

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 2, Number 410 (2015), 12 – 22

**METHODS OF DETERMINING THE FORMATIONAL
APPURTENANCES OF VARIETIES OF IGNEOUS ROCKS
OF ANCIENT FOLDED STRUCTURES BY COMPARING THEM
WITH MODERN COUNTERPARTS**

(Article 2. THE PROPOSED METHODS: THE POSSIBLE WAYS TO ACHIEVE GOALS)

N. Seitov, K. Yerubayev, D. Korneva

Kazakh national technical university named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan

Keywords: igneous rock; petrochemical composition; geodynamic environment; biaxial diagram; field distribution of each group of rocks; figurative points.

Abstract. To show the prospects for comparison of petrochemical compositions of "ancient" and modern igneous rocks in order to clarify formational appurtenances of these rocks and geodynamic environment of formation of included their folded structures of continents a small sample of the author's prior research, which produced acceptable results, is provided. However, the results are far from sufficient to ensure their complete correctness due to imperfect use of computer programs, as well as failure and fuzzy basic data underlying the methodology used. The authors believe that for successful solving the major problems of theoretical geology, concerning the possibility of using the main provisions of plate tectonic paradigm in the development of genetic and geodynamic models of formation of tectonic structures continents, further improvement of the proposed research methodology, based on the recognition of peers using computer technology, is necessary. Specific objectives to achieve this goal are proposed.

УДК 551.26.037

**ПРИЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМАЦИОННОЙ
ПРИНАДЛЕЖНОСТИ РАЗНОВИДНОСТЕЙ МАГМАТИЧЕСКИХ
ПОРОД «ДРЕВНИХ» СКЛАДЧАТЫХ СТРУКТУР
ПУТЕМ СРАВНЕНИЯ ИХ С СОВРЕМЕННЫМИ АНАЛОГАМИ**

**Статья 2. ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ПРИЕМЫ:
ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ДОСТИЖЕНИЯ ПОСТАВЛЕННЫХ ЦЕЛЕЙ**

Н. Сеитов, К. Ерубаяев, Д. Корнева

Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: магматическая порода; петрохимический состав; геодинамическая обстановка; дву-осная диаграмма; поля распространения каждой группы пород; фигуративные точки.

Аннотация. Для показа перспективы сравнения петрохимических составов «древних» и современных магматических пород с целью выяснения формационной принадлежности этих пород и геодинамической обстановки формирования включающих их складчатых структур континентов приводится небольшой пример из ранее проведенных автором исследований, по которым получены приемлемые результаты. Однако, полученные результаты далеко недостаточны для обеспечения их полной корректности из-за несовершенства использованной компьютерной программы, а также недостаточностью и нечеткостью базовых данных, заложенных в основу использованной методики. Авторы считают, что для успешного решения важнейшей

проблемы теоретической геологии, касающейся возможностей использования основных положений плейтотектонической парадигмы в разработке генетической и геодинамической моделей формирования тектонических структур континентов, необходимо дальнейшее усовершенствование предлагаемой методики исследований, основанной на распознавании аналогов с помощью компьютерной технологии. Предлагаются конкретные задачи для достижения поставленной цели.

В первой статье на заданную тему [20] мы отмечали: **а)** важную роль формационного анализа в геологических исследованиях, поскольку именно такой анализ дает возможность провести палеотектоническую (геодинамическую) реконструкцию изученного участка земной коры (литосферы); **б)** в эпоху господства геосинклинальной концепции в качестве главной парадигмы в геологии формационный анализ проводился номинально; **в)** с наступлением господства плейтотектонической парадигмы в геологии, которая предполагает перемещение геологического вещества по горизонтали и их «перемешивание между собой», формационный анализ должен приобрести другое содержание и каждый член выделенной формации (свит и серий) должен проверяться на предмет его формационной (геодинамической) природы; **г)** наиболее приемлемым и многообещающим приемом распознавания геодинамической природы магматических членов геологических формаций «древних» складчатых структур континентов (объектов изучения) является сопоставление их состава и строения с таковыми современных магматических образований (эталонами), геодинамическая природа которых заведомо известна; **д)** объектами изучения в данном контексте и их эталонными аналогами должны служить только магматические члены геологических формаций, поскольку особенности состава и строения осадочных членов формаций определяют, в основном, физико-географическое условие областей осадконакопления, а не геотектоническую (геодинамическую) обстановку формациообразования; **е)** эталонный (сравнительный) материал в виде мультиэлементных диаграмм (спайдер-диаграмм) и спектров редких земель магматических образований различных геодинамических обстановок современности приведен в ряде обобщающих работ российских коллег [4, 15, 16], хотя и эти материалы далеко недостаточны для достижения поставленной цели по проведению качественного формационного анализа из-за привлечения к сопоставлению только геохимических особенностей эталонов и лишь отдельных показателей их петрохимии.

В связи с изложенным выше, хочется отметить следующее.

Петрохимический состав изверженных пород является прямой функцией баротермических условий камеры магнеобразования, существовавших в момент появления магматической камеры. Если это так, то не только особенности элементного состава магматических пород, но и особенности всего химического состава этих образований (процентное содержание всех 11-12-ти оксидов) должны отмечать специфичность условий своего образования. Такая постановка вопроса приводит к заключению о том, что полный состав магмы одних геодинамических обстановок, так или иначе, должен отличаться от состава аналогов, образовавшихся в других геотектонических (геодинамических) условиях. Например, базальты извергаются почти во всех известных геодинамических обстановках современности, хотя, по идее, базальты континентальных рифтов по своему петрохимическому составу должны отличаться от базальтов океанского ложа, базальты срединно-океанических хребтов – от базальтов островных дуг, базальты орогенных зон – от базальтов окраинных морей и т.д. Именно такое понимание вынудило нас в начале текущего века поискать диагностические диаграммы современных магматических образований, где учитывалось бы процентное содержание всех оксидов, слагающих породу (результаты химических анализов). Результаты этих поисков привели нас тогда к одному из неординарно мыслящих ученых-геологов Казахстана – доктору геолого-минералогических наук А. Н. Бугайцу – специалисту по математической геологии, к сожалению, уже ушедшему из жизни. Оказалось, что в течение последнего десятилетия XX столетия им был планомерно собран фактический материал, на основе которого в EXEL была создана база данных по петрохимическому составу магматических образований, свойственных различным геодинамическим обстановкам современности. Компьютерная обработка собранных данных (650 частных химических анализов эффузивных и интрузивных магматических пород, извергающихся, практически, во всех геодинамических обстановках современности) с помощью компьютерной программы «Скалярное произведение векторов» дала возможность

ученому очертить на специальных двусосных диаграммах (оси X и Y) площади распространения вновь рассчитанных фигуративных точек каждого отдельно взятого представителя магматической породы, сформировавшегося в условиях конкретной геодинамической обстановки [2].

