др. Необходимо подчеркнуть, что вопрос о том, какие крупные структуры необходимо отражать на обзорных палеовулканологических картах, как их классифицировать, при каком тектоническом (эндогенном) режиме они сформировались, является дискуссионным. На совещаниях рабочей группы методической комиссии редколлегии палеовулканологических карт СССР масштаба 1 : 5 000 000 (1980—1982 гг.) решили для создания палеотектонической основы обзорных палеовулканологических карт использовать в качестве главного картографического источника серии палеотектонических карт СССР под редакцией Т. Н. Спижарского. На этих картах тектоническое районирование было проведено на основе систематики эндогенных режимов и тектонических структур, предложенной Т. Н. Спижарским [32] и В. В. Белоусовым. В качестве главнейших типов тектонических подразделений редколлегия палеовулканологической карты СССР рекомендует выделять геосинклинальные системы, срединные массивы, области завершённой складчатости, платформы и рифтогенные структуры, которые возникли соответственно в результате геосинклинального, орогенного, кратонного и рифтогенного режимов (см. табл 2). В каждом типе тектонических структур рекомендуется показывать прогибы и поднятия. Например, для древних платформ — авлакогены, синеклизы, антиклизы, щиты; для геосинклинальных систем — интрагеосинклинали, интрагеоантиклинали и т. д.

В процессе составления обзорных палеовулканологических карт могут возникать вопросы, связанные с интерпретацией тектонических обстановок древних вулканических областей с позиций современных глобальных теорий. Эти вопросы вполне разрешимы. Как представляется автору, объективное отражение палеовулканологических, палеотектонических и палеогеографических данных уже

само по себе позволит сторонникам различных концепций и, в частности, классической геосинклинальной и тектоники плит, анализировать геодинамические обстановки и режимы вулканизма с разных позиций, что будет только полезным.

Члены методической комиссии редколлегии Палеовулканологической карты СССР Н. А. Румянцева и др. предложили на обзорной карте СССР для изображения палеотектонической обстановки в издательском варианте использовать штриховки различного рисунка и ориентировки и одновременно цветом штриховых знаков характеризовать палеогеографические обстановки (табл. 3), а индексом — их возраст. По мнению автора, на мелко-, средне- и крупномасштабных картах, а также на обзорных картах издательских вариантов, все структуры I и более высоких порядков нужно показывать системой контурных знаков, примеры которых (см. прилож. I, 6) могут быть дополнены в соответствии с конкретным фактическим материалом. Контурные условия обозначения для палеотектонических и палеогеографических обстановок в совокупности с цветовой формационной нагрузкой ограничат области платформенного, геосинклинального орогенного и островодужного вулканизма, вулканизма рифтовых зон континентов и океанов и других структур, что позволит глубже отразить взаимосвязь тектоники с вулканизмом и, одновременно, более обоснованно проанализировать и оценить современные теории глобального тектогенеза.

На мелко- и среднемасштабных картах можно отмечать области, испытывающие синвулканические поднятия, погружения и территории с переменным знаком тектонических движений. В легенды карт всех масштабов вносятся сведения о границах рифтовых зон, зон Беньофа, глубинных разломах, магмаподводящих разломах и структурно-фациальных зонах с различным типом вулканизма и др. (см. прилож. I, 6).

Существенное значение имеет отражение на картах всех масштабов вулкано-тектонических структур, возникающих на месте отдельных вулканов или их групп. К числу элементарных вулкано-тектонических структур относятся кальдеры классического типа, которые возникают в результате провала вершины вулкана и представляют собой циркообразную овальную или круглую в плане котловину с более или менее ровным дном.

В областях современного вулканизма кальдеры встречаются довольно часто. Многие из ныне действующих вулканов прошли кальдерную стадию развития. По характеру образования многие исследователи выделяют два основных типа кальдер.

1. Тип Кракатау, характеризующийся тем, что перед провалом происходят огромные по объему излияния лавы из боковых кратеров, а последующие сильнейшие взрывы, возникающие за счет большого скопления летучих в магме, выбрасывают колоссальные количества рыхлого материала. Для кальдер этого типа характерно образование кольцевых разломов, по которым происходит просадка.

Палеогеографическая и палеотектоническая обстановка проявления вулканизма

Эндегенный режим	Типы тектонических структур		Палеогеографическая обстановка		
			Континентальная	Морская	Островная
Геосинклинальный	Геосинклинальные системы	прогибы			
		поднятия			
	Срединные массивы	прогибы			
		поднятия			
Орогенный	Эпигеосинклинальные орогены	прогибы			
		поднятия			
	Эпикратонные орогены	прогибы			
		поднятия			
Кратонный	Области завершенной складчатости (молодые платформы)	прогибы			
		поднятия			
	Платформы (древние)	прогибы			
		поднятия			
Рифтогенный	Рифтогенные структуры	прогибы			
		поднятия			

Примечание. Цвета штриховок: 1) коричневый — темные оттенки для внутриконтинентальных обстановок, светлые — для окраинно-континентальных; 2) синий — для глубокого моря, голубой — для мелкого моря; 3) желтый или желто-зеленый — для островных обстановок. Области с неустойчивой тектонической или палеогеографической обстановкой показываются сочетанием (чередованием) разных штриховок или крапа.

При одноактной смене обстановок штриховые знаки (крап), соответствующие более поздней, преобладают (в чередующихся штрихах повторяются дважды).

2. Тип Гленко — недоразвитая форма типа Кракатау. Отсутствует обогащение конечных порций расплава летучими компонентами, и, как следствие этого, перед провалом взрывных явлений не происходит.

Возможно формирование кальдер промежуточных типов.

Кальдеры имеют различные особенности развития и строения. Среди них можно выделить несколько основных видов: 1) простые кальдеры — провалы, не осложненные в посткальдерную стадию вулканическими надстройками; 2) кальдеры с кратерами и молодыми конусами внутри них; 3) кальдеры с сольфатарами и другими источниками; в них, кроме серы, часто откладываются кремнезем и гидроокислы железа, которые дают характерные для вулканогенных областей кварц-гематитовые породы, а также сульфиды меди и других цветных металлов, образующие довольно крупные колчеданные, полиметаллические и другие месторождения; 4) сложные кальдеры; они имеют длительную многофазную историю развития и характеризуются весьма сложным внутренним оформлением.

В районах древнего вулканизма кальдеры фиксируются редко, и перед палеовулканологами часто встает вопрос, как в древних толщах на уровнях различного эрозионного среза, и часто очень глубокого, обнаружить реликты кальдер, признаки кальдерной стадии развития вулканов и отобразить их на палеовулканологических картах. Имеются следующие прямые и косвенные признаки, указывающие на возможность кальдерообразования: 1) наличие кольцевых и дуговых разломов, обращенных вогнутой стороной к полю развития жерловых и прижерловых фаций; 2) наличие субпараллельных нарушений, главным образом, разломов глубокого заложения, ограничивающих области максимального накопления вулканогенных масс, и наличие между этими нарушениями грабенов, осложненных оперяющими диагональными и дуговыми разломами; 3) наличие вулканов с деятельностью типа Кракатау, выбросивших огромное количество газонасыщенной пироклаستيки и изливших магмы, обогащенные летучими компонентами; 4) кольцевое и дуговое расположение субвулканических тел, особенно кислого состава, обычно завершающих посткальдерную стадию развития щитовых вулканов и стратовулканов, окаймляющих их основание; наличие мелких паразитических аппаратов вокруг стратовулканов, расположенных часто на пересечении радиальных и полукольцевых разломов; 6) наличие среди мощных вулканогенных пачек линз и прослоев осадочных и вулканогенно-осадочных пород, залегающих в плане овалами — блюдцами; эти пачки часто являются озерными отложениями кальдер и могут быть синхронны вулканитам посткальдерной стадии развития.

При очень глубоком эрозионном срезе могут быть вскрыты «подкальдерные» горизонты, и на этом уровне в областях древнего вулканизма, как правило, фиксируется большая часть вулканотектонических структур сложного строения. В. В. Донских предлагает выделять на палеовулканологических картах два основных

типа вулcano-тектонических структур: положительные и отрицательные. Первые в глубоко эродированных регионах могут фиксироваться куполовидными и сводовыми поднятиями довулканического фундамента, которые возникают в связи с вертикальным давлением магматической колонны на кровлю очага и фундамента вулкана. Вторые выражаются кальдерами оседания, которые возникают при опускании вулканов по кольцевым разломам. При этом происходит преобразование переклиналиальной структуры постройки в центриклинальную. В. В. Донских подчеркивает, что большая часть отрицательных вулcano-тектонических структур, связанных с отдельными аппаратами, являются обращенными вулканическими постройками центрального типа — щитовыми вулканами, стратовулканами и комбинированными вулканами. Он полагает, что сходную картину могут давать и линейные вулканы с возникновением на их месте грабенов оседания.

Положительные и отрицательные вулcano-тектонические структуры оседания могут быть связаны не только с отдельными, но и с множественными вулканическими аппаратами. К положительным вулcano-тектоническим структурам В. В. Донских относит системы куполовидных вулканов (над зонами жерл) и сводовых (над линейными магнаподводящими зонами) магматогенных поднятий довулканического фундамента, образующие вулcano-тектонические горсты. Среди отрицательных вулcano-тектонических структур, связанных с множественными вулканическими аппаратами, тот же автор выделяет два типа: 1) компенсационные мульды и грабены проседания, формирующиеся одновременно с накоплением вулканических (кальдеры типа Гленко), где магнаподводящими каналами часто служат кольцевые разломы; 2) кальдерообразные и грабенообразные депрессии, образующиеся при опускании и смятии групповых вулканических построек по системам кольцевых и линейных разломов в постэруптивную стадию деятельности вулканов (вулcano-тектонические депрессии).

Мульды проседания образуются в результате проседания блоков довулканического фундамента, вдоль кольцевых разломов, по которым поднимались магматические расплавы от расположенного ниже магматического очага. Грабены проседания в отличие от мульды образуются в районах трещинных извержений. Это линейные вулcano-тектонические структуры, ограниченные линейными разломами. Что касается кальдерообразных и грабенообразных депрессий оседания, то их соответственно ограничивают кольцевые и линейные разломы. В зависимости от глубины эрозионного среза для вулcano-тектонических депрессий могут отмечаться различные сочетания первичных периклиналиальных и возникающих вторичных центриклинальных залеганий вулканогенных образований (в зонах кольцевых и линейных разломов). В. В. Донских подчеркивает, что некоторые кальдерообразные депрессии достигают 40—60 км в поперечнике. Амплитуда опускания по кольцевым разломам может достигать 1500—2000 м. На обзорных и мелкомасштабных картах лишь самые крупные вулcano-тектонические струк-

туры могут быть отражены масштабными знаками. Поэтому для этих карт предусмотрены и немасштабные условные обозначения (см. прилож. I, 6).

