ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 552.5:551.8

К ПРОБЛЕМЕ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ КЛАССИФИКАЦИИ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Н.Н.Верзилин

Институт земной коры Санкт-Петербургского государственного университета

Аргументируется целесообразность учета генетической специфики определенных групп пород и парагенетических связей между ними даже в систематиках осадочных пород, строящихся на принципах формально исключительно структурно-минеральных. В связи с этим предлагается новый вариант систематики, опубликованной в конце 80-ых годов, одним из создателем которой был автор. Оценивается детальная систематика осадочных пород, изданная в 1998 г. с рекомендацией Подкомиссии по классификации осадочных пород Национального Комитета геологов России для геологов Российской Федерации и стран СНГ. Рассмотрены пути создания унифицированной классификации осадочных пород, однозначно отражающей количественное содержание любых главных компонентов, слагающих породу.

Введение

Шестидесятые годы прошлого столетия ознаменовались повышенным вниманием литологов к проблеме основных принципов классификации осадочных пород. Напомню утверждения некоторых ведущих ученых того времени.

Л.В.Пустовалов писал: “В естественной классификации все выделяемые группы должны занимать совершенно определенное и обоснованное место, должны сменять друг друга в определенной последовательности, соответствующей их “родственным” (парагенетическим) связям” [1, стр. 86]. Такая последовательность, по его мнению, должна отвечать принципу осадочной дифференциации главных компонентов осадочных пород.

М.С. Швецов подчеркивал, что “классификация должна быть максимально простой и легко применимой на практике” [2, стр. 17], а Г.Ф.Крашенинников - что “нужно стремиться к тому, чтобы классификация...отвечала нескольким элементарным условиям, а именно: была выдержанной по основным принципам, удобной для практического использования и по возможности простой” [3, стр. 7].

Представляется, что рекомендации М.С.Швецова и Г.Ф.Крашенинникова бесспорны. Целесообразность же и возможность реализации представлений Л.В.Пустовалова менее очевидна, хотя бы по тому, что нет единой дифференциации осадочного материала. Она различна в гумидных и аридных условиях, что убедительно было показано Н.М.Страховым [4,5]. Кроме того, интенсивность, а нередко и последовательность осадочной дифференциации, как правило, контролируется прямо или косвенно живым веществом, а не чисто физико-химическими процессами. Роль же биоса определяется многими параметрами, включая и собственно биологические закономерности.

Строго говоря, в приведенных цитатах из работ М.С.Швецова и Г.Ф.Крашенинникова, по существу, указываются не принципы классификации, а требования, предъявляемые к ним. Основным же принципом принятым этими учеными, как и большинством их современников, занимавшихся классификацией осадочных пород, было выделение основных подразделений осадочных пород по генетическим признакам.

В восмидесятые годы и в начале девяностых все большее внимание стали уделять построению классификаций (систематики) осадочных пород на основе использования данных об особенностях их вещественного состава и структуры, т.е. классификаций, основанных на принципах не генетических или не вещественно-генетических, а чисто структурно-минералогических [6-14]. Так, систематика осадочных пород, опубликованная в 1988 г. Н.Н.Верзилиным, В.И.Драгуновым, В.Н.Шванов ым [10], была построена по принципу корреляционной таблицы, по вертикальной оси которой отражен вещественный, преимущественно минеральный состав, а по горизонтальной - структуры. Среди последних слева направо выделялись: кластитовые (обломочные), пелитовые, кристалло-органолитовые, интракластовые структуры.

В указанную систематику, получившую подробное обоснование в 3 работах [10-12], по моему

мнению необходимо внести некоторые коррективы. Еще более важным представляется оценить новые варианты этой систематики, предложенные позже В.Н. Шванов [15, 16], который высказал мнение, что после необходимого обсуждения и возможных изменений, “было бы крайне желательным принятие ее в качестве основы для геологических работ официальным органом национального или международного уровня в качестве проекта “Кодекса”, как это принято в стратиграфии...” [16, стр. 37].

Положение осадочных пород в системе геологических объектов

Говоря о принципах классификации горных пород, нельзя обойти молчанием их определенное иерархическое положение в системе геологических объектов. Первым, низшим уровнем организации геологических объектов и, одновременно, их материальной основой, можно считать минеральный. Для его носителей - минералов - определяющими параметрами являются химический (атомный) состав и внутреннее строение (строение кристаллической решетки). Размеры не являются показательным и классификационным признаком. Длительность образования также не учитывается и, как правило, не может быть оценена. Наиболее существенным с геологической точки зрения является то, что каждый минеральный индивидуум несет информацию лишь о физико-химических условиях, имевших место, по существу, непосредственно в локальном месте его образования, например, в отдельных порах осадка или породы, на контакте зерен, в трещинах. При этом в осадочных породах часто те или иные минералы находятся не in situ, и информации об условиях формирования породы не несут. Более того, даже аутигенные минералы, индикаторы определенных физико-химических обстановок, содержащиеся во многих породах, как убедительно было показано М.Ф. Стащуком [17], часто не дают однозначных сведений об условиях осадконакопления или диагенеза. Таким образом, отдельные минералы, присутствующие в осадочных породах (если они не являются породообразующими аутигенными), обычно заключают незначительную генетическую информацию. Когда же аутигенные минералы являются породообразующими, то генетическую информацию, по существу, несут не отдельные их представители, а определенная их совокупность, т.е. уже порода или ее неотъемлемая часть.

Породный уровень организации осадочного вещества значительно более сложный, чем минеральный. Любая осадочная порода характеризуется составом слагающих ее компонентов (минеральным, а иногда и петрографическим - для грубообломочных, изредка песчаных, пород) и строением (структурой). Соответственно, эти объективные показатели обычно и кладут в основу систематики осадочных пород.

Минерал, как правило, - химически и физически относительно однородное природное образование, а порода - обычно химически и физически неоднородный объект, но возникший во вполне определенной обстановке осадконакопления. По существу, единство условий образования, монофациальность, обусловливают и общность состава и строения породы (осадка) в пределах ее распространения (линзы, пласта, пачки) и специфические особенности, отличающие геологическое тело, которое она слагает, от соседнего, сложенного иной породой.

Итак, горные породы - агрегаты минералов, обладающие определенной структурой, причем минеральный состав - атрибут более низкого уровня организации вещества. Качественным показателем породного уровня, определяющим его специфику, являются в широком смысле структурные особенности пород. Соответственно, именно они в осадочных породах обычно несут основную генетическую информацию, позволяющую, в частности, отличать их от магматических и метаморфических образований. На основе же одного минерального состава иногда нельзя различить даже гнейсы, граниты, аркозовые песчаники.

В то же время нельзя забывать, что осадочные породы состоят примерно на 3/4 из минералов новообразованных, являющихся не продуктами разрушения магматических или других пород, а результатом синтеза в новых термодинамических условиях [13]. Естественно, породы, сложенные такими минералами, также несут четкую генетическую информацию, нередко более определенную, чем структурные признаки.

Из отмеченного следует, что при построении систематики осадочных пород на принципах формально исключительно структурно-минеральных все же надо учитывать генетическую специфику определенных групп пород и парагенетические связи между ними.