Компьютерная обработка всех выборок проведена по следующей общей схеме. На первом шаге с помощью методов ортогональных разложений (разложение Карунена-Лоэва [3]) оптимальным образом (в смысле достижения минимума определенного критерия) оценивались линейные зависимости двумерных координат диагностических диаграмм от состава пород. Затем эти координаты служили в качестве первого приближения в интерактивной процедуре оценки существенно нелинейных зависимостей координат диагностических диаграмм от состава пород с помощью методов многомерных метрических отображений [21]. После этого нелинейные зависимости линеаризовались с помощью методов теории идентификации [5].

На представленном ниже рисунке 2.1 приведен образец созданной таким образом (при помощи специальной компьютерной программы) диагностической диаграммы для базальтов [2]. Такие же диаграммы созданы и для других типов магматических пород. Приведенная здесь диаграмма создана на базе петрохимических данных базальтов, изливающихся в современный этап развития планеты (в основном, в периоды кайнозойской эры) в различных геодинамических обстановках. Как видно из этого рисунка, на двусосной диаграмме представлены области для обстановок: 1. Срединно-океанические хребты (СОХ), N=6 (средний толеитовый базальт СОХ, средние составы Срединно-Атлантического хребта, Восточно-Тихоокеанского поднятия, Срединно-Индийского хребта и средний состав обогащенного толеитового базальта); 2. Островные дуги (ОД), N=46 (платоэффузивы острова Кунашир, вулканы Камчатки, вулканы островов Парамушир и Атласова, Новогвинейская островная дуга, острова Южно-Сандвичевой дуги, Алеутская островная дуга, островная дуга Фиджи, Марианская островная дуга. I – известково-щелочная серия; II – субщелочная и щелочная (шошонитовая) серии; III – андезитобазальты); 3. Основания островных дуг (ООД), N=2 (драгирование основания Марианской островной дуги); 4. Вулкано-плутонические пояса (ВПП), N=8 (Андский вулканический пояс – Северный, Центральный и Южный сегменты); 5. Глубоководные желоба (ГЖ), N=37 (островные склоны Идзу-Бонинского желоба, желоба Тонга, Марианского и Япского желобов, желоба Волкана, Центральной котловины и котловины Хонсю Японского моря, котловины Филиппинского моря); 6. Рифтовые зоны континентов (РЗК), N=11 (Восточно-Африканская рифтовая зона – рифты Грегори, Эфиопский рифт, рифт Красного моря; Байкальская рифтовая зона; рифт Рио-Гранде); 7. Крайние моря (ОМ), N=19 (Северо-западный континентальный и юго-западный островной склоны Японского моря; Центральная зона Японского моря; восточная часть Японского моря; подводные хребты Филиппинского моря).

Уравнения осей:

$$X = 0,577 \text{ SiO}_2 - 0,043 \text{ TiO}_2 + 0,280 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 0,124 \text{ Fe}_2\text{O}_3 - 0,323 \text{ FeO} - 0,002 \text{ MnO} - 0,598 \text{ MgO} - 0,292 \text{ CaO} + 0,103 \text{ Na}_2\text{O} + 0,115 \text{ K}_2\text{O} + 0,014 \text{ P}_2\text{O}_5$$

$$Y = 0,694 \text{ SiO}_2 - 0,082 \text{ TiO}_2 - 0,271 \text{ Al}_2\text{O}_3 - 0,455 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 0,327 \text{ FeO} + 0,002 \text{ MnO} + 0,317 \text{ MgO} - 0,123 \text{ CaO} - 0,043 \text{ Na}_2\text{O} - 0,065 \text{ K}_2\text{O} - 0,045 \text{ P}_2\text{O}_5$$

Как видно из приведенного в качестве примера рисунка 2.1, некоторые области геодинамических обстановок формирования базальтов, очерченные по их петрохимическим особенностям, на площади двусосной диаграммы значительно пересекаются друг с другом. Именно это обстоятельство является существенным недостатком обсуждаемой методики, что мы склонны объяснить, все же, несовершенством выбранной компьютерной программы, а также недостаточностью и нечеткостью базовых данных, заложенных в основу обсуждаемой методики. Например, нам представляется, что само выделение вулканитов глубоководных желобов в самостоятельную группу ошибочно, поскольку определяющее большинство вскрытых в области глубоководных желобов вулканитов по своим петрохимическим и геохимическим особенностям должны быть сопоставимы с вулканитами океанов (океанского ложа) с одной стороны, островных дуг, с другой. Это и понятно, поскольку в районе глубоководных желобов практически нет необходимых условий для проявления собственного вулканизма (огромное сжимающее напряжение, вызванное субдукцией океанической литосферной плиты под континентальную, низкие значения теплового потока и т.д.). Поэтому большинство вулканитов этой области, в принципе, должно принадлежать