На региональных и детальных картах элементарные кальдеры и вулcano-тектонические структуры сложного типа могут быть детально отражены с использованием системы условных обозначений, выражающих в комплексе фациальные, литологические и тектонические данные.

Анализ результатов геофизических исследований с использованием методов палеовулканологических реконструкций позволяет отражать на палеовулканологических картах ряд элементов глубинного строения: на обзорных, мелко- и среднемасштабных картах области предполагаемого развития вулканизма на коре континентального, океанического и переходного или неопределенного типа; на всех картах зоны глубинных разломов в фундаменте, проекции и глубины залегания промежуточных магматических очагов, гравитационные ступени, отражающие специфику структур фундамента и состав пород фундамента, когда имеются на то достаточно обоснованные данные (см. прилож. I, 7).

В. Ф. Белый и др. рекомендуют на обзорных картах показывать главные структуры, сформировавшиеся до рассматриваемого интервала времени. В частности, применительно к вулканогенному поясу Северо-Востока СССР, он предусматривает возможность выделения платформ с дорифейским фундаментом, срединных массивов с дорифейским возрастом складчатого основания, разновозрастных складчатых областей и зон, развитие которых закончилось до характеризуемой эпохи вулканизма. Возраст этих областей он предлагает показывать буквенными индексами в терминах главных тектонических эпох.

Во избежание излишней загруженности карт данные о глубинном строении должны показываться на них дифференцированно и преимущественно те, которые способствуют пониманию особенностей вулканизма этапа, для которого составляются карты. В ряде случаев к обзорным, мелко- и среднемасштабным картам могут быть приложены в уменьшенном виде схемы глубинного строения данного региона.

Количественные данные по вулканизму

Оценка палеовулканологической обстановки того или иного этапа была бы неполной без отражения на картах конкретных данных, позволяющих количественно оценить вулканизм, соотношения фаций, мощностей и т. д. Важность их показа неоднократно подчеркивалась многими исследователями [14, 18 и др.]. Имеются примеры составления карт, на которых отражены мощности вулканогенных образований в изолиниях, например, карты изолит, предложенные Т. И. Калугиной и А. С. Калугиным [6].

Возможности отображения количественных данных широки. Это цифровые знаки, различного рода диаграммы, формулы и изо-

линии. Изолиниями, в частности, отображаются области раздува и уменьшения мощностей вулканогенных образований, рельеф поверхности фундамента, на котором формировались вулканические сооружения. Цифровыми данными могут быть проиллюстрированы мощности на отдельных участках, коэффициент эксплозивности, химизм пород, выраженный содержанием в процентах главных петрогенных окислов, соотношения породных ассоциаций и т. д. Диаграммы могут дать представление о последовательности извержений и количественных соотношениях пород в разрезах, что хорошо проиллюстрировано в работе Т. И. Фроловой и И. А. Буриковой [36]. Подробную информацию могут нести формулы и, в частности, формулы, предложенные И. В. Лучицким [14], в которых отмечается содержание в процентах от мощности основных, средних и кислых пород, пород осадочных и пирокластических. Поскольку формулы несколько громоздки, их рационально помещать за рамкой планшета, а на картах фиксировать лишь точки или разрезы, к которым они относятся.

Составление палеовулканологических карт и разрезов к картам дает основание производить подсчеты объемов продуктов извержений отдельных вулканов, их фаций и показывать эти данные на картах, в палеовулканологических разрезах и колонках. Этот очень важный количественный показатель позволяет ориентировочно оценивать интенсивность процессов вулканизма за единицу времени и подойти к оценке палеоэнергетики древних вулканов и, в частности, суммарной энергии, выделившейся в результате их деятельности, а также к подсчету распределения этой энергии на единицу площади (плотность энергии). Подобные расчеты весьма актуальны «... так как позволяют хотя бы в самом первом приближении подойти к мере и числом к вулканическим процессам, для того, чтобы оценить их роль в геологическом развитии земного шара» [8] и отдельных его регионов. Вопросы методики палеоэнергетических расчетов подробно обсуждены в работе И. В. Лучицкого [14].

Все количественные сведения относятся к категории вспомогательных нагрузок, так как насыщенность ими карт существенно зависит от степени детальности проработки фактического материала, его достоверности и масштаба карт. В предложенной автором легенде к картам (см. прилож. I, 8) количественные данные, позволяющие судить о мощности вулканогенных разрезов, соотношении фаций и пород, показаны как непосредственно цифровыми сведениями, так и изолиниями и диаграммами. Конечно, все эти сведения несут элементы гипотетичности, что является неизбежным фактором, заложенным в идее создания палеовулканологических карт. Чтобы элементы гипотетичности были минимальными и чтобы максимально приблизить отраженную на картах палеовулканологическую обстановку к той, которая существовала в ту или иную эпоху, палеовулканологические карты должны содержать определенный набор геофизических сведений с количественными оценками (гравитационные, магнитные региональные и локальные максимумы и минимумы и др.), позволяющими судить о положении ос-

новых зон вулканов с жерловинами, магмопроницаемых зон, промежуточных магматических очагов, о глубине и строении фундамента, на котором возникали те или иные вулканические сооружения, и т. д.

Интрузивные образования

В первую очередь на палеовулканологических картах должны быть показаны все интрузии, входящие в вулcano-плутонические ассоциации. Такие ассоциации особенно характерны для областей орогенного вулканизма, где плутонические члены ассоциаций занимают большие территории. Картирование этих образований и отображение их на картах помогают проведению палеовулканологических реконструкций, выяснению положения магмоподводящих зон промежуточных магматических очагов и жерловых зон вулканов. Учитывая сказанное, В. Ф. Белый [23] рекомендует отмечать на палеовулканологических картах стадии становления и развития интрузивных комплексов и, в частности, показывать интрузивные массивы, вскрытые эрозией, невскрытые и внедряющиеся.

Что касается самостоятельных интрузивных комплексов, не имеющих комагматов среди вулканогенных образований, то они, вероятно, должны отображаться в схематическом плане, но так, чтобы этот вид нагрузки, как правильно заметил М. Г. Ломизе [33], мог быть использован для выяснения взаимосвязи вулканизма с интрузивным магматизмом, оруденением, тектоникой и палеогеографическими условиями. Поэтому к отражению этой нагрузки с той или иной полнотой в каждом отдельном случае следует подходить, исходя из конкретной палеовулканологической обстановки. В частности, на обзорных и мелкомасштабных картах рекомендуется во всех случаях показывать гипербазитовые и гранитные пояса, пространственно сопряженные с вулканическими поясами, с обязательным указанием их возраста, используя индексацию, принятую для обозначения интрузивных образований на геологических картах (см. прилож. I, II). Данные о возрасте интрузивных комплексов, сформировавшихся к тому или иному этапу вулканизма, позволяют лучше проанализировать его предисторию и историю тектоно-магматического развития региона в целом. Пространственно и генетически не связанные с вулканогенными образованиями интрузии, сформировавшиеся до временного этапа, для которого составляется палеовулканологическая карта, не должны на ней фиксироваться.

Технически интрузии вулcano-плутонических ассоциаций рационально показывать цветным крапом, а самостоятельные интрузивные комплексы стандартной цветовой гаммой, принятой для показа интрузивных пород (см. прилож. I, 4). Если интрузии вулcano-плутонических ассоциаций не выходят на поверхность, но установлены на некоторой глубине с помощью геофизических методов или бурения, то технически они отображаются тем же крапом, но более разреженным, который может накладываться на крап, обо-

значающий вулканогенные породы, а рядом со знаками, обозначающими интрузивные породы, следует указывать глубину их залегания (в км). Самостоятельные интрузивные комплексы, не выходящие на поверхность, на карты не выносятся, но могут показываться на геологических разрезах, которые рекомендуется прилагать к картам.

Сведения о рудоносности и металлогении

Для обзорных и мелкомасштабных карт основные положения минерагенического раздела легенды к палеовулканологическим картам были сформулированы геологами ВСЕГЕИ (Д. В. Рундквист, К. А. Марков и др.) в связи с составлением обзорной Палеовулканологической карты СССР. При разработке легенды они предложили руководствоваться принципами, отраженными в легенде к новой металлогенической карте СССР масштаба 1 : 5 000 000. В основном, с некоторыми изменениями и добавлениями автора, они сводятся к следующему.

1. Все полезные ископаемые металлические и неметаллические по наборам металлов и сырья объединяются в пять основных групп: а) черные металлы (железо, марганец); б) цветные металлы (медь, свинец, цинк в разных количественных сочетаниях и алюминий); в) редкие металлы (олово, вольфрам, молибден, ртуть, цезий, редкие металлы); г) благородные металлы (золото, серебро); д) аграрное сырье (фосфор), горно-химическое сырье (сера, плавиковый шпат, барит), ювелирное сырье (кремнезем).

2. В каждой из групп по преобладанию того или иного металла могут выделяться рудные формации. Так, например, группа колчеданных формаций может быть представлена медно-цинковой (Cu, Zn), медно-свинцово-цинковой (Cu, Zn, Pb) и колчеданно-полиметаллической (Pb, Zn, Cu) формациями и т. д. Имеется много определений термина «рудная формация». При составлении палеовулканологических карт необходимо учитывать, что в рудную формацию должны объединяться месторождения и проявления со сходным минеральным составом руд и околорудных измененных пород, сходными или близкими условиями залегания в сходной геологической и палеовулканологической обстановке.

Рудные формации предлагается выделять в объемах предложенных редколлекцией металлогенической карты СССР масштаба 1 : 5 000 000, перечень которых близок к опубликованному в справочном руководстве [31].

3. Рудные формации и их сочетания предлагается отображать контурными цветными линиями, при этом цвет их должен отвечать цвету принятому для каждой конкретной группы металлов и сырья (см. прилож. I, 9). Отдельные рудные формации и их ассоциации обозначаются символами в латинской транскрипции главного элемента (главного металла), определившего наименование формации. Формации с неметаллическим полезным ископаемым рекомендуется отражать аббревиатурой главного минерала в русской строчной транскрипции. Примеры: флюоритовая формация (фл),

халцедон-опаловая (хо) и т. д. Индексы проставляются в разрывах цветных линий.