Показательно, что сторонник негенетической классификации осадочных пород Ю.П. Казанский подчеркивал, что классификационное значение прежде всего имеют структуры, позволяющие разделить частицы на био-, грано- и кластоморфные [8]. Но это - подразделения, отражающие роль основных осадкообразующих процессов: биогенного, хемогенного и кластогенного. Поэтому реально без использования некоторых генетических представлений при классификации осадочных пород не обойтись и призывы создания полностью негенетической систематики вряд ли могут быть реализованы.

Есть и другая сторона вопроса. Осадочные, магматические и метаморфические породы выделяются по генезису. При этом магматические и осадочные породы нередко различаются коренным образом не столько химическим или минеральным составом, сколько условиями образования - эндогенными и экзогенными. Соответственно, - как подчеркивал В.Т. Фролов [13, стр.6] - это производные

совершенно разных миров, один из которых внутриземной (условия закрытой термодинамической системы), а другой - поверхностный, постоянно сосуществующий с космосом и жизнью (условия открытой системы). Более того, образование большинства осадочных пород непосредственно или косвенно связано с деятельностью живого вещества, т.е. является порождением биосферы.

Показательно, что магматические породы более дробно также подразделяются по генезису прежде всего на интрузивные и эффузивные, а метаморфические по **фациям** метаморфизма, т.е. по степени проявления процесса, их формировавшего. Естественно, что и наиболее крупные подразделения среди осадочных пород следует выделять, учитывая преобладающий процесс их образования.

Предлагаемый вариант схемы систематики осадочных пород

Исходя из вышеотмеченного в ранее предложенную систематику осадочных пород [10], при сохранении основных принципов ее построения, следует внести существенные коррективы.

С генетических позиций нелогично отнесение к оксидо-гидроксидным, фосфатным, карбонатным, сульфатным породам песчаников и алевролитов, а иногда брекчий и конгломератов, сложенных **обломками** соответствующих **пород**, т.к. они принципиально по процессу образования не отличаются от грубообломочных и алеврито-песчаных отложений, сложенных обломками другого состава или каким-либо сочетанием обломков перечисленных пород. Следует подчеркнуть, что чаще всего мономинеральность (или монопородность) обломков указанного состава отмечается у внутриформационных образований, а они в рассматриваемой систематике выделены в самостоятельное семейство. Поэтому по вертикальной оси таблицы базовой систематики вместо графы “Кварцево-силикатные” следует поместить название “Агрегаты обломков минералов и пород“ (таблица). Соответственно обширная совокупность пород, объединенная таким названием, будет полностью отвечать породам, обладающим обломочной структурой, возникшей вследствие кластогенных процессов и представляющих собой, как правило, образования, сложенные аллотигенным материалом.

Естественно, определяющим, классификационным признаком для указанной совокупности пород является структура, а не состав. Это давно нашло отражение в подразделении всех обломочных отложений прежде всего по размеру (а иногда и по форме) обломков, а затем уже по их составу. Неслучайно нередко даже для гранулометрических разностей обломочных пород при их описании указывают на их зернистость (например, крупнозернистый гравелит, мелкозернистый песчаник и т.п.), а минеральный состав не упоминается или приводится после структурного. Структурный (генетический) приоритет при классификации этих пород уже прочно вошел в научный обиход. Это нельзя не учитывать. Рассматривать обломочные породы как соподчиненные более крупным подразделениям (классам), объединяющим образования неясного содержания: ультрамафические, мафические, сиалическо-мафические, мафическо-сиалические, сиалические, сиалические - кварцевые [10], поэтому сейчас мне представляется неприемлемым. Кроме того, поскольку породы состоят из минералов, то выделение таких классов существенно по химическому признаку, а не по минеральному, как других, также не оправдано. Более логичным представляется подразделять совокупность осадочных пород, состоящих из агрегатов обломков минералов и/или пород, на поли-, би- и монокомпонентные образования. Выделение таких классов вполне определенно и подчеркивает существенные особенности питающих провинций и обстановок формирования обломочных отложений.

По вертикальной оси таблицы базовой систематики после графы “Агрегаты обломков...” следует вставить графу “Слоистые и ленточные силикаты”, в которую попадут глинистые породы, а еще ниже - “Водные алюмосиликаты”, отвечающую цеолитам (см. табл.).

Вычленение глинистых пород из одного классификационного уровня с обломочными вызвано рядом причин. Разделение глинистых и обломочных пород в литологии обычно проводится (или, по крайней мере, должно проводиться) не по структурному признаку, поскольку часто и нижняя размерная граница зерен в алевритовых породах и верхняя - в глинистых не совпадает. Поэтому отнесение пород к глинистым или обломочным не может быть проведено формально по структурному признаку - размерности частиц преобладающего в породе материала. Ведь глинистые породы часто сложены частицами крупнее 0,01 мм, а иногда и крупнее 0,05 мм [14].

Причина несовпадения указанных границ - принципиально различный генезис обломочного, преимущественно полевошпато-кварцевого, и глинистого материала. Фактически отделение глинистых пород от алевритовых должно производиться не по размеру частиц (структурному признаку), а по минеральному составу [11, 14], который прямо отражает специфику их генезиса.

Таблица

Схема систематики осадочных пород

СТРУКТУРА и основные процессы, ее сформировавшие / МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ		Признак семейства	КЛАСТОЛИТОВАЯ (обломочная) Физические процессы - физическое разрушение материнских пород в области сноса, механический перенос и отложение обломочного материала				ПЕЛИТОВАЯ Физико-химические процессы - образование осадочных минералов в зонах гипергенеза и диагенеза вследствие трансформационно-метасоматических процессов из коллоидных растворов, нередко механическое переотложениеэтих минералов		КРИСТАЛЛИТОВАЯ Химические процессы - образование осадочных минералов в зоне осадконакопления из растворов		БИОЛИТОВАЯ Биологические процессы - образование структуры осадков и пород вследствие жизнедеятельности организмов		ИНТРАКЛАСТОВАЯ Механические процессы - внутрибассейновое переотложение еще до конца нелитифицированного осадочного материала		
		Признак рода	Ангупсефитовая	Сферопсефитовая	Псаммитовая	Алевритовая	Собственно пелитовая	Колломорфная (гелево-аморфная)	Кристаллитовая равномернозернистая	Кристаллитовая сфероагрегатная	Фитолитовая	Зоолитовая	Грубо-	Псаммо-	Алевро-
Надклассы	Классы														
Агрегаты обломков минералов и пород	Поликомпонентные Бикомпонентные Монокомпонентные		Обломочные породы										Интракластовые из обломочных осадков		
Слоистые и ленточные силикаты	Полиминеральные Биминеральные Мономинеральные						Глинистые породы						Интракластовые из глинистых осадков		
Водные алюмосиликаты								Цеолиты							
Оксидо-гидроксидные	Аллиты Оксидо-железистые Оксидо-марганцевые Силициты						Бокситы	Ферритолиты Манганолиты		Силициты					
Фосфатные										Фосфориты					
Карбонатные	Арагонит-кальцитовые Доломитовые Магнезитовые Анкеритовые Сидеритовые Родохрозитовые								Известняки Доломиты Магнезиты Анкериты Сидериты Родохрозиты						
Соляные	Гипсовые Баритовые Целестиновые Галитовые и т.п.								Соли						
Органические	Углеродные Углеводородные														

Примечание: заштрихованы поля примерного распространения пород соответствующего состава и структуры.