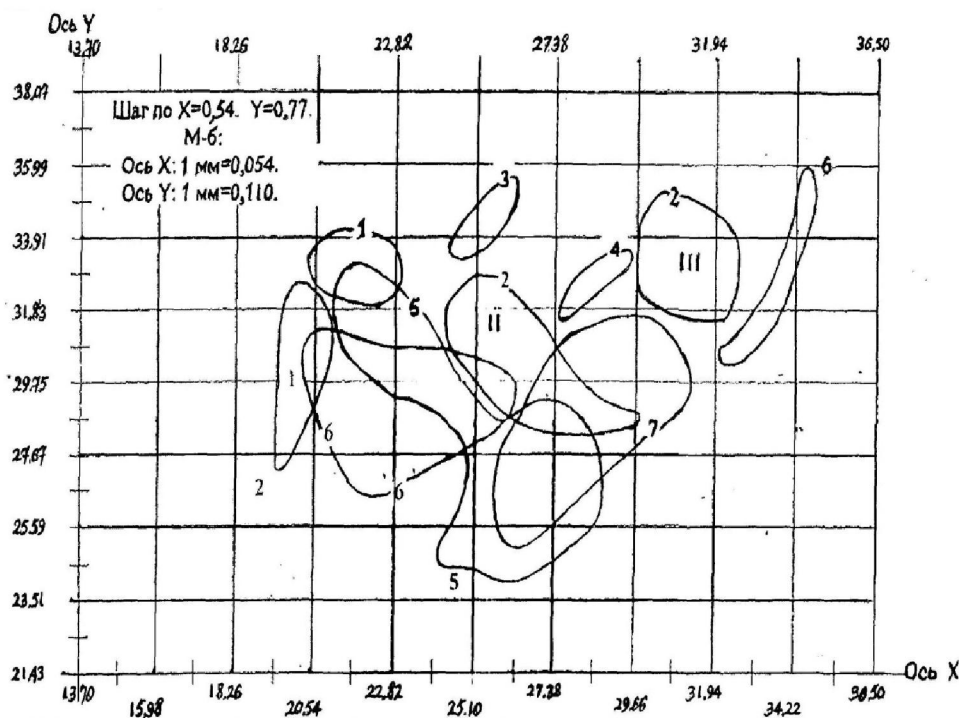


Рисунок 2.1 – Двусная (оси X и Y) диагностическая диаграмма с обособлением полей распределения базальтов различных геодинамических обстановок современности, построенная с помощью компьютерной программы «Скалярное произведение векторов».

Поля распространения базальтов: 1 – срединно-океанических хребтов (СОХ); 2 – островных дуг (ОД) (I – известково-щелочная серия; II – субщелочная и щелочная серия; III – андезитобазальты); 3 – оснований островных дуг (ООД); 4 – окраинно-континентальных вулканоплутонических поясов (ВПП); 5 – глубоководных желобов (ГЖ); 6 – континентальных рифтов (КР); 7 – окраинных морей (ОМ).

не самим желобам, а субдуцирующей по этому желобу океанической плите и сформированной на тыльной (континентальной) стороне желоба островным дугам, само появление которых стимулировано процессом субдукции. Так же непонятно, почему же А.Н.Бугаец «включил в состав» вулканитов глубоководных желобов вулканогенных пород «Центральной котловины и котловины Хонсю Японского моря, а так же котловины Филиппинского моря», имеющие к желобам «отдаленное отношение» и относящиеся к окраинным морям. Смысл выделения самостоятельной группы вулканитов под названием «Основания островных дуг» так же неоправданно, поскольку такой геодинамической обстановки в природе не существует.

Тем не менее, на разработанных А. Н. Бугайцом диаграммах имеются вполне однозначно обособленные области, характерные для каждой разновидности магматических пород (в нашем случае, для базальтов) и для каждой отдельно взятой формационной природы, в которые могут попадать фигуративные точки исследующихся пород. Это обстоятельство, так или иначе, дает возможность однозначно диагностировать формационную принадлежность и геодинамическую обстановку формирования последних (см. рисунок 2.1).

Чтобы показать приемы использования указанной выше методики и ее эффективность, приведем небольшой отрезок наших целенаправленных исследований, проведенных в 2003–2005 гг. по выяснению формационной принадлежности и геодинамической обстановки формирования магматических образований в палеозоидах Казахстана. По результатам этих исследований была издана монография первого автора, в которой была сделана попытка выяснить генетическую и геодинамическую природу формирования некоторых палеозойских офиолитовых структур земной коры Казахстана [17]. Одним из объектов этих исследований были Жалайыр-Найманская офиолитовая структура и ее Сарытуминское обрамление.

Жалайыр-Найманская палеозойская офиолитовая сутура является одной из самых представительных офиолитовых структур Казахстана. Она протягивается с юго-востока на северо-запад по

азимуту ориентировочно 310° почти на 700 км при ширине в пределах 20–70 км. Отнесение этой структуры к офиолитовой зоне продиктовано наличием в ее пределах отдельных выходов сильно деформированных аллохтонных расслоенных мафит-ультрамафитовых интрузивных массивов офиолитового облика, отнесенных предыдущими исследователями к чу-балхашскому интрузивному комплексу (Доланкаринский, Андассайский, Анрахайский, Хантауский и т.д. массивы), а также отдельных сильно дислоцированных фрагментов разрезов, затертых блоков и узких клиньев спилит-диабазовой ащисуйской (жиделинской) свиты, ориентировочно отнесенной к кембрийским образованиям, и параллелизуемой со вторым слоем земной коры океанического типа. Глубоководные осадки, параллелизуемые с третьим слоем океанической коры, в Жалайыр-Найманской палеозойской структуре представлены сильно дислоцированными фрагментами разрезов и затертыми блоками фтанитов-спонгалитов и фосфатоносных фтанитов, яшмами и доломито-яшмовыми микститами жайсанской толщи [7]. В пределах сутуры, кроме фрагментов офиолитов, присутствуют также сильно дислоцированные представители других формаций, объединенные предыдущими исследователями в различные свиты [1, 6, 7, 12-14 и др.]. Так, в пределах Жалайыр-Найманской центральной офиолитовой структуры, кроме ащисуйской (жиделинской) свиты спилит-диабазового состава ориентировочно кембрийского возраста, выделены преимущественно базальтовые при подчиненной роли андезитов и дацитов кокпектинская и алмалинская свиты раннего-среднего рифея [9]. В другой обобщающей работе [7] этот комплекс совместно с условно нижнекембрийской базальтовой чилибастауской свитой [9] рассматривался в составе андезитовой сулусайской свиты. И, наконец, в пределах Жалайыр-Найманской зоны выделяется еще одни осадочно-вулканогенные образования, объединенные в акжальскую свиту. Она, якобы, с резким несогласием налегает на нижележащие образования и рассматривается как нижнеордовикские (аренигские) отложения [9].