4. В качестве наиболее крупных единиц металлогенического районирования геологи ВСЕГЕИ предлагают выделять структурно-металлогенические зоны, которые в своих контурах должны совпадать со структурно-формационными зонами, а последним должны соответствовать конкретные области геосинклинального, орогенного, платформенного и рифтогенного вулканизма. Как представляется автору, при составлении обзорных карт в качестве наиболее крупных единиц металлогенического районирования рациональнее выделять металлогенические провинции, охватывающие по площади тысячи квадратных километров и соизмеримые с территориями структур I порядка — стабильными областями и подвижными поясами. В этом случае структурно-металлогенические зоны следует рассматривать как единицы металлогенического районирования, входящие в состав металлогенических провинций. По площади структурно-металлогеническая зона будет укладываться в рамки структурно-формационной зоны, как структуры II порядка, составляющей часть подвижного пояса или стабильной области. Размеры структурно-металлогенических зон по протяженности, как правило, не должны превышать 1000—1500 км, при ширине в несколько сот километров. Примером может служить зона Тагило-Магнитогорского прогиба.

Соответственно в качестве подчиненных единиц металлогенического районирования будут последовательно: металлогеническая зона, рудные районы, рудные поля, узлы и участки.

Вполне естественно — чем мельче единица металлогенического районирования, тем больше расхождение в ее контурах с контурами геологических формаций и тектонических структур, поскольку последовательное металлогеническое районирование заключается в выделении рудоносных площадей различного порядка, отличающихся качественными и количественными параметрами рудоносности.

Металлогеническая нагрузка в рамках металлогенической провинции будет характеризоваться определенными наборами комплексов рудных формаций наиболее характерных типов полезных ископаемых, связанных с группами вулканических формаций, входящих в состав структурно-формационных зон конкретной металлогенической провинции. Предлагается отображать профилирующий металлогенический фон металлогенической провинции двойной цветной контурной линией. Цвет внешней линии должен соответствовать цвету, каким показывается главная группа полезных ископаемых, а цвет внутренней линии должен характеризовать второстепенные полезные ископаемые, характерные для данной металлогенической провинции. В разрывах линии рекомендуется помещать буквенные индексы характерных видов полезных ископаемых.

5. Металлогенический облик структурно-металлогенической зоны будет характеризоваться специфической для нее группой рудных формаций характерных типов полезных ископаемых и принадлежностью их к определенному генетическому типу. Согласно

классификации, предложенной В. И. Смирновым, рекомендуется выделять пять генетических групп формаций: 1) собственно вулканогенную (преобладают эксгальационные месторождения, связанные с конкретными вулканическими фациями и телами); 2) формации, месторождения которых относятся к вулканогенно-осадочным с чертами эксгальационных и хемогенно-осадочных (они как правило, связаны с конкретными вулканогенными формациями); 3) рудные формации колчеданных месторождений (разновидность второй группы); в этой группе могут отмечаться эпигенетические отношения оруденения к вмещающим породам; 4) формации с месторождениями вулканогенно-гидротермального генезиса, парагенетически связанные с пропилитовыми метасоматитами (оруденение характеризуется наложенностью на рудовмещающие вулканогенные толщи, но не выходит за пределы рудоносной формации); 5) формации с месторождениями гидротермальными и гидротермально-метасоматическими, парагенетически связанные с контактными ореолами и апикальными частями интрузивных тел, прорывающих вулканогенные формации. Эта группа месторождений эпигенетична по отношению к породным ассоциациям, вмещающим оруденение, которое накладывается и на интрузивные образования, прорывающие вулканогенную формацию.

Принадлежность рудных формаций к той или иной генетической группе может обозначаться значковым индексом, совмещенным с цветовой контурной линией, обозначающей группу полезного ископаемого. Цвет значка должен соответствовать цвету группы полезного ископаемого, представленного в рудной формации. В случае принадлежности полезного ископаемого к двум генетическим группам допускается совмещение значковых индексов, путем отображения их в виде чередующихся значков (см. прилож. I, 9).

Следует подчеркнуть, что не всегда представляется возможным установить формы связи отдельных месторождений с теми или иными проявлениями вулканизма и вулканогенными формациями. Нередко месторождения, залегающие в вулканогенных толщах (пятая группа), значительно оторваны от этапа вулканизма, для которого составляется палеовулканологическая карта. В этих случаях на карты они наносятся как месторождения с неясным генезисом или месторождения, связанные с теми или иными конкретными формациями и фациями только пространственно.

На обзорных и мелкомасштабных картах показываются только металлогенические провинции, входящие в них металлогенические зоны, комплексы и типовые ассоциации рудных формаций и, как исключение, наиболее представительные месторождения полезных ископаемых. Поскольку обзорные и мелкомасштабные карты составляются обычно для этапов широкого временного диапазона, а металлогенический фон металлогенической провинции или структурно-металлогенической зоны может определяться более узким конкретным временным интервалом, не совпадающим по времени с интервалом формирования вертикального ряда формаций, целесообразно в разрывах цветных линий, характеризующих ареалы

распространения рудных формаций, помещать возрастной индекс эпохи рудогенеза.

Минералогеническая легенда для региональных и детальных карт должна составляться с учетом возможности использования рекомендаций по составлению легенд для мелкомасштабных карт и внесения данных, позволяющих прогнозировать отдельные месторождения и рудные тела в пределах известных рудных полей. На региональных и детальных картах могут быть показаны ареалы распространения конкретных рудных формаций, структурно-металлогенических и металлогенических зон, рудные районы, поля и участки с разграничением их по степени перспективности, месторождения и отдельные рудопроявления, что будет служить уже поисковым целям. Если выделяя металлогенические провинции и структурно-металлогенические зоны, мы можем судить о потенциальных возможностях выделения групп полезных ископаемых, то, выделяя металлогенические зоны, рудные районы и участки, мы можем осуществлять конкретное прогнозирование отдельных видов полезных ископаемых, месторождений и рудных тел. Границы металлогенических зон всегда будут более узкими, чем границы структурно-формационных и соответственно структурно-металлогенических зон. Металлогенические зоны будут характеризоваться более узкими наборами рудных формаций или чаще всего отдельной формацией. Металлогенический облик ее будет определяться одним или несколькими металлами, а месторождения своим возникновением будут связаны не только с особенностями тектонического режима, вулканизма и осадконакопления, характерного для структурно-формационной зоны в целом, но и особенности развития и вулканизма отдельных ее блоков и участков. При переходе к металлогеническому прогнозированию крупного масштаба привлечается информация по непромышленным рудным скоплениям, полям минерализации, геохимическим ореолам и т. д. На детальных картах с нанесенными на них месторождениями и рудопроявлениями в ряде случаев отпадает необходимость выделять рудные формации. Поскольку рудные объекты могут быть представлены только рудопроявлениями и рудными аномалиями, обладающими общностью состава, они могут показываться как ассоциации, близкие к тому или иному определенному типу рудной формации. На средне- и крупномасштабных картах часто отпадает необходимость выделять и показывать рудные формации, если они в единственном числе и полностью охватывают территорию, отображенную на карте, так как нанесенные на нее месторождения и рудопроявления сами по себе позволяют судить о принадлежности их к определенной рудной формации. В пределах рудных полей могут быть показаны рудные тела различного генезиса как непосредственно выходящие на поверхность, так и их проекции с указанием глубин залеганий от уровня современного эрозионного среза.

На средне- и особенно крупномасштабных картах анализ рудоносности и прогнозной оценки территорий должен осуществляться

не столько в увязке с типом вулканогенной формации, сколько со спецификой слагающих ее фаций как сугубо вулканогенных, так и вулканогенно-осадочных и в ряде случаев осадочных, с типом и строением отдельных вулканических сооружений и локальной палеогеографической и палеотектонической обстановкой становления разных фаций вулканитов.

Во всех случаях сведения по металлогении и рудоносности не должны перегружать палеовулканонологическую карту. Их отражение должно осуществляться преимущественно контурными и немасштабными условными обозначениями. Рекомендуются выносить ряд данных в списки, таблицы и текстовые приложения за поля карты (списки рудных районов, участков, месторождений, рудопроявлений и т. д.). На детальных картах обязательно фиксируются вторичные синвулканические изменения пород: окварцевание, серицитизация, пропицитизация и др., которые могут рассматриваться в качестве индикаторов рудоносности. Поскольку палеовулканонологические карты являются специализированными, на них могут наноситься и другие сведения, уточняющие и детализирующие данные по металлогении и рудоносности, что относится в основном к крупномасштабным картам. При исследованиях разного масштаба, когда составляются серии палеовулканонологических карт для последовательно сменяющихся друг друга во времени этапов вулканизма, возникает объемная картина соотношения металлогенических зон и рудных формаций в увязке с формационными зонами разных этапов вулканизма, что позволяет более обоснованно судить о потенциальных возможностях выделения погребенных групп и отдельных месторождений полезных ископаемых, связанных с конкретными объектами и формациями.

На всех картах сведения о рудоносности и металлогении должны отчетливо отражаться с учетом степени достоверности информации. Все зоны и участки с неподтвержденной и предполагаемой перспективностью обозначаются пунктирными линиями. Зоны, перспективность которых не вызывает сомнения, но может оцениваться по разному (зоны высокой перспективности, зоны слабоперспективные и т. д.), рекомендуется отмечать римскими цифрами в разрывах контуров, фиксирующих площади распространения рудных формаций, рудных полей или участков. Цифровыми знаками может указываться и очередность опосредования объектов.

ОФОРМЛЕНИЕ КАРТ

КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ПАЛЕОВУЛКАНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ ДЛЯ ДВУХ ЭТАПОВ ВУЛКАНИЗМА И ОСОБЕННОСТИ ЛЕГЕНД К ЭТИМ КАРТАМ

Опыт составления крупномасштабных палеовулканонологических карт для районов с унаследованным развитием вулканизма показал возможность и рациональность, в ряде случаев, отражения на

картах не одного, а одновременно двух этапов вулканизма. Чтобы сохранить наглядность этих карт, была разработана методика с применением наложенных, просвечивающих в цветах и оттенках условных обозначений. Автор убежден, что одновременное отображение палеовулканологической обстановки двух этапов на одном полотне имеет определенные положительные и некоторые отрицательные стороны. Отрицательные состоят в том, что приходится более схематично отражать детали строения вулканических сооружений и фациальной обстановки. В то же время при одновременном отображении на картах двух этапов лучше отражается эволюция вулканизма от этапа к этапу, а сами карты дают возможность читателю лучше оценить объемность и глубинность палеовулканологической обстановки. Какой тип палеовулканологической карты наиболее целесообразен — «однорусный», характеризующий один этап, или «двухъярусный», отображающий одновременно два этапа, необходимо решать в каждом случае в соответствии с возможностями показа конкретной палеовулканологической обстановки не в ущерб наглядности карт и в соответствии с целесообразностью отображения на одном планшете двух этапов вулканизма.