Глинистые минералы являются типичными осадочными образованиями. Поэтому глинистые породы принципиально отличаются от пород обломочных, состоящих обычно из минералов, еще не успевших претерпеть глубокого химического разложения в поверхностных условиях [3] или при диагенезе. Исходя из отмеченного и того, что глинистые породы (глины и глинистые сланцы) составляют около 51% от всех осадочных пород [18], их следует выделить в самостоятельный вещественный уровень в систематике осадочных пород, а не объединять в один с обломочными. Поскольку различные глинистые минералы обычно образуются в разных обстановках [19], то глинистые породы по соотношению породообразующих минералов целесообразно подразделять на полиминеральные, биминеральные и мономинеральные. Принадлежность пород к одному из этих классов в определенной мере должна отражать степень завершенности процесса глинообразования при формировании пород и/или роль в них терригенной глинистой составляющей.

Начиная с глинистых пород, в отличие от обломочных, все осадочные породы подразделяются по минеральному составу, а уже затем, да и то не всегда, - по структурным признакам. Примат минерального состава здесь несомненен, т. к. все эти осадочные породы сложены минералами осадочного происхождения, несущими наиболее важную и надежную информацию. Первичные же структурные признаки в них нередко плохо или даже совсем не сохраняются из-за перекристаллизации материала или других причин.

Вернемся к принципам построения систематики осадочных пород. С генетических и парагенетических позиций целесообразно в совокупности оксидо-гидроксидных пород сверху вниз расположить подразделения: аллиты, оксидо-железистые, оксидо-марганцевые и силициты (см. табл.). Такая последовательность, как было показано В.Т. Фроловым [13], более отражает генетическую близость и частоту парагенетических сонахождений. После такой перестановки вся последовательность вещественных таксонов в большей мере соответствует переходу от менее дифференцированных осадочных образований к более однородным, простым, т.е. отражает направленность осадочной дифференциации. Не совсем вписываются в эту последовательность лишь органические породы. Это естественно, т.к. образование их прежде всего определяется процессами биологическими и реакциями органической химии, а не физико-химическими.

В горизонтальную ось таблицы целесообразно внести лишь незначительные изменения (см. табл.). Верхнюю графу подразделить на структуры: кластолитовую (обломочную), пелитовую, кристаллитовую, биолитовую, интракластовую. Поскольку структура осадочной породы или осадка это, прежде всего, отражение основных процессов, их сформировавших (подчеркну основных процессов, а не условий образования), в этой графе имеет смысл для наглядности указать эти процессы и генетическую расшифровку структуры. Соответственно будем иметь: физические процессы - физическое разрушение материнских пород в области сноса, механический перенос и отложение обломочного материала; физико-химические процессы - образование осадочных минералов в зоне гипергенеза и диагенеза вследствие трансформационно-метасоматических процессов и из коллоидных растворов, нередко механическое переотложение этих минералов; химические процессы - образование осадочных минералов в зоне осадконакопления из растворов; биологические процессы - образование осадков и пород вследствие жизнедеятельности организмов; механические процессы - внутрибассейновое переотложение еще до конца нелитифицированного (не входившего в геологический разрез) осадочного материала.

Принятая последовательность структур в общих чертах отвечает принципу осадочной дифференциации вещества. Правда, по этому принципу, возможно, биолитовые структуры следовало бы поместить между пелитовыми и кристаллитовыми, поскольку организмы обычно начинают извлекать и отлагать вещество еще из недосыщенных растворов, до начала хемогенной его садки, а сферо-агрегатные структуры часто очень близки к интракластовым. Однако тогда бы была разорвана генетическая связь колломорфных и кристаллитовых структур. Вероятно здесь проявляется то, что биогенные процессы, управляемые биологическими законами, не вписываются в виде какого-то звена, а как бы накладываются на ряд физико-химической осадочной дифференциации.

О некоторых принципиальных особенностях систематики осадочных пород, опубликованной в 1998 году [16]

Систематика осадочных пород, опубликованная в коллективной монографии в 1998 г. [16], представляет собой измененный вариант систематики [10] обсуждавшейся выше. К ней в полной мере относятся те огрехи, которые были указаны для первого варианта. Более того, детализация систематики, ее большая конкретизация и ряд внесенных в нее изменений привели к увеличению положений, лежащих в ее основе, с которыми трудно согласиться.

Попробуем оценить систематику [16] по тем же требованиям, которые автор ее предъявляет к другим классификациям, в частности приводимым в Справочнике по литологии [20]. Указываются следующие “черты, недопустимые для научных классификаций или систематик:

1) невыдержанность признака деления объектов одного уровня...

2) попадание одних и тех же объектов в разные классификационные группы...

3) отсутствие объективных оснований для выделения объектов на всех, в особенности на верхних, уровнях классификационных схем...” [16, стр. 21].

В рассматриваемой систематике классы в надклассе “силикатные” выделяются фактически по химическому, а не по минеральному составу. При этом ни объективных оснований и критериев для их выделения, ни раскрытия их содержания не приводится. В то же время названия этих классов необычны: супрамафелиты, мафелиты, субмафелиты, субсиаллиты, сиаллиты, супрасиаллиты. Что означают эти названия? Что это за класс супрасиаллитов к которому относятся **и кварцевые** конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты **и глины** каолинитовые, глауконитовые, галлуазитовые, каолинит-гидрослюдистые? Где же здесь провозглашенный приоритет в классификационном отношении минерального состава, если в один класс попадают породы более чем на 90% сложенные кварцем и более чем на 90% состоящие из какого-то глинистого материала. Новшество - отнесение кварцевых обломочных пород к супрасиаллитам и сиаллитам и объединение их в один класс с некоторыми представителями глин - нонсенс.

Отмеченное показывает, что 1-я и 3-я “черты, недопустимые для научных классификаций или систематик” в предлагаемой систематике проявляются очень отчетливо. Характерно для нее и проявление 2-ой черты - попадание одних и тех же объектов в разные классификационные группы. Опять обратимся к надклассу силикалитов, поскольку он объединяет в себе около 75% всех осадочных пород. В нем нередко один и тот же петрографический вид попадает в разные классы. Например, каждый из видов: каолиниты, цеолититы, лептохлориты, полевошпатовые и лититовые алевролиты и др. попадает в разные классы. Цеолититы, например, в четыре, заходя в пятый. В то же время в одной классификационной ячейке, вероятно отвечающей петрографическому виду, иногда указываются очень различающиеся по минеральному составу породы, например, кремневые граувакки (в них обломков пород более 75%), олигомиктовые песчаники (в них обломков пород менее 25%, а кварца 75-90%), аркозы (обломков пород менее 25%).

В рассматриваемом последнем варианте систематики осадочных пород и некоторых классификациях, ей сопутствующих, подчас не соблюдаются декларируемые классификационные принципы, Так, систематика предложена для монолитических пород уровня петрографического вида. Подчеркивается, что только сконструировав систему из осадочных образований, взятых в чистом виде, можно строить ее производные для всех видов пород и осадков. При этом указывается: “количественное ограничение монолитических пород - спорное, в некоторых породах их удобно ограничивать 90%-ным содержанием основного компонента, в других - 95%-ным” [16, стр. 33].