К слову сказать, именно акжальская свита Жалайыр-Найманской зоны, в отличие от других свит данной зоны, характеризуется сравнительно широким распространением. По этому показателю, так же как по своему внешнему облику (базальты и андезиты с порфирированной структурой) и по возрасту (аренигский век раннего ордовика) вулканиты этой свиты сопоставимы с вулканитами Сарытуминской зоны, обрамляющей Жалайыр-Найманскую зону с востока.

Сама Жалайыр-Найманская центральная сутура в целом «обеднена» вулканогенными образованиями, тогда как расположенная на ее северо-восточном обрамлении и протягивающаяся ей параллельно Сарытуминская зона характеризуется довольно широким развитием не только осадочных отложений, но и вулканогенных образований. Так, здесь авторами обобщающей работы [23] выделены порфирированная формация орумбаиской свиты ориентировочно рифейского возраста, базальт-терригенная формация жалгызской, кремнисто-терригенная формация с линзами и пачками базальтов бурылтасской и риолит-андезитовая формация балгожинской свит. При этом возраст последних трех свит довольно уверенно определен как ордовикский.

По своему структурному положению толщи горных пород, как самой Жалайыр-Найманской офиолитовой зоны, так и ее Сарытуминского обрамления, сильно дислоцированы и во взаимоотношениях фрагментов разрезов всех выделенных в районе свит повсеместно отсутствуют нормальные стратиграфические контакты, что признается почти всеми предыдущими исследователями региона [1, 6, 9, 12-14 и др.].

Для показа возможностей обсуждаемой методики по выявлению формационной природы магматических пород в палеозоидах, в качестве примера возьмем результаты химических анализов базальтов жалгызской свиты базальт-терригенного состава Сарытуминской структурно-формационной зоны (таблица 1). Анализы взяты из книги группы авторов «Геология и металлогения Сарытуминской зоны» [6, с. 36]. Эти анализы затем с помощью компьютерной программы «преобразовались» в численные значения в миллиметрах, откладываемых по осям X и Y (таблица 2). Именно последняя операция дает возможность наметить формационную принадлежность и геодинамическую обстановку формирования каждой разновидности исследуемых вулканитов. Мы здесь приводим данные по базальтам жалгызской свиты только в качестве примера, тогда как в проведенных нами исследованиях [17-19] формационная природа вулканитов и других отмеченных выше чисто-вулканогенных и осадочно-вулканогенных (вулканогенно-осадочных) свит объектов

Таблица 1 – Химический состав базальтов жалгызской свиты Сарыгуминской структурно-формационной зоны

№ анал.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	50,51	1,82	12,47	3,82	7,14	0,20	5,08	8,76	2,83	1,58	0,27
2	52,84	2,40	12,96	9,13	5,35	0,16	2,82	5,74	3,80	0,95	0,68
3	44,87	3,20	13,30	6,61	6,29	0,22	4,23	10,11	3,70	1,75	0,34
4	51,55	2,56	12,64	6,08	6,73	0,13	3,59	6,03	3,10	2,03	0,34
5	52,42	2,84	11,85	6,90	7,17	0,21	2,99	7,23	3,20	1,30	0,34
6	53,12	0,85	12,63	5,76	7,23	0,22	2,77	8,23	3,20	1,30	0,34
7	51,46	2,84	12,58	6,09	7,08	0,22	3,00	7,66	3,20	1,95	0,36
8	50,76	2,84	12,46	5,94	7,46	0,22	3,00	8,22	3,20	1,85	0,34
9	49,96	2,27	12,82	5,84	6,21	0,19	3,86	7,70	3,20	1,50	0,30
10	49,10	2,84	12,60	5,76	7,91	0,22	3,92	8,59	3,80	1,50	0,32
11	49,62	2,84	13,08	5,93	7,54	0,19	3,39	8,24	3,20	1,06	0,39
12	48,57	3,12	12,93	6,24	7,91	0,22	3,31	8,52	3,00	1,20	0,34
13	49,86	2,10	13,10	6,08	7,62	0,19	4,85	7,66	3,10	0,80	0,11
14	49,81	2,84	13,66	6,50	7,39	0,19	4,18	7,66	3,60	0,95	0,29
15	49,81	2,84	13,66	6,50	7,39	0,19	4,18	7,66	3,60	0,95	0,29
16	49,16	2,84	13,06	5,73	8,24	0,19	4,80	7,07	3,30	1,10	0,34
17	48,47	3,41	12,40	10,94	5,92	0,13	3,83	6,60	3,00	2,25	0,34
18	52,89	0,99	17,36	2,56	5,03	0,11	3,44	6,78	4,10	2,25	0,34
19	48,32	3,20	13,01	9,76	4,76	0,15	4,38	7,40	4,55	0,68	0,34
20	47,51	3,62	13,31	8,66	4,34	0,15	4,42	7,63	3,90	1,83	0,39
21	46,59	3,46	13,27	9,90	3,68	0,12	4,42	7,61	3,63	2,55	0,44
22	50,95	2,56	12,41	7,32	3,94	0,22	5,29	7,74	5,18	0,59	0,39
23	45,55	2,66	14,64	6,53	5,91	0,18	4,97	7,96	4,10	0,58	0,31
24	41,26	4,99	11,76	5,65	8,82	0,22	5,17	9,49	3,66	0,95	0,30
25	50,00	2,57	13,03	6,90	6,62	0,19	3,98	7,59	3,66	0,96	0,32
26	49,22	2,73	13,26	7,22	6,11	0,18	3,92	7,97	3,52	1,90	0,30

Примечание. 1-21, 24 и 25 – базальтовые порфириты; 22 – меланобазальтовый порфирит; 23 – меланобазальтовый афирит; 24 – меланобазальтовый порфирит; 26 – натриево-калиевый базальт. Анализы выполнены в Центральной химической лаборатории ЮКТГУ по материалам А. Г. Кузнецевского.

изучения определялась по этой же методике. Что касается «преобразования» с помощью компьютерного анализа процентных содержаний оксидов в магматических породах в численные значения в миллиметрах, откладываемых по осям X и Y двуслойной диаграммы, то внутренний механизм этой операции нам не известен, хотя простая логика подсказывает, что этот механизм подчинен закону распознавания аналогов.