Основные принципы составления карты, отражающей одновременно два этапа, те же, что и при составлении обычной детальной крупномасштабной палеовулканологической карты, лишь несколько усложняется легенда и сама карта приобретает полосовидный вид за счет применения «просвечивающих» условных обозначений; на картах чередующиеся полосы разной ширины и цвета отражают разные этапы вулканизма. Применение приема просвечивания и принципа «просвечивающих» условных обозначений может быть использовано и при составлении мелкомасштабных карт, когда появляется необходимость показа отдельных формаций или их сочетаний в районах, где эти формации перекрывают друг друга.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ ГЕОЛОГО-ПАЛЕОВУЛКАНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

Карты этого типа могут считаться специализированными картами, которые рационально составлять для районов развития вулканогенных образований. Это геологические карты с усиленной палеовулканологической нагрузкой.

Составленные автором совместно с Р. И. Костиной и А. Ф. Морозовым геолого-палеовулканологические карты для Учалинской структурно-формационной зоны Магнитогорского мегасинклинария Урала [23] отвечают в основном требованиям, которые предъявляются к геологическим картам, но в отличие от последних они содержат дополнительную информацию по палеовулканологическим реконструкциям и не содержат данных по строению рыхлого чехла. На этих картах (см. прилож. II, III) в рамках вулканогенных формаций нами отмечено положение центров активного вулканизма, показано примерное пространственное положение районов трещинного, центрального и ареального вулканизма, выделены жерлово-

прижерловые зоны палеовулканов, показаны реликты гидротермальных источников и четко отображены все вулканогенные фации. На картах отмечены кальдерные зоны и границы вулканотектонических депрессий, разломы, предположительно и достоверно служившие магмоподводящими проводниками, и некоторые геофизические данные (локальные положительные и отрицательные гравиметровые аномалии), подчеркивающие положение вулканических центров, кальдер и предполагаемых промежуточных магматических очагов. Так, например, крупные базальтовые вулканические сооружения центрального типа в Учалинском рудном районе Южного Урала хорошо оконтуриваются положительными кольцевыми гравитационными аномалиями. Локальные отрицательные аномалии силы тяжести фиксируют положение жерловых зон вулканов центрального типа, сложенных кислыми вулканитами. В некоторых случаях на карты могут быть вынесены магнитные аномалии, подчеркивающие те или иные палеовулканологические данные. На карту обязательно вносились данные о месторождениях и рудопроявлениях, что имеет непосредственное отношение к использованию карт для прогнозной оценки районов на месторождения, связанные с вулканогенными формациями.

Поскольку сама геологическая карта нередко переполнена информацией, при нанесении на нее дополнительных данных палеовулканологического характера, превращающих ее в геолого-палеовулканологическую, последняя может быть технически разгружена за счет уменьшения плотности знаков, обозначающих литолого-петрографический состав пород и т. д., что облегчит ее чтение.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОФОРМЛЕНИЯ КАРТ

Приемы оформления палеовулканологических карт почти не отличаются от установленных для геологических карт (положения об их оформлении контролируются соответствующими инструкциями, утвержденными Министерством Геологии СССР). При полистном оформлении палеовулканологических карт все условные обозначения помещаются за восточной рамкой карты. Возможны варианты комплектации нескольких стандартных листов на одном бланке с единой легендой, а также листов, охватывающих территории не вписывающиеся в площади, ограниченные планшетами с международной разграфкой. Последний вариант применим к территориям, на которых вулканогенные образования занимают узко локальные участки и, главным образом, при составлении крупномасштабных карт, особенно таких, которые характеризуют, например, отдельные вулканические сооружения. Палеовулканологический разрез помещается под картой, а слева от нее чертится колонка (см. прилож. II), показывающая последовательность продуктов извержения данного этапа и особенности их состава.

Разрез, в отличие от геологического, строится с учетом палеорельефа, с гипотетическим профилем местности, который предполагается на основе палеовулканологических реконструкций. Есте-

ственно, при его построении широко используются экстраполяции, например, показывающие контуры былых конусов вулканов и т. д. Для отображения деталей палеовулканологических реконструкций и глубинного строения, допустимо рациональное увеличение вертикального масштаба, что показывается шкалой сбоку на разрезе. На разрезы могут выноситься опорные глубокие скважины и геофизические данные, подкрепляющие сведения о глубинном строении территории.

В колонку вносятся сведения, позволяющие с максимальной детальностью показать последовательность извержений, литолого-петрографический состав продуктов вулканизма, химизм пород и т. д. На колонке фиксируются также временные соотношения покровных образований — эффузивных и пирокластических с субвулканическими, экструзивными и жерловыми и соотношение секущих образований друг с другом. Этим колонка к палеовулканологической карте существенно отличается от колонки к стратиграфической карте, на которую секущие образования не выносятся. Условные обозначения должны соответствовать принятым на карте. Химизм пород может отражаться на карте и в колонке как цифровыми данными, так и диаграммами, а также краткими текстовыми пояснениями с правой стороны колонки против характеризующих «слоев». Возможны варианты приведения нескольких колонок, характеризующих разные структурно-фациальные зоны и участки со специфическими особенностями вулканизма.

Особенно четко на картах должны фиксироваться достоверные и предполагаемые данные (см. прилож. I—III). Если все данные предполагаемые, то они показываются обычными условными обозначениями, но в легенде или за рамкой листа карты это положение оговаривается особо. Допустимы случаи, когда поясняются или оговариваются отдельные авторские положения. Так, например, что жерловые зоны выделены только на основании геофизических данных, или делается оговорка, что в определенных зонах те или иные данные необходимо считать предполагаемыми. Это касается в основном детальных карт. Обзорные и мелкомасштабные карты должны соответствовать унифицированной легенде с обязательным отражением характера достоверности материала. При нанесении разных данных на карты необходимо учитывать, что технически допустимые размеры линейных контуров должны быть не уже 1 мм, а изометричных — не менее 2 мм². Данные, имеющие особое значение для понимания палеовулканологической обстановки и которые не могут быть отражены в масштабе карты, показываются внемасштабными знаками, например, субвулканические дайки, которые наносятся линией длиной 2—3 мм с сохранением направления простираания. В отдельных случаях допускается отображение объектов с увеличением их площади. Это, например, может касаться жерловых зон, контуры которых могут быть увеличены на картах до размеров 3—4 мм². Все остальные вопросы техники оформления карт решаются так же, как и при составлении, оформлении и подготовке к изданию обычных геологических карт.

В отдельных случаях на детальные карты могут выноситься некоторые данные, помещаемые обычно на карты фактического материала — скважины, горные выработки, номера обнажений, проб и другие, на которые имеются ссылки в объяснительной записке к карте. Это рекомендуется в случаях, когда не прилагается карта фактического материала, когда этот материал имеет особую ценность для палеовулканологического анализа и эти сведения не затрудняют чтение карты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Геологическая съемка вулканогенных образований*, вып. 2/В. В. Донских, В. Н. Зелепугин, В. Ф. Николаев, А. А. Прияткин, Б. С. Зейлик и др. М., Недра, 1971.
2. *Жвания Д. Г.* Таблица условных обозначений для геологических карт разных масштабов. М., Госгеолтехиздат, 1960.
3. *Инструкция по организации и производству геологосъемочных работ в м-бе 1 : 1 000 000 и 1 : 500 000.* М., Госгеолтехиздат, 1955.
4. *Инструкция по составлению и подготовке к изданию государственной геологической карты СССР м-ба 1 : 1 000 000 (новая серия).* Л., ВСЕГЕИ, 1966.
5. *Инструкция по составлению и подготовке к изданию государственной карты СССР м-ба 1 : 200 000.* М., Недра, 1969.
6. *Калугина Т. И., Калугин А. С.* К методике количественного исследования вулканогенных формаций. — Труды II Всесоюзного вулканологического совещания. Т. 2. М., Наука, 1976.
7. *Карта магматических формаций СССР м-ба 1 : 2 500 000*, под редакцией Д. С. Харкевича. Краткая объяснительная записка. Л., Недра, 1971.
8. *Контарь Е. С.* Вопросы методики составления палеовулканологических карт эвгеосинклинальных областей. — В кн.: Вулканизм Южного Урала. Свердловск, 1974.
9. *Короновский Н. В.* Палеоэнергетические реконструкции кайнозойского орогенного вулканизма альпийского пояса Евразии, Северной, Центральной и Южной Америки. — В кн.: Глобальные палеовулканологические реконструкции. Новосибирск, Наука, 1979.
10. *Коптев-Дворников В. С., Яковлева Е. Б., Петрова М. А.* Вулканические породы и методы их изучения. М., Недра, 1967.
11. *Кузнецов Ю. А.* Главные типы магматических формаций. М., Недра, 1964.
12. *Луцицкий И. В., Бровков Г. Н., Пилипенко В. Н.* Проблемы палеовулканологии и палеовулканологические карты. — В кн.: Палеовулканологические реконструкции, лавы и руды древних вулканов. Алма-Ата, 1964.
13. *Луцицкий И. В., Фремд Г. М.* Проблемы палеовулканологических реконструкций. — В кн.: Палеовулканологические реконструкции, лавы и руды древних вулканов. Алма-Ата, 1964.
14. *Луцицкий И. В.* Основы палеовулканологии. Т. 1, 2. М., Наука, 1971.
15. *Магматические формации территории СССР.* Кн. 1, 2. М., Недра, 1979.
16. *Малеев Е. Ф.* Обзор классификаций вулканокластических пород. — В кн.: Проблемы вулканизма, Ереван, 1959.
17. *Малеев Е. Ф.* О туфолавах и игнимбриках. М., Изд-во АН СССР, 1959.
18. *Малеев Е. Ф.* Фациальный метод реконструкций вулканических построек и количественные характеристики вулканогенных формаций. — В кн.: Методы палеовулканологических реконструкций и вулканизм докембрия. Петрозаводск, 1975.