Однако, если полагать, что базовая систематика объединяет лишь породы, несущие 90% и более определенных вещественных или структурных, либо тех и других признаков, по которым классифицируются породы, то фактически она распадается, перестает существовать как система. Ведь в действительности породы крайне редко более чем на 90% состоят из одного минерального компонента или более чем на 90% из материала, обладающего одной структурой. Часто ли встречаются, особенно среди сцементированных отложений, обломочные породы, сложенные более чем на 90% одними обломками, да еще представленными одним гранулометрическим видом (песчаным, алевритовым и т. п. материалом); или оолитовые известняки, в которых оолитов больше 90%; или ракушняковые, фораминиферовые, остракодовые и т.п. органогенные известняки, содержащие соответствующих скелетных остатков организмов более 90%; или глинистые породы, в которых глинистых минералов более 90% и т.п. Не случайно В.Т. Фролов отмечает [13], что биотермины (например, радиоляриты, спонголиты) применимы к породам, более, чем на 50% состоящим из биокомпонентов соответствующей группы. Нигде не указывается, что их должно быть более 90%, т. к. это просто , как правило, нереально.

Полностью противоречит принятому в монографии понятию монолитической породы выделение петрографических видов не мономинерального состава. Например, хлорит-гидрослюдистых глин, каолинит-гидрослюдистых глин, аркозо-граувакк, кварцево-грауваккковых алевролитов, различных поликарбонатолитов и т. п.

В чем причина такого несоответствия предлагаемых принципов и реалий? Возможно в том, что при создании первого варианта систематики к монолитическим породам все ее авторы единодушно относили такие, в которых соответствующего признака содержится в количестве не менее 60% [10]. Приведу определение таких пород из более поздней статьи В.Н. Шванова: “**Монолитические породы - основного вещественного компонента в определенной структуре или структурного признака в однородном вещественном выражении - 60% и более**” [12, стр. 19]. Естественно, такое “наполнение” пород структурно-вещественными признаками встречается достаточно часто, является реальным. Все же породы не удовлетворяющие этому показателю, классифицировались как смешанные - переходные, промежуточные между соответствующими монолитическими [10-12]. Таким образом обеспечивалась возможность полного охвата систематикой всех осадочных пород и наименования их по единым непротиворечивым правилам.

С отнесением к петрографическому виду пород, содержащих основного компонента в количестве более 90%, система перестала отвечать действительности, стала умозрительной, т. к. такие виды в природе встречаются крайне редко. Большие неясности возникли и в связи с выделением кластолитовых (обломочных) пород почти во всех надклассах. Например, указываются виды: литические брекчии и дресвяники, кварцевые брекчии и дресвяники, доломитовые брекчии и дресвяники, галитовые брекчии и т.п. Аналогичные разности приводятся для других обломочных пород, включая алевритовые. Остается неясным, что относится к литическим обломкам, особенно в псаммитовых и алевритовых породах, если агрегаты обломков большинства осадочных пород выделены в самостоятельные виды? В какие надклассы попадут кластолитовые породы, состоящие, например, лишь из обломков известняков и силикатных пород, или из обломков известняков, силикатных пород и силицитовых обломков, если ни один из указанных компонентов в них не содержится в количестве более 90%?

Мне кажется, приведенные данные однозначно показывают, что для систематики 1998 года присущи “черты, недопустимые для научных классификаций или систематик”.

О необходимости и путях унифицирования принципов классификации осадочных пород и осадков

В начале статьи автор привел свой вариант схемы систематики осадочных пород, основанной на использовании структурно-вещественных критериев (табл.). Оценивать его должны другие. Сам же он не склонен приписывать этой систематике (как вообще новым систематикам осадочных пород) существенного самостоятельного практического значения, так как считает, что в какой-то мере отраженные в таблице, пусть даже в самом общем виде, относительно дифференцированные, как бы рафинированные, типы осадочных пород, как правило, испокон веков выделяются вполне определенно. Бесчисленное же разнообразие смешанных пород, составляющих специфику осадочных отложений, в ней прямо не нашло выражения. Значение систематики в таком виде более учебное, научное и мировоззренческое, чем практическое. Она иллюстрирует по существу принципы, принятые при выделении основных типов осадочных пород, вещественные и генетические связи между ними. Однако проблема состоит не столько в том, чтобы эти типы расположить в наиболее рациональном порядке - осмысленно классифицировать, а сколько в том, чтобы по единым принципам можно было просто и обязательно однозначно расчленять и именовать все многообразие существующих осадочных образований. Конечно это целесообразно производить в рамках и согласно принципам, принятым для систематики.

К настоящему времени предложено много общих и, особенно, частных (разработанных для отдельных групп, классов, семейств пород, например, обломочных песчано-алеврито-глинистых, глинисто-карбонатных, карбонатных и т.п.) классификаций осадочных пород, часто плохо совместимых между собой. Неоднократно производившиеся обзоры и обсуждения значительной части из них [1-3, 6-16, 20-36] со всей очевидностью показали, что продолжение использования при литологических исследованиях существенно различающихся классификаций и номенклатур осадочных пород вряд ли оправданно, так как мешает сопоставлению данных, полученных разными коллективами, и затрудняет использования приводимого фактического материала в научных и практических целях, ограничивает возможности математической обработки данных и составления представительных банков данных.

Автор неоднократно, начиная с 1962 г. [23] и вплоть до 1995 г. [25] рассматривал проблему унификации классификации и номенклатуры различных групп осадочных пород. В основу предлагавшихся классификаций были положены два основных принципа. Один из них, который в некоторых классификациях использовался и раннее (например, в широко известной классификации песчано-алеврито-глинистых отложений Ф.Р.Шепарда [37]), но никогда не распространялся на весь спектр осадочных пород, - равноправность в классификационном отношении всех породообразующих компонентов. Второй - заключается в том, что вслед за Л.Б.Рухиным [29-31, 33] к “чистым” (монолитическим по современной терминологии) породам относились лишь те, в которых главный компонент содержится в количестве 60% и более. Соответственно к смешанным относились породы, у которых содержание каждой составной части не превосходит 60%. Таким образом, признавалось, что смешанными породами могут быть как трех - и более, чем трехкомпонентные, так и двухкомпонентные. Необходимо подчеркнуть, что по существу оба эти принципа использовались в созданной Л.Б.Рухиным в 1956 г. [29,30] системе классификации различных по составу пород и даже их некоторых разностей. К сожалению, первый принцип при подразделении смешанных пород применялся не всегда. Это и не позволило создать унифицированную номенклатуру пород.

По существу в систему классификаций, предложенную Л.Б. Рухиным [29,30,33], мною было внесено лишь жесткое использование принципа равноправности в классификационном отношении всех породообразующих компонентов. Это привело к вычленению ультрасмешанных пород из группы смешанных, т.е. разделению смешанных пород на многокомпонентные и двухкомпонентные.

Можно было бы не возвращаться к предложенной системе классификации, если бы недавно относительно ее не было указано, что “она обладает известной сложностью, вследствие чего для отыска-

ния состава конкретной породы последняя должна быть предварительно изображена на треугольной диаграмме" [16, стр. 91]. В связи с таким утверждением и для большей законченности рассмотрения вопроса напомним суть этой классификаци и номенклатуры осадочных пород.

При содержании в породе любого компонента 60% и более выделяются соответствующие им типы пород (алевролиты, песчаники, глины, цеолититы и т.п.), причем в случае содержания его 90% и более выделяются породы, именуемые по названию лишь этого компонента. При наличии примеси одного или нескольких компонентов более 5% каждого (при содержании главной составляющей от 60% до 90%) к основному названию добавляются в форме прилагательных названия этих примесей, располагаемых в порядке увеличения их количеств (глинисто-карбонатный песчаник, цеолито-алевритовая глина и т. п.). Это - условно монокомпонентные породы.