Нанося эти данные на диагностическую диаграмму (рисунок 2.1), получаем картину, изображенную на рисунке 2.2.

Как видно из рисунка 2.2, из 26-ти фигуративных точек базальтов жалгызской свиты Сарыгуминской структурно-формационной зоны 3 точки (№ 3, 5, 24) на диаграмме базальтов различных геодинамических обстановок оказываются «вне полей» диаграммы. Остальные 23 анализа «распределяются» следующим образом (см. рисунок 2.2): 12 точек – в поле распространения базальтов островных дуг (№ 1, 2, 6, 10-16, 18, 25), 9 точек – окраинных морей (№ 4, 7-9, 17, 19, 20, 22 и 26), 2 точки – глубоководных желобов (№ 21 и 23). Поскольку некоторые поля на диаграмме

Таблица 2 – Результаты компьютерного анализа вещественного состава базальтов жалгызской свиты Сарьгуминской структурно-формационной зоны

№ анализов	Базальты различных геодинамических обстановок	
	Ось X, мм	Ось Y, мм
1	104,44	73,95
2	147,95	60,97
3	84,82	31,64
4	128,98	69,05
5	130,40	70,87
6	133,80	76,14
7	126,22	66,72
8	119,60	64,55
9	116,55	60,46
10	104,49	59,72
11	112,23	59,45
12	105,39	54,14
13	107,15	64,48
14	113,24	59,33
15	113,24	59,33
16	103,38	63,43
17	117,47	37,94
18	148,92	73,28
19	115,17	38,06
20	111,43	35,50
21	110,49	25,88
22	121,76	58,96
23	93,55	35,84
24	49,69	28,00
25	116,67	58,19
26	115,18	51,13

между собой пересекаются, некоторые точки попадают на эти совмещенные участки: таких совмещенных в пространстве точек 9: в совмещенных полях базальтов окраинных морей и глубоководных желобов оказываются 4 точки (№ 17, 19, 20, 21), базальтов островных дуг и окраинных морей – также 4 точки (№ 11, 12, 14, 15); одна точка (№ 26) оказывается в поле пересечений трех полей – базальтов островных дуг, окраинных морей и глубоководных желобов (см. рисунок 2.2) [17].

Как убеждают эти данные, даже в составе только вулканогенной части вулканогенно-осадочной жалгызской свиты присутствуют фрагменты различных геологических образований, первоначально отлагавшихся в разных бассейнах осадконакопления и вулканизма. Соответственно, таких толщ сильно дислоцированных складчатых структур нельзя объединять в свиты и серии, поскольку они не являются конкретной стратиграфической единицей и не характеризуют определенный этап развития структуры, а являются «сборными образованиями», совмещенными в пространстве после своего первоначального образования. Такие совмещения происходят, вероятно, в последующие этапы развития структуры путем формирования чешуйчатых надвигов и «перемешивания их между собой» в результате наложенной изоклинальной складчатости. Как известно, в бытность существования фиксистских взглядов на развитие сильно дислоцированных тектонических структур континентальной коры игнорировалась возможность совмещения пород различной

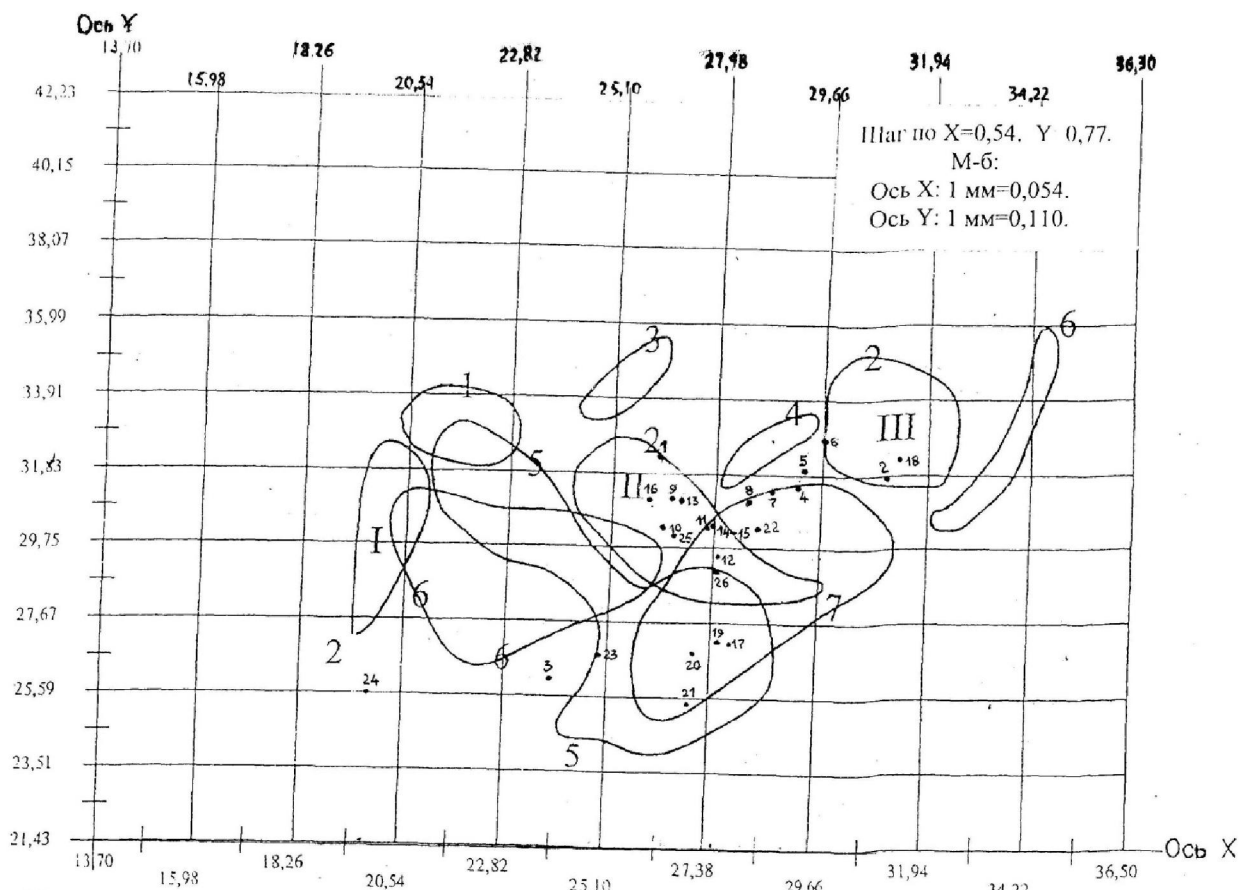


Рисунок 2.2 – Характер распространения фигуративных точек базальтов жалгызской свиты Сарьгуминской структурно-формационной зоны на диагностической двуслойной диаграмме базальтов различных геодинамических обстановок, построенной с помощью компьютерной программы «Скалярное произведение векторов».