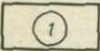
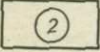
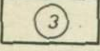
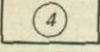
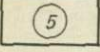
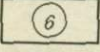
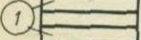
19. Малеев Е. Ф. О некоторых количественных характеристиках вулканогенных формаций. — Тезисы II Всесоюзного палеовулканологического симпозиума. Петрозаводск, 1975.
20. Малеев Е. Ф. Критерии диагностики фаций и генетических типов вулканитов. М., Наука, 1975.
21. Методическое руководство по геологической съемке м-ба 1 : 50 000. Л., Недра, 1974.
22. Методические указания по геологической съемке м-ба 1 : 50 000. Вып. 2. Геологическая съемка вулканогенных образований. Л., Недра, 1971.
23. Методы составления палеовулканологических карт. Новосибирск, Наука, 1979.
24. Морозов А. Ф. Силурийский вулканизм западного крыла Тагильского синклинали на Среднем и Северном Урале. — Бюлл. МОИП, отд. геологии, т. 53(6), 1978.
25. Москалева В. Н., Шаталов Е. П. Типы петрографических провинций СССР. М., Недра, 1974.
26. Основные принципы составления, содержание и условные обозначения металлогенических карт рудных районов. М., Недра, 1964.
27. Основные требования к содержанию и оформлению обязательных геологических карт масштаба 1 : 50 000 (1 : 25 000). Л., Недра, 1977.
28. Палеотектонические карты СССР, м-б 1 : 5 000 000. Т. 1, 2. Гл. ред. Т. Н. Спичарский. Л., Недра, 1977—1979.
29. Паффенгольц К. Н. Геологический очерк Армянской ССР. — Матер. Международного геол. конгресса. ОНТИ, 1937.
30. Ритман А. Вулканы и их деятельность. М., Мир, 1964.
31. Рудоносность и геологические формации структур земной коры. Под ред. Д. В. Рундквиста. Л., Недра, 1981.
32. Спичарский Т. Н. Обзорные тектонические карты СССР (составление карт и основные вопросы тектоники). Л., Недра, 1973.
33. Тезисы III Всесоюзного палеовулканологического симпозиума. Новосибирск, Наука, 1977.
34. Усов М. А. Фации и фазы пород эффузивного облика. — «Проблемы Советской геологии», 1935, № 9.
35. Устиев Е. К. Некоторые основные понятия и термины в учении о магматических формациях. М., Изд-во АН СССР, 1970.
36. Фролова Т. И., Бурикова И. А. Геосинклинальный вулканизм. М., Изд. МГУ, 1977.
37. Шарфман В. С., Костина Р. И. Палеовулканы и вопросы их классификации. — В кн.: Эволюция вулканизма в истории Земли. М., 1973.
38. Шарфман В. С. Опыт составления палеовулканологических карт для вулканогенных провинций меденосной зоны Урала. — В кн.: Методы палеовулканологических реконструкций и вулканизм докембрия. Петрозаводск, 1975.
39. Шинкарев Н. Ф. Происхождение магматических формаций. Л., Недра, 1978.

**РЕКОМЕНДУЕМЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
К ПАЛЕОВУЛКАНОЛОГИЧЕСКИМ КАРТАМ РАЗЛИЧНОГО МАСШТАБА***

- А. Обзорные карты м-ба мельче 1:1 000 000.
 Б. Мелкомасштабные м-ба 1:1 000 000 до 1:500 000.
 В. Среднемасштабные м-ба 1:500 000 — 1:200 000 (региональные).
 Г. Крупномасштабные м-ба 1:100 000 и крупнее (детальные).

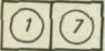
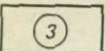
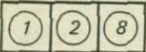
1. Формационные данные

а. Примеры обозначения групп, отдельных типов формаций и ассоциаций

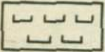
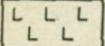
- А Б В
- | | |
|---|---|
|  | Базальтовая формация, или базальтовая, базальт-андезитобазальтовая и базальт-риолитовая группы формаций |
|  | То же, с преобладанием андезитов |
|  | То же, с преобладанием дацитов и риолитов |
|  | То же, с преобладанием субщелочных и щелочных пород (трахириолитовая формация) |
|  | Офиолитовая ассоциация |
|  | Гранит-риолитовая вулканоплутоническая ассоциация |
|  | Формации и их группы на закрытых территориях (базальтовая формация) |

Примечания. 1. Для обзорных карт условные обозначения характеризуют группы формаций и ассоциаций, для мелкомасштабных — сочетание формаций и отдельные формации, для среднемасштабных — преимущественно формации. 2. Цвет подбирается близким к принятому для обозначения наиболее распространенных или типичных групп пород, так же, как на картах магматических формаций.

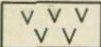
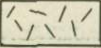
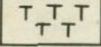

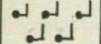
б. Примеры обозначения отдельных групп вулканитов конкретных формаций разных стадий и фаз вулканизма

- Г
- | | |
|---|---|
|  | Основные вулканиты контрастной базальт-риолитовой формации: а — первой, б — второй стадии вулканизма |
|  | Кислые вулканиты той же формации |
|  | Вулканиты основного (а), среднего (б) и кислого (в) состава непрерывной базальт-андезит-риолитовой формации третьей стадии вулканизма |

2. Фациальные и литолого-петрографические данные



- Б
- | | |
|---|-----------------------------|
|  | Пикриты |
|  | Базальты и андезитобазальты |

* Цифры в кружках характеризуют цвета условных обозначений в легенде, на картах и в палеовулканологической колонке, приведенные в таблице.

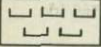
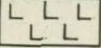
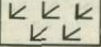
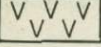

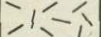
Б		Андезиты
		Риолиты и дациты
БВГ		Трахиты
		Фонолиты
		Щелочно-ультраосновные и основные породы

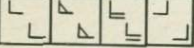
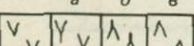
Примечания. 1. Для мелкомасштабных карт крап обозначает нерасчлененные образования, включающие породы эффузивной, экструзивной и жерловой фаций (пирокластические образования показываются самостоятельным крапом, см. ниже); для средне- и крупномасштабных карт характеризует исключительно эффузивные образования.

2. Для мелко, средне- и крупномасштабных карт допускается совмещение крапа для отражения породных ассоциаций. Пример:

	Базальты и риолиты
	Трахиты и риолиты

а. Породы эффузивной фации

ВГ		Пикриты
		Базальты
		Андезитобазальты
		Андезиты
		Дациты
		Риолиты

Г		Базальты и их разновидности: а – оливиновые, б – гирстененовые, в – с роговой обманкой
		Андезитобазальты и их разновидности: а – плагиоклазовые, б – пироксен-плагиоклазовые, в – с роговой обманкой
		Андезиты и их разновидности: а – плагиоклазовые, б – пироксен-плагиоклаз-роговообманковые, в – с роговой обманкой
		Дациты и их разновидности: а – кварц-плагиоклазовые, б – с вкрапленниками темноцветных минералов
		Риолиты и их разновидности: а – кварц-плагиоклазовые, б – с вкрапленниками темноцветных минералов

- Г
- | | | | |
|-----|--|--|--|
| | | | Трахиты и их разновидности: а — лейцитовые, б — с роговой обманкой |
| а б | | | |
| | | | Фонолиты и их разновидности: а — лейцитовые, б — с разными комбинациями темноцветных минералов |
| а б | | | |
| | | | Щелочно-основные и ультраосновные породы: а — нефелиниты, б — нефелиновые базальты |
| а б | | | |

Примечание. Разновидности эффузивных пород с разными вкрапленниками и их соотношениями и структурами могут отражаться изменениями размеров крапа. Допускается дополнительное введение знаков для пород, не предусмотренных в этой легенде.

б. Породы пирокластической фации

- Б
- | | | |
|---------|--|---|
| | | Все разновидности пирокластических пород. Состав показывается совмещенным крапом эффузивной породы. Пример: а — туф андезитового состава |
| а | | |
| | | |
| ВГ | | а — пирокластические породы нерасчлененные, б — туфы, нерасчлененные по гранулометрии, |
| а б | | |
| В | | в — туфы мелко- и среднеобломочные: пепловые, лапиллиевые, бомбовые (вулканические бомбы размером до 10 см), г — туфы (туфобрекчии) крупнообломочные и глыбовые (размер обломков более 10 см). Состав в зн. а — г показывается крапом эффузивной породы |
| в г | | |
| | | Присутствие пирокластического материала в осадочных породах (телепирокластике). Состав отражается крапом эффузивной породы. Крап красного цвета. |
| Г | | Туфы: а — пепловые, б — кристаллокластические, в — литокластические, г — витрокластические и др. |
| а б в г | | |

Примечание. Состав пирокластических пород показывается совмещенным крапом эффузивной породы. Отдельные разновидности могут отражаться изменением размеров знаков. Так например, могут обозначаться туфы различной гранулометрии (мелко-, средне- и крупнообломочные). Пример:

- | | | |
|-----|--|--|
| | | а — мелкообломочные,
б — крупнообломочные туфы андезитов литокластические |
| а б | | |

Примечание. Допускаются варианты совмещения знаков. Пример:

- | | |
|--|---|
| | Лито-кристаллокластические туфы андезитов |
|--|---|

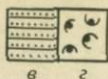
- | | | | | |
|---------|--|--|--|---|
| | | | | Туфобрекчии: а — мелкообломочные — лапилли и вулканические бомбы размером до 5 см, б — среднеобломочные — до 10 см, в — крупнообломочные — до 20 см, г — глыбовые — более 20 см. Состав показывается крапом эффузивной породы |
| а б в г | | | | |

Примечание. Изменением густоты крапа, обозначающего эффузивные и пирокластические породы, могут подчеркиваться также разноудаленные от центров извержения зоны вулканов.

в. Породы осадочно-вулканогенных и вулканогенно-осадочных фаций

- ВГ
- | | | |
|-----|--|---|
| | | а — кремнистые туффиты, б — туффиты (гранулометрия обломочного материала отмечается дополнительным крапом, как для пирокластических фаций), |
| а б | | |

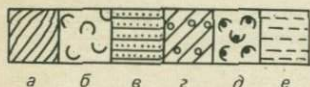
ВГ



θ — туфоалевролиты, туфопесчаники и туфоконгломераты,
 z — лахаровые брекчии

Примечание. Допускается дополнительное введение знаков для пород и их ассоциаций, не предусмотренных легендой

Г

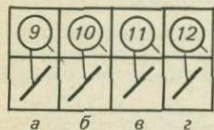


a — кремнистые туффиты, b — туффиты (гранулометрия обломочного материала показывается дополнительным крапом, как и для пирокластических фаций), $в$ — туфоалевролиты и туфопесчаники, z — туфогравелисты и туфоконгломераты, d — лахаровые брекчии, e — отложения кратерных озер

Примечание. Допускается введение дополнительных знаков для пород, их ассоциаций и сочетаний, не предусмотренных в этой легенде.