В случае содержания в породах каждого компонента менее 60% и суммарно двух главных 80% и более (смешанные или бикомпонентные породы), а всех второстепенных в отдельности 5% и менее, название породы образуется из двух слов, соединенных дефисом, причем на второе место ставится наименование преобладающего компонента (алевро-глина, алевро-песчаник, цеолито-глина и т.п.). Если же в такой породе примесь второстепенных компонентов составляет более 5% по отдельности, то к наименованию породы прибавляются еще и их названия в виде прилагательных, причем при наличии нескольких таких примесей их названия располагаются в порядке возрастания содержаний.

Если в породе каждого компонента меньше 60% и любых двух суммарно меньше 80% (ультрасмешанные или поликомпонентные породы), название породы образуется из названий всех компонентов, присутствующих в количестве более 20%, соединенных дефисом и расположенных в порядке увеличения содержания. Наличие же примесей в количестве более 5 и до 20% включительно указывается путем прибавления к основному названию прилагательных, аналогично ранее указанным правилам (например, карбонатная гравие-песко-алевро-глина).

Предлагаемая номенклатура позволяет для отражения содержания отдельных примесей использовать, как нередко делается, окончания: "-истый" для содержаний менее 25% и "-ый" - более 25%. Однако представляется, что в этом нет необходимости, так как классификация достаточно детальна, благодаря выделению смешанных пород и среди двухкомпонентных. Вследствие этого в совокупности пород, сложенных двумя компонентами, выделяется три градации: две, в которых какой-то компонент превосходит содержание 60%, и одну, в которой каждый из них составляет от 40 до 60%. При разграничении же таких пород по содержанию основного компонента более 50% совокупность их подразделяется всего на две части.

В пользу целесообразности выделения смешанных пород среди двухкомпонентных разностей можно привести мнение Р.К. Селли [38], что в любой номенклатурной системе должны быть пограничные параметры, отделяющие один тип пород от другого и что такие пограничные параметры имеют наибольшее значение, когда они основываются на генетических концепциях.

Здесь уместно напомнить, что границы 40% и 60%, а не 50% широко используются при литолого-фациальных исследованиях для показа количественных соотношений пород при их переслаивании. Так, в методических указаниях по составлению Атласа литолого-палеогеографических карт СССР [39] было рекомендовано: при переслаивании двух пород, одна из которых преобладает (больше 60%), давать две полосы значков преобладающей породы и одну другой; если две породы распространены примерно одинаково (от 40 до 60%) - давать по две полосы для каждой из них; при переслаивании пород трех типов - удваивать число полос, распространенность которых больше 40%.

Признание информативности и важности этих границ нашло отражение и в учении о формациях. Так, В.М. Цейслер [40] предложил выделять граничную зону смежных формаций по содержанию главных членов формаций в количестве 40 - 60% каждого. Например, по его мнению, граница между глинистой и известняковой формациями должна проводиться там, где содержание известняков и глин в разрезе примерно равно и составляет 40 - 60%. При этом в ряде случаев на карте выделяется широкая "переходная" зона. Выявление ее, подчеркивает В.М.Цейслер, представляет интерес, так как ширина такой зоны позволяет прийти к определенным палеогеографическим и палеотектоническим выводам.

Приведенные правила подразделения совокупностей пород и осадков являются доводом целесообразности использовать эти же границы и при классификации самих осадочных пород и осадков по содержанию слагающих их компонентов. Принцип выделения типов пород по содержанию главного компонента более 50% или просто по преобладающему (когда в песчанике, глине и т. п. может присутствовать материал, по которому дается название, всего в пределах 33,3 - 50%) не несет генетического значения и вряд ли использование его способствует развитию литолого-фациальных и палеогеографических исследований. Граница же около 60% содержания породообразующего компонента нередко имеет генетический смысл [25].

Напомню, что еще в 1957 г. Ф.Дж. Петтиджоном [41] по результатам специальных исследований было показано, что пористость природных песков не превосходит 35-40%. Еще более показательны и однозначны результаты многочисленных наблюдений, выполненных при заполнении искусственных водохранилищ, показавшие, что 1 $м^3$ сухого природного песка впитывает лишь 400 л воды. Подобные

данные [25] позволяют утверждать, что в общем случае пористость обломочной не сцементированной породы не может быть более 40%, а соответственно, содержание самого обломочного материала не может быть в ней менее 60%. Поэтому, если в породе обломочной составляющей меньше этой величины, то обломочный и цементирующий его материал должны были отлагаться одновременно. Не случайно принято считать, что базальный цемент "обломочных" пород (с содержанием цементирующего вещества 40 - 50%) обычно первичный, отложенный вместе с обломками. Значит такая порода по генезису не чисто обломочная, а смешанная. Таким образом, к собственно обломочным породам следует относить лишь такие, в которых обломочного материала содержится не менее 60% от общего объема. По аналогии с обломочными породами с целью унификации классификации к любым "монокомпонентным" породам (известнякам, доломитам, глинам, солям и др.) следует относить те, содержание в которых определяющего название компонента 60% и более. В таком случае применение принципа равноправности всех породообразующих компонентов в классификационном отношении позволяет достичь достаточной простоты и полной универсальности классификации для пород разного состава.

Основная черта приведенной классификации как определенной системы понятий состоит в единообразии принципов классификации и наименований, используемых для различных по составу (структурному, минеральному, петрографическому) пород, и равноправности в классификационном отношении любых компонентов, их слагающих. Отмеченное может быть иллюстрировано примерами для пород, состоящих из трех или менее компонентов, т.е. для случаев, обычно только и рассматриваемых в большинстве классификаций. Для таких пород предложенная классификация наглядно может быть представлена в виде равностороннего треугольника с симметричной разграфкой (рис. 1). Следует подчеркнуть, что в случае описания более чем трехкомпонентных пород, иллюстрированные на рис. 1 принципы классификации полностью сохраняют силу, лишь в рангах пород условно монокомпонентных и бикомпонентных будет указываться больше примесей, как правило, появятся они и в названиях поликомпонентных пород.

Предложенные принципы классификации и номенклатуры осадочных пород позволяют по одним и тем же легко запоминающимся правилам однозначно называть самые различные по составу породы и их компонентный состав. Такая универсальность (проявляющаяся, в частности, в возможности помещения в углах классификационного треугольника любых породообразующих компонентов) была воспринята и использована рядом исследователей [12, 42-46]. Например, в 2000 г. Е.Ф. Ахлестиной и А.В. Ивановым на основе применения указанных принципов предложена детальная классификация силицитов и их смешанных разностей [42].