Поля распространения базальтов: 1 – срединно-океанических хребтов (СОХ); 2 – островных дуг (ОД) (I – известково-щелочная серия; II – субщелочная и щелочная серия; III – андезитобазальты); 3 – оснований островных дуг (ООД); 4 – окраинно-континентальных вулканоплутонических поясов (ВПП); 5 – глубоководных желобов (ГЖ); 6 – континентальных рифтов (КР); 7 – окраинных морей (ОМ).

генетической и геодинамической природы в пространстве с последующей изоклинальной складчатостью, что создавало иллюзию наличия в таких структурах нормальных моноклиналей, «разрезы» которых принимались в качестве опорных разрезов многочисленных свит и серий.

Наши исследования [17] показали, что вулканы акжальской свиты самой Жалайыр-Найманской сутуры также нельзя рассматривать как единую свиту, поскольку она является совокупностью образований совершенно различных геодинамических обстановок – окраинных морей, островных дуг и даже океанского ложа. Такую «двойственность» или даже «тройственность» ее формационной принадлежности также можно объяснить чрезвычайной дислоцированностью ее выходов, что послужило исследователям Жалайыр-Найманской зоны искусственно объединить в состав этой свиты фрагментов различных формаций.

Кстати, результаты наших исследований по определению формационной принадлежности вулкаников различного состава с помощью обсуждаемой методики [17] показали, что принимаемые предыдущими исследователями в качестве члена офиолитовой ассоциации пород спилит-диабазовая ащисуйская (жиделинская) свита, также как кокпектинская и алмалинская (чилибастауская) свиты базальт-андезит-дацит-риолитового состава в пределах самой Жалайыр-Найманской сутурной зоны, оказываются образованиями континентальных рифтов, заложение которых предшествует, обычно, открытию океанического пространства.

Резюмируя приведенное выше обсуждение проблемы по выяснению формационной принадлежности и геодинамической обстановки формирования вулканогенных образований Жалайыр-Найманской и Сарытуминской зон, можно сделать следующий вывод: в состав вулканогенных, осадочно-вулканогенных (вулканогенно-осадочных) свит изученных зон предыдущими исследователями включены разноформационные образования, что является следствием недоучета ими чрезвычайной дислоцированности слагающих этих зон палеозойских образований, характеризующихся совмещением в пространстве разных формаций в условиях тангенциального (бокового) сжатия, вызванного закрытием палеозойского Жалайыр-Найманского микроокеанического пространства и его Сарытуминского островодужно-окраинноморского обрамления.

Такой вывод требует пересмотра решения важнейшей проблемы теоретической геологии, касающейся возможностей использования основных положений плейт-тектонической парадигмы в создании генетической и геодинамической моделей формирования тектонических структур континентов. Присутствие всего набора геологических формаций, свойственных открытию и закрытию океанического пространства прошлого Земли (в нашем случае неопротерозойско-палеозойского этапа развития планеты), свидетельствует об ошибочности представлений, связывающих геодинамическую природу формирования офиолитовых зон неопротерозоя-палеозоя с открытием и закрытием огромных океанов, сопоставимых по своему размеру, например, с сегодняшней Атлантикой (в нашем случае с, так называемым, Палеоазиатским океаном).

Чтобы как-то однозначно решить этот важнейший вопрос фундаментального характера можно было бы осуществить следующий перечень действий: **а)** создать наиболее полную базу данных по петрохимическому составу магматических пород современности, извергающихся в различных областях земного шара, в разных геодинамических обстановках; за основу можно использовать данные, изложенные в [18,22], поскольку указанная выше база Бугайца А.Н. (650 анализов), вероятно, далеко недостаточна для обеспечения корректности результатов; **б)** рассортировать эти данные на традиционные группы (по содержанию SiO_2) и на группу щелочных вулканитов: группы перидотита, габбро-базальта, диорита-андезита, гранита-риолита (гранодиорита-дацита), щелочных вулканитов; **в)** найти более совершенную компьютерную программу, основанную на распознавании аналогов, с помощью которой можно было бы создать двусную диаграмму, куда можно было бы очертить поля распространения каждой группы пород и каждой обстановки их проявления в отдельности (на подобие приведенной выше двусной диаграммы, но более совершенную, где, желательнее, различные поля не пересекались бы между собой); **г)** собрать все имеющиеся по магматическим породам Казахстана результаты химических анализов, их так же сгруппировать по содержанию SiO_2 (за основу можно брать данные, приведенные в [8-11]); **д)** нанести точек привязки выбранных анализов магматитов на крупномасштабную карту Казахстана; **е)** разработать аббревиатуру условных обозначений для обозначения точек привязки; аббревиатура должна состоять из трех частей: общепринятые индексы эффузивных и интрузивных пород соответствующего состава – индексы геологического возраста породы – заглавные буквы геодинамической обстановки образования породы, выясненная в результате предлагаемой методики исследований (например, $\delta\text{C}_1\text{-KP}$ – диориты континентальных рифтов раннего кембрия; $\sigma\text{C}_2\text{-COX}$ – перидотиты (дуниты, гарцбургиты и т.д.) срединно-океанических хребтов среднего кембрия; $\nu\text{C}_2\text{-COX}$ – габбро срединно-океанических хребтов среднего кембрия; $\beta\text{O}_2\text{-OJ}$ – базальты океанического ложа среднего ордовика; $\alpha\text{S}_1\text{-OD}$ – андезиты островных дуг нижнего силура; $\lambda\text{S}_2\text{-AKO}$ – риолиты активных континентальных окраин (Андского типа) верхнего силура; $\gamma\text{P}_1\text{-OO}$ – граниты (риолиты) (молассы) орогенических областей ранней перми и т.д.; **ж)** каждую точку привязки на карте обозначить соответствующей аббревиатурой.