г. Породы субвулканической, экструзивной и жерловой фаций

ВГ



a b $в$ z

a — основного, b — среднего, $в$ — кислого, z — щелочного состава (экструзивные образования показываются в сочетании со знаком экструзивного купола, жерловые — со знаком вулканического аппарата, субвулканические — оконтуриваются более жирной черной линией). Петрографические разновидности при необходимости выделяются дополнительно наложенным густым крапом

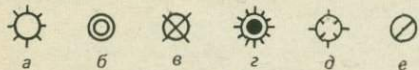


a b

a — знак экструзивного купола, b — вулканического аппарата

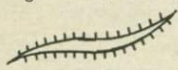
3. Данные о палеовулканологических формах и реконструкциях

А

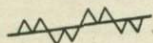


a b $в$ z d e

Вулканы: a — центрального типа (все), b — щитовые, $в$ — стратовулканы, z — куполовидные, d — комбинированные, e — линейного типа



Вулканические аппараты трещинного типа

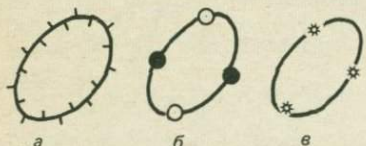


Вулканические цепи

*

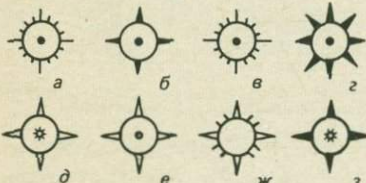
Экструзивные купола

БВГ



a b $в$

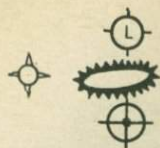
Области, районы и участки с проявлением вулканизма: a — трещинного, b — центрального, $в$ — ареально-го типа



a b $в$ z
 d e $ж$ z

Вулканические аппараты центрального типа: a — щитовые — гавайского, исландского типа, b — стратовулканы (все), в том числе вулканы: $в$ — везувианского и этна-везувианского, z — стромболианского, d — пелейского, e — смешанного типа (по А. Ритману), $ж$ — куполовидные, z — комбинированные

БВГ

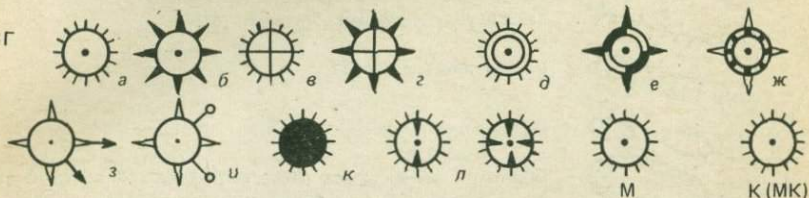


Некки. Состав показывается литологическим крапом

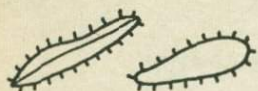
Шлаковые конусы, шлаковые валы и хребты

Маары

ВГ



Примеры обозначения одноосевых (а, б), многоосевых (в, г) вулканов; вулканов с гомодромной (д), антидромной (е), с повторяющейся эволюцией вулканической деятельности (ж), с указанием преобладающего направления извержений (з), с побочными — паразитическими кратерами (и); предполагаемых на основании геофизических данных на закрытых территориях и погребенных (к), с кальдерами разного типа (л), с мантийными (М), коровыми (К), теми и другими (МК) магматическими очагами



Лавовые хребты и лавовые плато, образованные вулканами трещинного типа



Некки сложного строения



Трещинные экстрезии



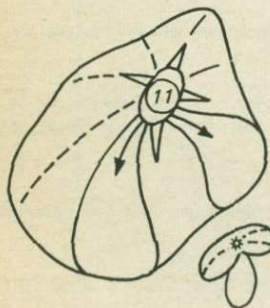
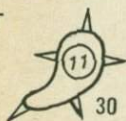
Трубки взрыва



Реликты гидротермальных источников

Примечание. При наличии данных применяются масштабные знаки, ограничивающие своими контурами жертвовые зоны.

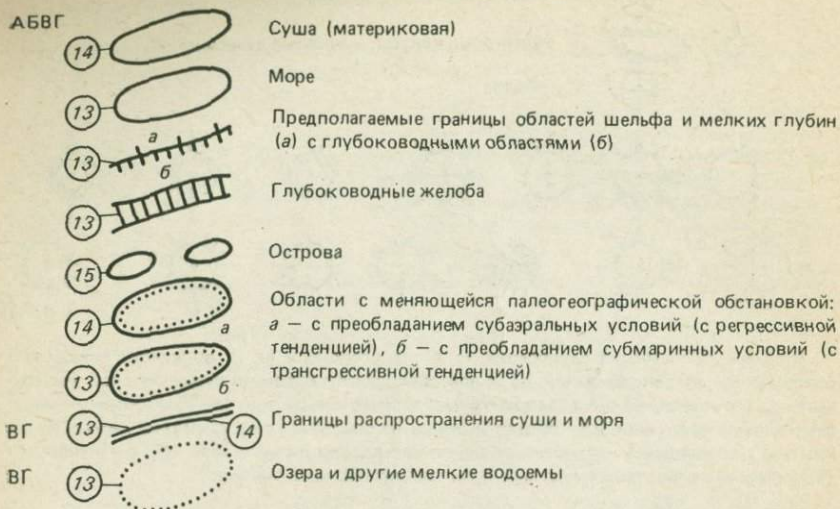
Г Вулканические аппараты смешанного (по А. Ритману) типа. Цифры с боку — коэффициент эксплозивности (E). Вулканы богатые лавами — $E = 11-33$, нормальные — $E = 34-66$, богатые рыхлым материалом — $E = 67-90$



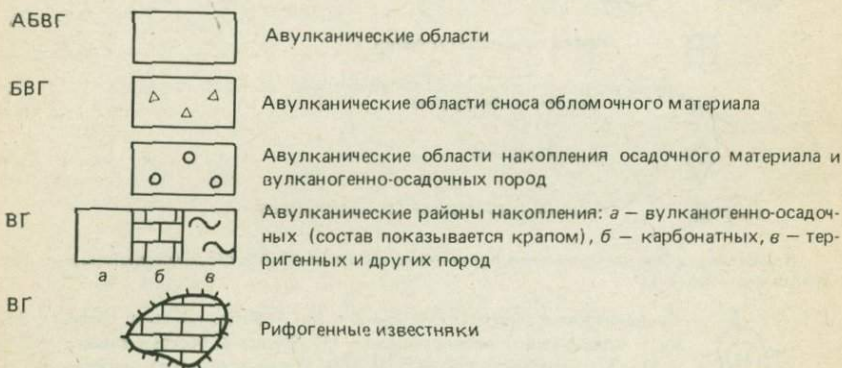
Пример обозначения палеовулкана с установленными потоками и сохранившимися конусами