Универсальность предложенной классификации позволяет ее совместить с рассмотренной выше систематикой, обеспечив охват ею всех возможных разностей пород. Ведь любая конкретная порода будет относиться либо к видам, отвечающим содержанию какого-то минерала (или обломков пород) в количестве 60% и более (условно мономинеральные породы), либо к видам, производным от двух (биминеральные породы), или более, чем двух (полиминеральные породы) минеральных видов. Это четко может быть иллюстрировано примером для глинистых пород (рис. 1). Могут быть мономинеральные каолинитовые, монтмориллонитовые, гидрослюдистые и т. п. глины [8, 14]. Тогда для перечисленных минеральных разностей биминеральные глинистые породы, представляющие сочетание двух, содержащихся в близких количествах (в пределах 40-60% каждого), минералов будут: каолинит-монтмориллонитовыми, каолинит-гидрослюдистыми, монтмориллонит-гидрослюдистыми глинами, а полиминеральные - каолинит-монтмориллонит-гидрослюдистыми. Здесь уместно подчеркнуть, что для глинистых пород Н.В. Логвиненко [28] и В.Т. Фролов [14], считающий, что группы пород следует выделять по содержанию минералов породообразователей в количестве больше 50%, также выделяли разности, аналогичные объединенным мною в биминеральные, правда Н.В. Логвиненко с использованием других наименований. Вообще для глинистых пород часто принято выделять наряду с мономинеральными биминеральные разности. Так. в фаменских породах Воронежской антеклизы описаны каолинитовые, каолинит-гидрослюдистые, гидрослюдисто-каолинитовые, гидрослюдистые, палыгорскитовые, палыгорскит-гидрослюдистые глины [47].

Поскольку глинистые породы являются самыми широко распространенными среди осадочных, представляется логичным по тем же принципам подразделять внутри подклассов по минеральному составу и другие породы. При этом для всех надклассов автохтонных пород, как и для глинистых (аллохтонно-автохтонных), характерен ярко выраженный примат минерального состава над структурным. Наиболее отчетливо это проявляется для силицитовых, фосфатных и известняковых пород, дробное подразделение которых принято проводить по структурным признакам. Автор считает, что количественные соотношения между этими показателями (в случае введения их в название породы) должны быть аналогичными принятым для минеральных. Например, могут быть известняки моноструктурные - колломорфные (пелитоморфные), коралловые, мшанковые и т. п., биструктурные - колломорфно-коралловые, кораллово-мшанковые, колломорфно-мшанковые и т. п., полиструктурные - колломорфно-кораллово-мшанковыми и т. п. У кристаллитовых карбонатных пород, и тем более соляных, могут

выделяться виды согласно размерности преобладающих структурных элементов. Так могут быть породы крупнозернистые, тонкозернистые, микрозернистые и т. п. (т. е. более чем на 60% сложенные зернами соответствующей размерности [29]), или любые биструктурные сочетания (тонкозернисто-микрозернистые, микрозернисто-колломорфные и т.п.), или породы разнозернистые (крупно-тонкозернистые, средне-микрозернистые и т.п.).

Для обломочных пород при их подразделении на первое место выступает структурный признак. Петрографо-минеральный же как бы завершает их классификацию. Это выглядит закономерно, если учесть, что по мере перехода от грубозернистых пород к тонкозернистым качественно меняется слагающий их материал от обломков разнообразных

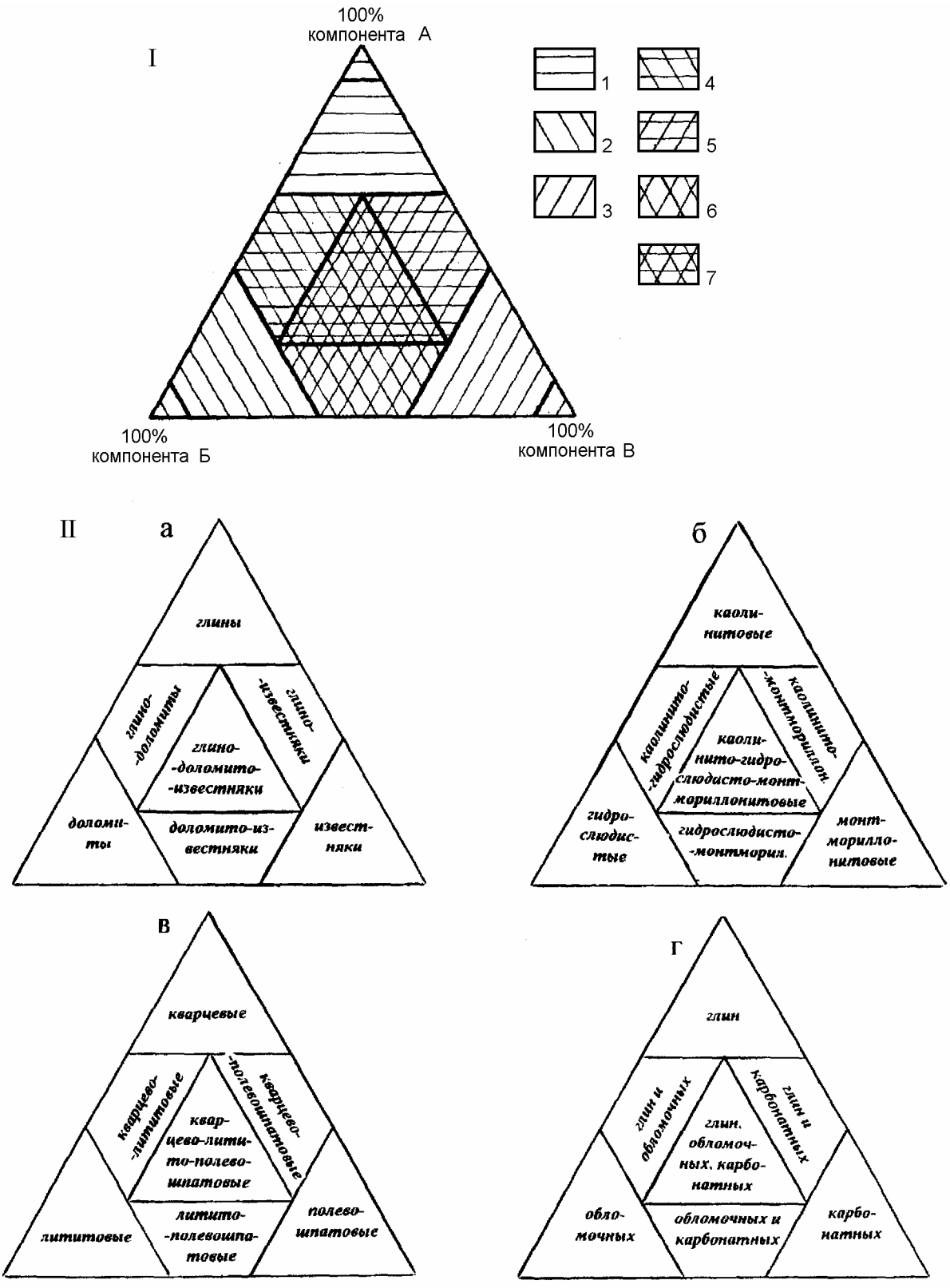

Рис. 1. Схема иллюстрирующая принципы предложенной классификации (I) и универсальность правил наименования пород любого состава и распространенности преобладающих их типов (II):
*1-3 - условно монолитические или **монокомпонентные** (мономинеральные) породы, **сложенные на 60% и более одним компонентом,** основное название породы дается из одного слова, согласно наименованию главного компонента (1 - компонента А, 2 - компонента Б, 3 - компонента В); 4-6 - смешанные или **бикомпонентные** (биминеральные) породы - **два компонента преобладают и часто содержатся в близких количествах** (любого компонента меньше 60%, а двух главных суммарно 80% и более), основное название породы дается из двух слов, соединенных дефисом, соответствующих наименованиям главных компонентов (4 - компонентов А и Б, 5 - компонентов А и В, 6 - компонентов Б и В);*