Изучение такой своеобразной карты, тщательный анализ и синтез обозначенных на ней данных однозначно даст ответ на важнейший и извечный вопрос теоретической геологии, стоящий перед тектонистами мира: «работает» ли тектоника плит в континентальной геологии, если работает, то, с какого времени, и в каком масштабе.

Для корректного решения указанного вопроса необходимо совсем немного: **а)** более совершенная компьютерная программа, основанная на распознавании аналогов; **б)** финансирование исследований, соответствующее важности решаемой проблемы; **в)** небольшой, но деятельный коллектив исследователей, работающей под единым началом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Авдеев А.В. Геология офиолитовых зон Казахстана: Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. – Новосибирск, 1986. – 32 с.
- [2] Бугаец А.Н. Диагностика геодинамических обстановок по петрохимическим данным // Геонауки в Казахстане: Доклады казахстанских геологов на МГК-32. – Алматы, 2004. – С. 251-264.
- [3] Ватанаве С. Разложение Карунена-Лоэва и факторный анализ // Автоматический анализ сложных изображений. – М.: Мир, 1969. – С. 254-275.
- [4] Абрамович И.И., Бурдэ А.И., Вознесенский В.Д. и др. Геодинамические реконструкции: Методическое пособие для региональных геологических исследований. – Ленинград: Недра, 1989. – 278 с.
- [5] Гроп Д. Методы идентификации. – М.: Мир, 1979. – 302 с.
- [6] Геология и металлогения Сарьгуминской зоны / Под ред. Ю. И. Казанина. – Алматы: Наука, 1968. – 228 с.
- [7] Геология Чу-Илийского региона. – Алматы: Наука, 1980. – 504 с.
- [8] Магматические комплексы Казахстана: Джунгаро-Балхашская складчатая система. – Алматы: Наука, 1982. – 216 с.
- [9] Магматические комплексы Казахстана: Кокчетав-Северо-Тянь-Шаньская складчатая система. – Алматы: Наука, 1982. – 236 с.
- [10] Магматические комплексы Казахстана: Уральская и Зайсанская складчатые системы. – Алматы: Наука, 1982. – 220 с.
- [11] Магматические комплексы Казахстана: Чингиз-Тарбагатайская складчатая система. – Алматы: Наука, 1982. – 168 с.
- [12] Тектоника Чу-Илийского региона // Геология Чу-Илийского региона. – Алматы, 1980. – С. 325-481.
- [13] Кичман Э.С. Начальные этапы геосинклинального развития Джалаир-Найманской тектонической зоны (Южный Казахстан): Автореф. канд. дис. – Алматы, 1975. – 24 с.
- [14] Коробкин В.В. Разломы Жалайыр-Найманской и Сарьгуминской зон и их связь со складчатыми структурами // Изв. АН КазССР. Сер. геол. – 1986. – № 4. – С. 3-15.
- [15] Короновский Н.В., Демина Л.И. Магматизм как индикатор геодинамических обстановок. – М.: Изд-во «КДУ», 2011. – 233 с.
- [16] Основы геодинамического анализа при геологическом картировании / Сост. Абрамович И.И., Залепутин Н.В., Аплоннов С.В. и др. – МПРРФ. ВСЕГЕИ, ГЕОКАРТ, МАНПО, 1997. – 518 с.
- [17] Сеитов Н. Геодинамическая модель геологического развития и становления палеозойских офиолитовых зон. – Алматы: Нур-принт, 2006. – 150 с.
- [18] Сеитов Н., Тикебаев Т. Эталонные черты вулканитов современных геодинамических обстановок как ключ к установлению формационной принадлежности и тектонической природы их древних аналогов. // Геология и охрана недр. – 2004. – № 2. – С. 5-9.
- [19] Сеитов Н., Родькин О.А., Тикебаев Т.А. Новые возможности формационного анализа с применением компьютерной технологии при проведении палеотектонической реконструкции сложнодислоцированных офиолитовых структур // Известия НАН РК. Серия геологическая. – 2006. – № 6. – С. 4-9.
- [20] Сеитов Н., Ерубаяев К.Б., Корнева Д.В. Приемы определения формационной принадлежности разновидностей магматических пород «древних» складчатых структур путем сравнения их с современными аналогами. Статья 1. Практикуемые приемы, ограниченность их возможностей для полного достижения поставленных целей // Известия НАН РК. – Серия геологии и технических наук. – 2015. – № 1. – С. 5-13.
- [21] Терехина А.Ю. Методы многомерного шкалирования и визуализации данных: (обзор) // Автоматика и телемеханика. – 1973. – № 3. – С. 69-83.
- [22] Фролова Т.И., Бурикова И.А. Магматические формации современных геодинамических обстановок. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 319 с.
- [23] Щерба Г.Н. и др. Геология и редкометальное оруденение Южного Казахстана. – Алматы: Наука, 1968. – 228 с.

REFERENCES

- [1] Avdeev A.V. Geology of ophiolite zones in Kazakhstan: Author. dis. ... Doctor. geol.-min. sciences. Novosibirsk, 1986. 32 p. (in Russ.).
- [2] Bugaets A.N. Diagnosis of geodynamic environments for petrochemical data. Geosciences in Kazakhstan: Kazakhstan geologists Reports on the IGC-32. Almaty, 2004. P. 251-264. (in Russ.).
- [3] Vatanave S. Karhunen-Loeve decomposition and factor analysis // Automatic analysis of complex images. M.: Mir, 1969. P. 254-275. (in Russ.).
- [4] Abramovich I.I., Bourdais A.I., Voznesensky V.D. et al. Geodynamic reconstruction: Toolkit for regional geological studies. Leningrad: Nedra, 1989. 278 p. (in Russ.).
- [5] Grop D. Methods of identification. M.: Mir, 1979. 302 p. (in Russ.).
- [6] [Geology and metallogeny of Sarytuminsky area. Ed. Yu.I. Kazanin. Almaty: Nauka, 1968. 228 p. (in Russ.).
- [7] Geology of Chu-Ili region. Almaty: Nauka, 1980. 504 p. (in Russ.).
- [8] The igneous complexes of Kazakhstan: Dzhung-Balkhash folded system. Almaty: Nauka, 1982. 216 p. (in Russ.).
- [9] The igneous complexes of Kazakhstan: Kokchetav-North Tien Shan folded system. Almaty: Nauka, 1982. 236 p. (in Russ.).
- [10] The igneous complexes of Kazakhstan: Ural and Zaisan folded system. Almaty: Nauka, 1982. 220 p. (in Russ.).