Экстрезивный купол с потоками растекания и сохранившимся конусом

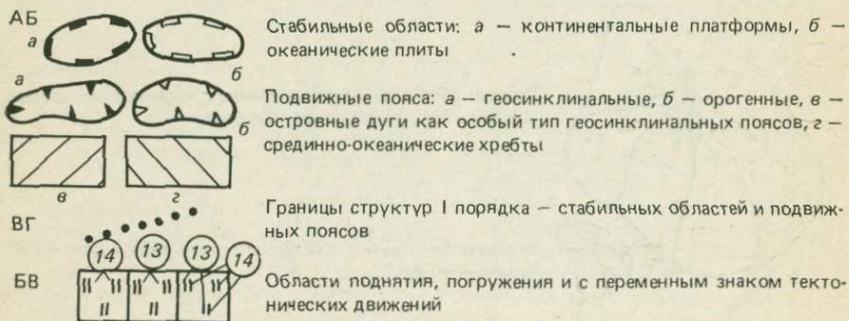
4. Палеогеографические данные

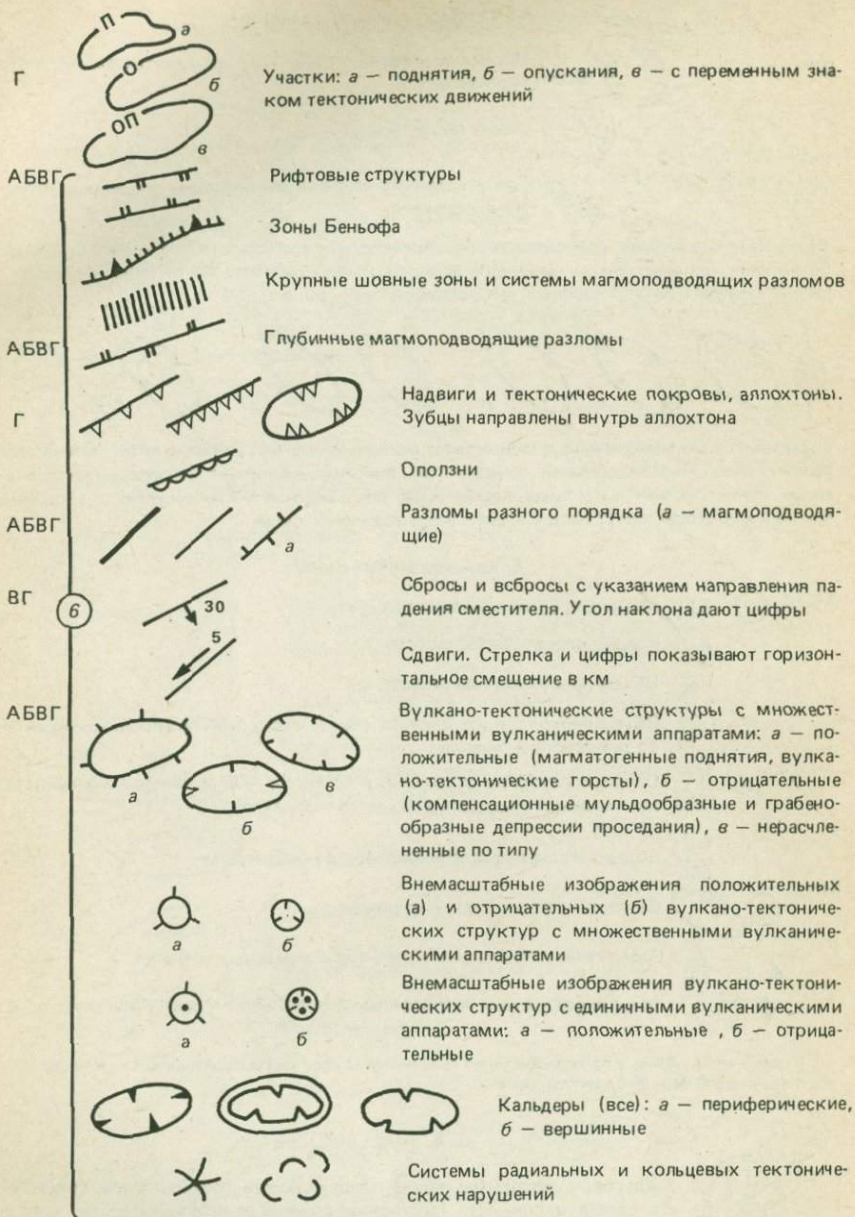


5. Данные по вулканическим областям и районам

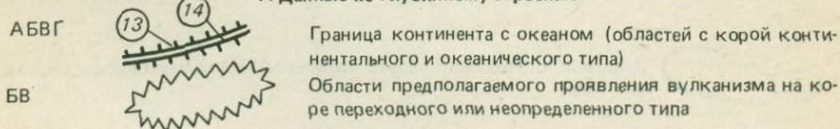


6. Палеотектонические данные





7. Данные по глубинному строению

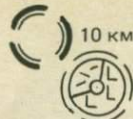


БВ



Зоны глубинных разломов в фундаменте

ВГ



Проекция и глубина залегания промежуточных магматических очагов

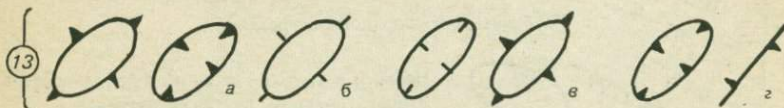
Состав пород фундамента

АБВГ



Гравитационные ступени, отражающие специфику структур фундамента

Геофизические данные, подтверждающие определенные особенности глубинного строения: увеличение или уменьшение мощности пород того или иного состава, наличие реликтов магматических очагов, жерловых, магмоподводящих зон и т. д.



Гравитационные максимумы и минимумы: региональные (а), локальные (б), магнитные положительные и отрицательные аномалии (в), линейные магнитные знакопеременные аномалии, фиксирующие магмоподводящие зоны (з). Сведения об интенсивности аномалий при необходимости могут проводиться в разрывах синих линий

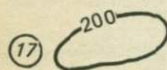
8. Количественные данные

- АБВГ (13) 2.1 Мощность вулканогенных толщ, км
- ϵ_{20} Коэффициент эксплозивности
- V_{20} Объем продуктов извержения, км³
- $V_{\frac{20}{30}}$ Объем продуктов извержения (км³) и продолжительность накопления (в знаменателе), млн. лет
- ⊙ $\frac{125}{1250}$ Опорные глубокие скважины, в числителе — № скважины, в знаменателе — видимая мощность вскрытого разреза, м
- $\frac{\Phi D_1}{300}$ Возраст и глубина залегания пород фундамента, м
- ВГ (13) 200 Сведения о мощностях, в изолиниях
- Г
- ▲ $\frac{N}{2.1} \frac{K}{3.0}$ Содержание петрогенных элементов в отдельных точках, %
- ◆ $\frac{MF}{8;7.6}$ Среднее содержание петрогенных элементов по массиву или участку, %

Примечание. Данные по химизму могут выноситься за поле карты и приводиться в таблицах с соответствующей нумерацией точек на картах.



Круговые диаграммы, показывающие состав, соотношение в процентах и последовательность (по часовой стрелке от первой четверти) залегания вулканогенных пород в разрезе






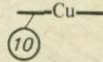


Изолинии, отражающие рельеф поверхности фундамента или определенных толщ







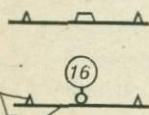
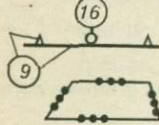
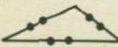
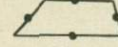


9. Данные по металлогении и рудоносности

АБВГ

а. Группы полезных ископаемых


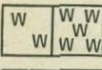
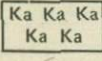
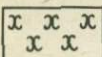
-  Черные металлы
 -  Цветные металлы
 -  Редкие металлы
 -  Благородные металлы
 -  Неметаллические полезные ископаемые
- Ведущее полезное ископаемое показывается индексом в разрыве линий
- 

б. Генетические группы рудных формаций, ассоциаций и месторождений

-  Эксгальационные
-  Вулканогенно-осадочные
-  "Колчеданные"
-  Гидротермально-вулканогенные
-  Гидротермальные вулканогенно-плутоногенные
-  Комплексы рудных формаций металлогенических провинций (цвет внешней линии характеризует ведущую группу полезного ископаемого, внутренней — второстепенную)
-  Ассоциации рудных формаций структурно-металлогенических и металлогенических зон (цвет характеризует группу полезных ископаемых, знаки — генетические типы соответствующих формаций) пример: серно-меднорудные (с железом) колчеданные формации
-  Металлогенические зоны
-  Рудные районы
-  Рудные поля (узлы, участки)
-  Месторождения
-  Рудопроявления

БВГ

ВГ

- 
 -  Окварцевание и вторичные кварциты
 -  Карбонатизация
 -  Хлоритизация

С	С	КС
С		КСКС

Серицитизация и кварц-серицитовые породы

6

Э	Э	Э
Э	Э	Э

Гематитизация


Э	Э	ЭЭЭ
Э		ЭЭЭ

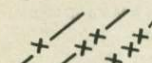
Эпидотизация и эпидозиты

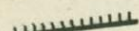
П	П
П	П

Пропилитизация


10. Условные обозначения разного содержания


 Геологические границы: достоверные, предполагаемые, с несогласием, фациальные


 Границы жерлово-прижерловых, промежуточных и удаленных зон палеовулканов


 Границы структурно-фациальных (формационных) зон


а. Тектурные данные

 Флюидалность и ее направление по простиранию


 Брекчиевидность


 Агглютинация

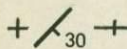
 Миндалекаменность

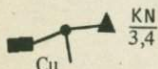
 Шаровые лавы

б. Разные данные

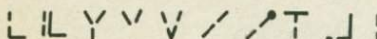
 Господствующие направления извержений и течения потоков

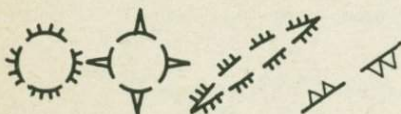
 Фауна и флора

 Залегание пластов и тел: горизонтальное, наклонное, вертикальное

 Примеры нанесения условных знаков, перекрывающих друг друга

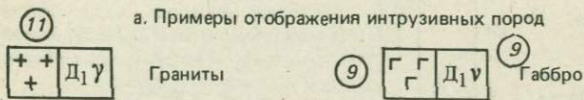
в. Примеры отображения предполагаемых данных на закрытых или слабо изученных территориях, а также предполагаемых на основании геофизических исследований

 Состав пород

 Вулканические аппараты и гряды



11. Интрузивные образования



Примечание. Крап характеризует интрузии вулкано-плутонических ассоциаций, цвет — самостоятельные интрузивные комплексы в тонах, принятых для геологических карт с соответствующей индексацией. Разновидности одной группы пород отображаются изменением размера крапа и оттенка основного тона

б. Примеры индексации главных типов пород

Граниты	γ — гамма
Гранодиориты	γδ — гамма, дельта
Диориты и кварцевые диориты	δ — дельта
Габбро	ν — ню
Гипербазиты	σ — сигма
Щелочные граниты	εγ — эпсилон, гамма
Щелочные габброиды	εν — эпсилон, ню
Сиениты	ξ — кси

ПАЛЕОВУЛКАНОЛОГИЧЕСКАЯ КОЛОНКА

Этапы вулканизма	Стадии и фазы вулканизма	Мощность, м	Литогеологическая колонка	Субвулканические и экструзивные фации	Палеогеографическая обстановка	Характеристика пород и фаций и химический состав пород
Зейфельский	4	300—500				Базокварцевые, реже кварц-плагиоклазовые мелкопорфировые дациты, липарит-дациты и липариты в эффузивных, субвулканических и экструзивных фациях
	3	100—500				Преобладают пирокластические фации базальтового и андезит-базальтового состава. В удаленных от центров извержений зонах преобладают туфиты и туфопесчаники
	2	600—800				Толейтовые базальты, массивные и шаровые с подчиненными прослоями и линзами туфопесчаников, туфитов и яшм. Преобладают афировые базальты, реже встречаются мелко-среднепорфировые. Гиалокластиты и туфобрекчии основного состава. Силлы дацитовых порфиритов с интерсертально-гранофировыми структурами
	1	500—700				Толейтовые базальты афировые, шаровые, миндалекаменные — продукты преимущественно трещинных извержений из мантийных очагов
						$\begin{array}{cccccccc} \text{SiO}_2 & \text{TiO}_2 & \text{Al}_2\text{O}_3 & \text{Fe}_2\text{O}_3 & \text{FeO} & \text{Na}_2\text{O} & \text{K}_2\text{O} & \\ \hline 73,61 & 0,28 & 13,63 & 1,45 & 2,06 & 5,2 & 0,59 & \end{array}$
						$\begin{array}{cccccccc} \text{SiO}_2 & \text{TiO}_2 & \text{Fe}_2\text{O}_3 & \text{FeO} & \text{MgO} & \text{CaO} & \text{Na}_2\text{O} & \text{K}_2\text{O} \\ \hline 66,84 & 0,6 & 3,12 & 2,76 & 1,12 & 2,26 & 5,61 & 1,09 \end{array}$
						$\begin{array}{cccccccc} \text{SiO}_2 & \text{TiO}_2 & \text{Al}_2\text{O}_3 & \text{Fe}_2\text{O}_3 & \text{FeO} & \text{MgO} & \text{CaO} & \text{Na}_2\text{O} & \text{K}_2\text{O} \\ \hline 49,62 & 1,00 & 15,05 & 2,3 & 9,9 & 2,8 & 5,5 & 2,14 & 0,51 \end{array}$