*7 - ультрасмешанные или **поликомпонентные** (полиминеральные) породы - **каждый из трех компонентов содержится в количестве, превосходящем 20%** (каждого компонента меньше 60% и любых двух суммарно меньше 80%), название породы дается из трех слов, соединенных дефисом, согласно наименованию этих компонентов (7 - компонентов А, Б и В). **Во всех случаях** (кроме пород состоящих на 90% и более из одного компонента) **примеси, содержащиеся в породах по отдельности в количестве более 5%, указываются в виде прилагательного или прилагательных к основному названию** (примеры таких наименований приводятся на рис. 2). II - а. б. в. г - примеры отражения в **основных названиях** (без указания примесей): а - различного состава пород, б - минерального состава глинистых пород (или глинистой составляющей), в - минерального состава алеврито-песчаных пород (или алеврито-песчаной составляющей), г - распространенности преобладающих типов пород.*

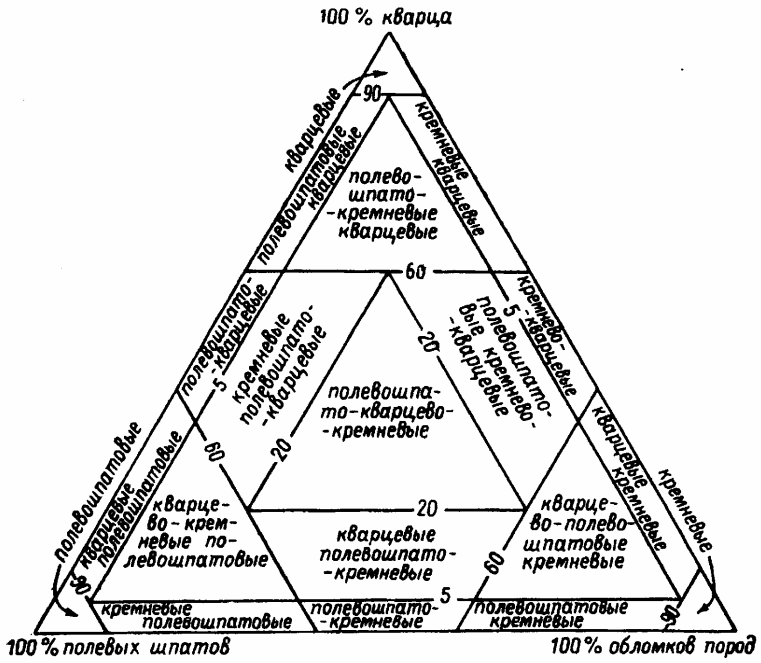

Рис. 2. Схема классификации алеврито-песчаных пород по составу обломочных зерен для случая, когда обломки пород сложены кремнистым материалом.

пород к обломкам минералов. Поэтому "сквозным" вещественным показателем уровня класса для всех обломочных пород вероятно следует принять основную вещественную (петрографо-минеральную) характеристику - поли-, би- и монокомпонентность слагающих их обломков. Естественно, что для моно- и бикомпонентных пород названия просты и однозначны, для поликомпонентных часто возникают сложности в наименовании. Поэтому, например, для песчаных пород обычно принято, помимо породообразующих обломков кварца и полевых шпатов, выделять некую совокупность обломков пород, объединяемую как граувакковую, в которую включают и петрокластические (вулканитокластические), и лититовые, и кремневые обломки. Согласно принятой мною номенклатуре, в случае, когда обломки пород сложены в основном не магматическими, а осадочными породами, вместо термина "грауваккa" и его производных следует употреблять термин "литит" (лититовый песчаник, алевролит) и его производные (рис. 1), а в случае их кремнистого состава - "кремневые" (песчаники, алевролиты) (рис. 2) [24, 25]. Согласно принципу равнозначности любых породообразующих компонентов в классификационном отношении, при преобладании (точнее при содержании 60% и более) в породе обломков слюд, известняков и т. п. выделяются соответственно слюдяные, известняковые и т.п. песчаники или алевролиты.

Таким образом, предлагаемые принципы классификации осадочных пород одинаковы при использовании их структурных, минеральных и компонентных признаков, а также при наименовании различных сочетаний пород или их групп (см. рис.1).

Заключение

В последние десятилетия минувшего века наблюдался повышенный интерес к систематике и классификации осадочных пород. При этом с середины 80-ых годов отмечается определенное увлечение созданием классификаций на основе не генетических, а формально исключительно структурно-вещественных (структурно-минеральных) признаков. В частности такими классификациями были опубликованные в 1988 г., разработанные Н.Н. Верзилиным, В.И. Драгуновым, В.Н. Швановым [10-12]. За годы, прошедшие с того времени, В.Н. Шванов в ряде работ значительно детализировал ее и внес в нее ряд принципиальных изменений, опубликовав в окончательном, наиболее развернутом виде в 1998 г. [16].

За годы прошедшие после публикации первого варианта систематики для автора настоящей статьи стала очевидной необходимость внесения в нее корректив, прежде всего в связи с важностью учета генетической специфики определенных групп пород и парагенетических связей между ними. Наиболее существенные предлагаемые изменения:

1. Вместо одного надкласса кварц - силикатных пород, объединяющего все обломочные породы, все глинистые и цеолититы, выделить три надкласса: 1 - агрегаты обломков минералов и пород (отвечающий обломочным породам), 2 - слоистые и ленточные силикаты (отвечающий глинистым породам), 3 - водные алюмосиликаты (отвечающий цеолититам).

2. Для обломочных и глинистых пород в качестве "сквозных" подразделений - классов - выде-

лять не гипотетические совокупности пород: ультрамафические, мафические и вплоть до сиалические - кварцевые, а отдельно для обломочных - поликомпонентные, бикомпонентные, монокомпонентные и глинистых - полиминеральные, биминеральные и мономинеральные.

Для систематики, опубликованной в 1998 г. указан ряд черт недопустимых для научных классификаций:

1. Выделение в надклассе “силикатные” классов под названием супрамафелиты, мафелиты... супрасиаллиты, с отнесением к супрасиаллитам пород от кварцевых конгломератов до кварцевых алевролитов и глин каолинитовых и т. п.

2. Попадание одних и тех же объектов в разные классификационные группы, например, каждого из таких видов как: каолиниты, цеолититы, лептохлориты, полевошпатовые алевролиты и др. в разные классы.

3. Нахождение в одной классификационной ячейке таких различающихся по минеральному составу пород как кремневые граувакки, олигомиктовые песчаники, аркозы.

Поскольку указывается, что базовая систематика, предложенная в 1998 г. [16], объединяет лишь породы, несущие 90% и более определенных вещественных или структурных признаков, по которым классифицируются породы, фактически она в таком смысле не существует как целостная система. Ведь в действительности реальные породы крайне редко заключают в себе более 90% определенного вещественного или структурного признака.