- [11] The igneous complexes of Kazakhstan: Chingis-Tarbagatai folded system. Almaty: Nauka, 1982. 168 p. (in Russ.).
- [12] Tectonics of Chu-Ili region. Geology of Chu-Ili region. Almaty, 1980. P. 325-481. (in Russ.).
- [13] Kichman E.S. The initial stages of geosynclinal development of Jalayir-Naiman tectonic zone (Southern Kazakhstan): Author. cand. dis. Almaty, 1975. 24 p. (in Russ.).
- [14] Korobkin V.V. Faults of Zhalayyr-Naiman and Sarytuminsky zones and their relation to the folded structures. News of AS of the Kazakh SSR. Ser. Geol. 1986. N 4. P. 3-15 (in Russ.).
- [15] Koronovsky N.V., Demina L.I. Magmatism as an indicator of geodynamic environments. M.: Publishing house "DCD", 2011. 233 p. (in Russ.).
- [16] The Basics of geodynamic analysis in geological mapping. Comp. Abramovich I.I., Zalepugin N.V., Aplonov S.V. et al. MPRRF. VSEGEI, GEOMAP, MANPO, 1997. 518 p. (in Russ.).
- [17] Seitov N. Geodynamic models of geological development and the formation of Paleozoic ophiolite zones. Almaty: Nurprint, 2006. 150 p. (in Russ.).
- [18] Seitov N., Tikebaev T. Reference volcanics features of modern geodynamic conditions as the key to the establishment of formation type and tectonic nature of their ancient counterparts. Geology and Mineral Protection. 2004. N 2. P. 5-9. (in Russ.).
- [19] Seitov N., Rodkin O.A., Tikebaev T.A. New opportunities of formational analysis using computer technology during the reconstruction of Paleotectonic complex dislocated ophiolite structures. News of the NAS RK. Geological Series. 2006. N 6. P. 4-9. (in Russ.).
- [20] Seitov N., Yerubaev K.B., Korneva D.V. Methods of determining the formation type varieties of igneous rocks of "ancient" folded structures by comparing them with modern counterparts. Article 1. Practiced techniques, limited their ability to fully achieve its goals. News of NAS RK. Series of Geology and Engineering. 2015. N 1. P. 5-13. (in Russ.).
- [21] Terekhina A.Yu. Multidimensional scaling methods and data visualization (review). Automation and Remote Control. 1973. N 3. P. 69-83. (in Russ.).
- [22] Frolova T.I., Burikova I.A. Magmatic formations of modern geodynamic environments. M.: MSU, 1997. 319 p. (in Russ.).
- [23] Szczerba G.N. et al. Geology and rare metal mineralization in Southern Kazakhstan. Almaty: Nauka, 1968. 228 p. (in Russ.).

**«КӨНЕ» ҚАТПАРЛЫ ҚҰРЫЛЫМДАРДАҒЫ МАГМАЛЫҚ ТАУЖЫНЫС
ӨКІЛДЕРІНІҢ ФОРМАЦИЯЛЫҚ ТАБИҒАТЫН ОЛАРДЫҢ ҚАЗІРГІ ТАҢДАҒЫ
ӨКІЛДЕРІМЕН САЛЫСТЫРУ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ ТӘСІЛДЕРІ
2-ші мақала. ҰСЫНЫЛАТЫН ТӘСІЛДЕР: АЛҒА ҚОЙЫЛҒАН
МАҚСАТ-МҮДДЕГЕ ҚОЛ ЖЕТКІЗУДІҢ МҮМКІН ДЕГЕН ЖОЛДАРЫ**

Н. Сейітов, Қ. Ерубаев, Д. Корнева

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: магмалық таужыныс; петрохимиялық құрам; геодинамикалық жағдай; косөсті диаграмма; таужыныстардың әрбір тобының таралу алаңшасы; фигуративтік нүктелер.

Аннотация. Континенттердегі таужыныстардың формациялық табиғатын және оларды кіріктіретін қатпарлы құрылымдар қалыптасуының геодинамикалық жағдайын анықтауда «көне» және қазіргі магмалық таужыныстардың петрохимиялық құрамдарын салыстыра саралау шараларының мол мүмкіндіктерін көрсету мақсатында автор бұрынғы жүргізген зерттеулерінен шағын ғана мысал келтіре отырып, осы зерттеулер қорытындысында біршама тәуір нәтижелерге қол жеткізгендігін мәлімдейді. Алайда автордың пікірінше, бұл нәтижелер де көздеген мақсатты толығымен орындауға жеткіліксіз, себебі пайдаланылған компьютерлік бағдарлама әлі де нақтылай түсуді қажет етеді және де қолданылған әдістеменің негізі ретінде алынған базальқ мәліметтер де толық та нақтылы емес. Автор континенттерге тиесілі тектоникалық құрылымдар қалыптасуының генетикалық және геодинамикалық моделдерін жасақтауға тақталар тектоникасы атаулы парадигманың басты-басты қағидаларын пайдалану мүмкіндіктеріне қатысты теориялық геологияның ең көкейтесті проблемасын табысты шешу үшін компьютерлік технология көмегімен баламаларды танып білуге негізделген сөз болып отырған зерттеу әдістемесін одан әрі жетілдіре түсу қажет деп есептейді. Алға қойылған мақсат-мүддені орындауға қажетті нақтылы міндеттер аталып көрсетіледі.

Поступила 07.04.2015 г.