Палеогеографическая обстановка

— — — — — глубокое море

- - - - - мелкое море

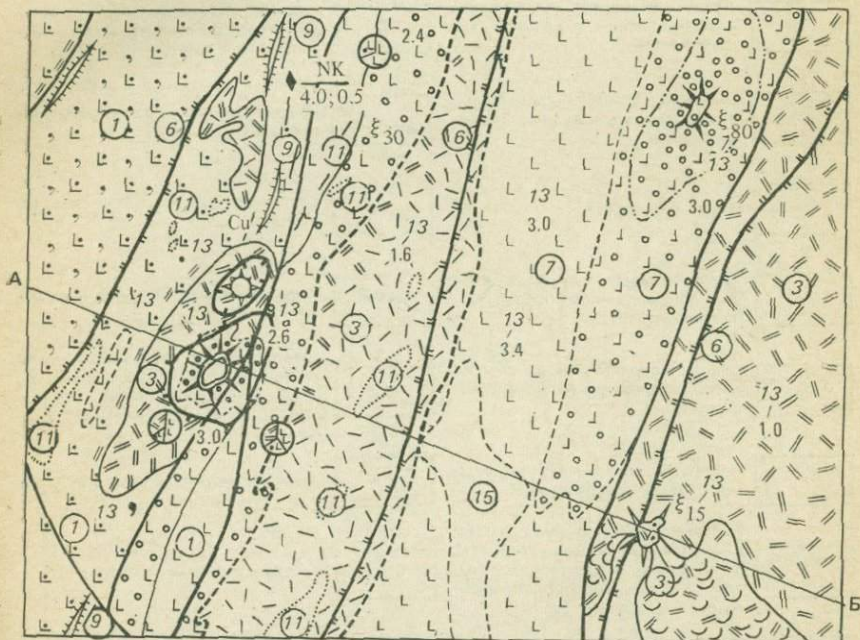
..... острова

- · - · - континентальная суша

ПАЛЕОВУЛКАНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА УЧАЛИНСКОГО РАЙОНА ЮЖНОГО УРАЛА
ЭЙФЕЛЬСКИЙ ЭТАП ВУЛКАНИЗМА

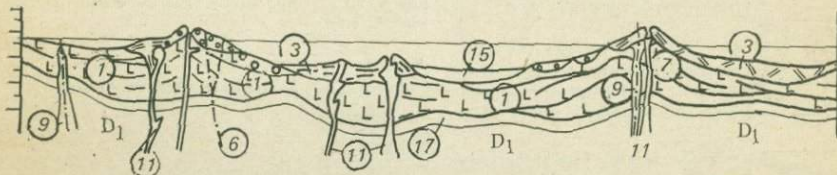
0,5 0 1 2 3 км

МАКЕТ




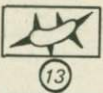

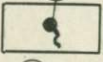

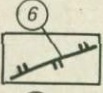

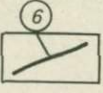

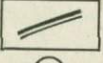

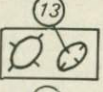

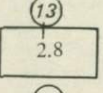

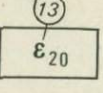

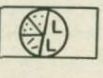



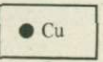

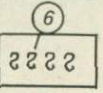

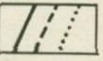

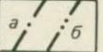


Авторы: В.С. Шарфман, Р.И. Костина, А.Ф. Морозов

РАЗРЕЗ ПО ЛИНИИ АБ



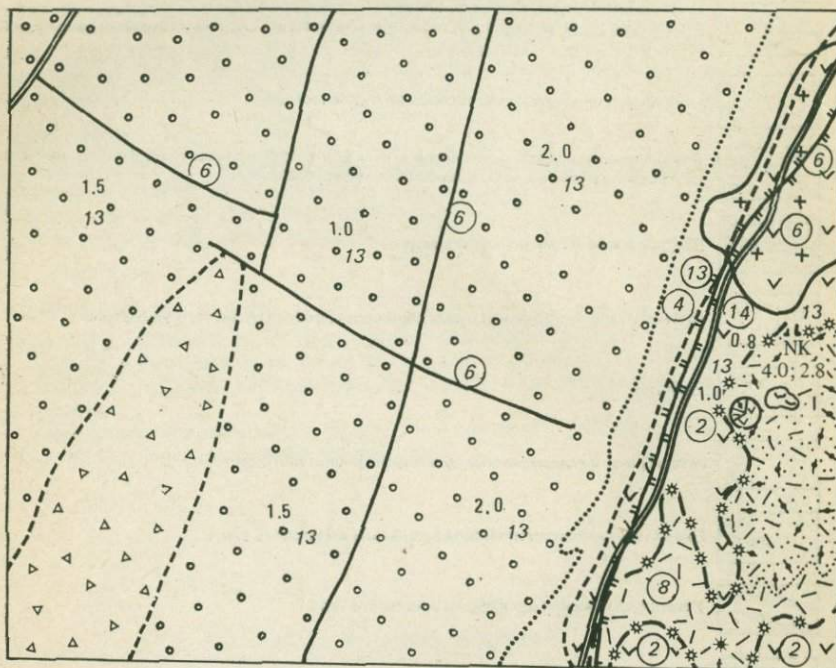
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

	<p>Участки преимущественного накопления продуктов подводного базальтоидного вулканизма контрастной базальт-риолитовой формации ранней (а) и поздней (б) стадий</p>		<p>Вулканические аппараты центрального типа, проявлявшие пелейскую деятельность</p>
	<p>Участки преимущественного развития подводного дацитового и риолитового вулканизма контрастной базальт-риолитовой формации</p>		<p>Вулканы центрального типа, проявлявшие стромболианскую деятельность</p>
	<p>Участки накопления вулканогенно-осадочных пород в условиях водного бассейна</p>		<p>Реликты гидротермальных источников, представленные глыбами кварц-гематитовых пород</p>
	<p>Вулканиты базальт-андезитобазальтовой формации нижнего девона (на разрезе)</p>		<p>Предполагаемые магмоподводящие разломы</p>
	<p>Базальты афировые</p>		<p>Синвулканические тектонические нарушения</p>
	<p>Базальты средне- и крупнопорфировые с вкрапленниками пироксена и плагиоклаза</p>		<p>Зоны глубинных разломов в фундаменте</p>
	<p>Дациты и риолито-дациты базокварцевые, афировые и мелкопорфировые</p>		<p>Гравитационные локальные положительные и отрицательные аномалии, подтверждающие увеличение мощностей пород основного и кислого состава</p>
	<p>Риолиты кварц-плагиоклазовые мелко- и крупнопорфировые</p>		<p>Мощности вулканогенных пород, км</p>
	<p>Туфобрекчи базальтового состава: а — крупнообломочные и глыбовые, б — мелко- и среднеобломочные (состав показывается крапом эффузивной породы)</p>		<p>Коэффициент эксплозивности</p>
	<p>Линзы кремнистых туффитов и яшм</p>		<p>Количественные соотношения пород (в %) и последовательность их залегания (по часовой стрелке от первой четверти)</p>
	<p>Тектурные данные: а — миндалекаменность, б — шаровые лавы</p>		<p>Химизм пород. Средние содержания петрогенных окислов натрия и калия</p>
	<p>Субвулканические силлы, штоки и дайки: а — базальтового, б — риолитового и дацитового состава</p>		<p>Колчеданные рудопроявления</p>
	<p>Местоположение предполагаемых вулканических аппаратов трещинного типа</p>		<p>Гематитизация</p>
	<p>Вулканические аппараты центрального типа со смешанным типом деятельности (по А. Ритману) с установленными потоками</p>		<p>Геологические границы: достоверные, предполагаемые, фациальные</p>
	<p>Вулканические аппараты центрального типа с гомодромной эволюцией вулканической деятельности</p>		<p>Границы жерлово-прижерловых (а) и промежуточных зон (б) палеовулканов</p>

ПАЛЕОВУЛКАНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА УЧАЛИНСКОГО РАЙОНА ЮЖНОГО УРАЛА
ЖИВЕТСКИЙ ЭТАП ВУЛКАНИЗМА

0,5 0 1 2 3 км

МАКЕТ



Авторы: В.С. Шарфман, Р.И. Костина, А.Ф. Морозов

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- | | |
|--|---|
| 2 | Участки преимущественного накопления продуктов вулканизма андезитового и андезит-базальтового состава непрерывной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации |
| 8 | Участки преимущественного накопления продуктов вулканизма риолит-дацитового состава непрерывной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации |
| 4 | Участки преимущественного накопления пирокластических и вулканогенно-осадочных пород кислого и смешанного состава непрерывной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации |
| 4 | Авулканические участки сноса обломочного материала |
| | Авулканические участки накопления вулканогенно-осадочных и осадочно-вулканогенных пород: туффигов, туфоалевролитов, туфопесчаников |
| 13 14 | Предполагаемые границы суши и моря |
| | Андезиты, андезит-базальты с подчиненными туфобрекчиями того же состава |
| | Риолиты |
| | Игнимбриды и игнимбритоподобные туфы риолитового состава |
| 6 | Граниты вулканоплутонической ассоциации живетского этапа |
| | Участки проявления вулканизма ареального типа |
| | а — экструзивные купола; б — то же, с потоками растекания |
| 6 | Магмоподводящие разломы |
| 2.0 13 | Мощности вулканогенных толщ, км |
| E ₂₀ 13 | Коэффициент эксплозивности |
| | Количественные соотношения пород (%) и последовательность их залегания (по часовой стрелке от первой четверти) |
| | Геологические границы: достоверные, предполагаемые, фациальные |
| | Химизм пород. Содержание петрогенных окислов натрия и калия |

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Принципы составления палеовулканологических карт и легенд	4
Выбор хронологических рубежей при составлении карт	5
Основные данные, рекомендуемые к нанесению на палеовулканологические карты	5
Оформление карт	35
Крупномасштабные палеовулканологические карты для двух этапов вулканизма и особенности легенд к этим картам	35
Особенности составления геолого-палеовулканологических карт	36
Технические приемы оформления карт	37
Список литературы	39
Приложения:	
I. Условные обозначения к палеовулканологическим картам	41
II. Палеовулканологическая колонка и палеовулканологическая карта Учалинского рудного района Южного Урала для эйфельского этапа вулканизма	52
III. Палеовулканологическая карта Учалинского района Южного Урала для живетского этапа вулканизма	55

Виталий Соломонович Шарфман

ПАЛЕОВУЛКАНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ
(составление карт и легенд к ним)

Редактор издательства В. И. Макеев
Обложка художника А. Е. Чучканова
Художественный редактор Е. Л. Юрковская
Технический редактор О. А. Колотвина
Корректор Э. А. Ляхова

ИБ № 5044

Сдано в набор 05.07.84.	Подписано в печать 18.10.84.	Т-19936.	Формат 60×90 ¹ / ₁₆ .
Бумага книжно-журнальная.	Гарнитура «Литературная».		Печать высокая.
Усл. печ. л. 3,5.	Усл.-кр. отт. 3,88.	Уч.-изд. л. 4,06.	Тираж 1700 экз.
Заказ 1114/8966—1.	Цена 25 коп.		

Ордена «Знак Почета» издательство «Недра», 103633, Москва, К-12,
Третьяковский проезд, 1/19

Ленинградская картографическая фабрика ВСЕГЕИ

2

25 коп.

4659

103

7
S

НЕДРА