В заключительной части статьи обосновывается целесообразность отнесения к монолитическим породам таких, в которых основной компонент содержится в количестве 60% и более. Показано, что на основе использования этой границы, отделяющей породы с отчетливым преобладанием одного компонента от смешанных (состоящих из двух и более основных компонентов, содержащихся в близких количествах), и принципа равноправности всех породообразующих компонентов в классификационном отношении, может быть предложена общая унифицированная система классификации и номенклатуры осадочных пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пустовалов Л.В. Об основных принципах классификации осадочных горных пород // Ученые зап. Ленингр. ун-та. Сер. геол. наук. - 1962. -№ 310. - С. 81-110.
2. Швецов М.С. Основы классификации осадочных пород // Генезис и классификация осадочных пород. Междунар. геол. конгресс, XXIII сессия. -М., 1968.- С. 17-23.
3. Крашенинников Г.Ф. Основные принципы классификации осадочных пород и современных осадков // Генезис и классификация осадочных пород. Междунар. геол. конгресс, XXIII сессия. -М., 1968. - С. 7-16.
4. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. 1, 2. - М., 1960. -212 и 574 с.
5. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. 3.- М., 1962. -550 с.
6. Николаева И.В. Классификация терригенных и биохемогенных пород // Геология и геофизика. -1983. -№ 5. - С. 56-63.
7. Казанский Ю.П. Принципы классификации осадочных горных пород по структурно-минералогическим признакам // Геол. и геофизика. -1986. - № 1. -С.41-47.
8. Осадочные породы (классификация, характеристика, генезис) // Ю.П.Казанский, А.Ф.Белоусов, В.Г.Петров и др. -Новосибирск:, 1987. -213 с.
9. Фролов В.Т. К вопросу о классификации осадочных пород // Вестн. Моск. ун-та. - Сер. геол. -1987. -№ 1.- С. 26-36.
10. Верзилин Н.Н., Драгунов В.И., Шванов В.Н. Основы систематики осадочных пород // Вестн. Ленингр. ун-та. -1988. - Сер.7. - Вып.1. - С. 3-15.
11. Верзилин Н.Н. Основные принципы номенклатуры осадочных пород // Вестн. Ленингр. ун-та. -1988. -Сер. 7. -Вып. 3. - С. 3-12.
12. Шванов В.Н. О систематике и терминологии смешанных осадочных пород // Вестн. Ленингр. ун-та. -1988. - Сер. 7. -Вып. 3. - С. 12-20.
13. Фролов В.Т. Литология. Кн. 1: Учебное пособие. - М., 1992. -335 с.
14. Фролов В.Т. Литология. Кн. 2: Учебное пособие. -М., 1993. -432 с.
15. Шванов В.Н. Структурно-вещественный анализ осадочных формаций (начала литомографии). -СПб., 1992. -231 с.
16. Систематика и классификации осадочных пород и их аналогов / В.Н. Шванов, В.Т. Фролов, Э.И. Сергеева и др. -СПб., 1998. -352 с.
17. Стащук М.Ф. Проблема окислительно-восстановительного потенциала в геологии. -М., 1968. -208 с.
18. Ронов А.Б. Стратисфера или осадочная оболочка Земли (количественные исследования). - М., 1993. -144 с.
19. Котельников Д.Д., Конюхов А.И. Глинистые минералы осадочных пород. -М., 1986. -247 с.
20. Справочник по литологии // Ред. Н.Б. Вассоевич, В.Л. Либрович, Н.В. Логвиненко, В.И. Марченко. -М., 1983. -509 с.
21. Атлас текстур и структур осадочных горных пород / Под ред. А.В. Хабакова. Ч. I. -М, 1962. -578 с.
22. Белоусов А.Ф. Общие принципы классификации горных пород // Методология литологических исследований. -Новосибирск, 1985. - С. 219-235.
23. Верзилин Н.Н. К вопросу о классификации смешанных осадочных пород // Ученые зап. Ленингр. ун-та. Сер. геол. наук. - 1962. -№ 310. -С. 123-133.
24. Верзилин Н.Н. К вопросу о классификации алевритопесчаных пород по составу обломочного материала // Вестн. Ленингр. ун-та. - 1971. -№ 18. - С. 54-66.
25. Верзилин Н.Н. О классификации осадочных пород при литолого-палеогеографических исследованиях // Геол. и геофизика. -1995. -Т. 36, № 11. - С.131-141.
26. Дмитриева Е.В., Либрович В.Л., Некрасова О.И., Хабаков А.В. Вопросы классификации осадочных горных пород // Генезис и классификация осадочных пород. Междунар. геол. конгресс. XXIII сессия. М. -1968. - С. 24-34.
27. Казанский Ю.П. Неоднородность вещества осадочных пород как основа петрографической классификации // Гетерогенность пород и руд Сибири. -Новосибирск, 1986б. - С. 45-51.
28. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследования). -М., 1984. -416 с.

29. Рухин Л.Б. О классификации смешанных осадочных пород // Вестн. Ленингр. ун-та. -1956. - № 12. - С. 3-19.
30. Рухин Л.Б. О классификации обломочных частиц и слагаемых ими пород // Вестн. Ленингр. ун-та. -1956. -№ 24. - С. 57-80.
31. Рухин Л.Б. Основы литологии. - Л., 1969. - 704 с.
32. Советов Ю.К. Верхнедокембрийские песчаники юго-запада Сибирской платформы. -Новосибирск., 1977. -295 с.
33. Справочное руководство по петрографии осадочных пород. Т. 2 // Под ред. Л.Б. Рухина. -Л, 1958. -520 с.
34. Шванов В.Н. Петрография песчаных пород (компонентный состав, систематика и описание минеральных видов). -Л., 1987. -269 с.
35. Шутов В.Д. Обзор и анализ минералогических классификаций песчаных пород // Литология и полезные ископаемые. -1965. -№ 1.- С. 95-112.
36. Шутов В.Д. Классификация песчаников // Литология и полезные ископаемые. -1967. -№ 5.- С. 86-103.
37. Shepard F. P. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios // J. Sediment Petrol. -1954. -V. 24. -P. 151-158.
38. Селли Р.К. Введение в седиментологию / Пер. с англ. - М., 1981. -370 с.
39. Условные обозначения и методические указания по составлению Атласа литолого-палеогеографических карт СССР. -М., 1962. - 46 с.
40. Цейслер В.М. Анализ геологических формаций. -М., 1992. -138 с.
41. Pettijohn F.J. Sedimentary rocks. -New York, 1957. -718p.
42. Ахлестина Е.Ф., Иванов А.В. Атлас кремнистых пород мела и палеогене Поволжья. -Саратов, 2000. -166 с.
43. Бондаренко Н.А. К вопросу выделения смешанных осадочных пород в верхнем мелу Волгоградского правобережья // Вопросы стратиграфии и палеонтологии. -Вып. 5. - Саратов, 1980. - С. 108-117.
44. Опорный разрез татарского яруса реки Сухоны / Ред. В.Г. Очев. - Саратов, 1981. -116 с.
45. Скачедуб Е. А. Классификация пород эвапоритовых отложений нижней перми Днгепровско-Донецкой впадины по материалам геолого-геофизических исследований скважин // Геология и геохимия соленосных отложений нефтегазоносных провинций. -Киев, 1990. - 61-65.
46. Шминке Н.Д. К методике систематики и обработки результатов гранулометрического анализа многокомпонентных смешанных пород // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья. –Саратов, 1974. -Вып. 9, ч. 1. -С. 21-34.
47. Савко А.Д., Окороков В.А. Литологические типы фаменских пород Воронежской антеклизы // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. -1998. -№5. -С.62-87.