

свидетельствующих о существовании в этих областях аномально восстановительных условий и подводящих флюиды по глубинным разломам, помимо микрорентгеновских анализов необходимы систематические рентгеноструктурные исследования, включающие замеры параметров элементарной ячейки исследуемых зерен и определение интенсивности их рентгеновской дифракции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Езерский В.А.** Ильменит и продукты его замещения из алмазоносных отложений Красновишерского района // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: Сб. науч. ст. Пермь: Перм. гос. ун-т. 2001. С. 86-93.
2. **Жуков В.В.** Минералогические особенности туффзитов Волынского месторождения алмазов. // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: Сб. науч. ст. Пермь: Перм. гос. ун-т. 2001. С. 76-86.
3. **Кубашевский О., Эванс Э.** Термохимия в металлургии. М.: ИЛ, 1954.
4. **Лукьянова Л.И., Жуков В.В., Кириллов В.А. и др.** Субвулканические взрывчатые породы Урала – возможные коренные источники алмазных россыпей // Региональная геология и металлогения. 2000. № 12. С.134-157.
5. **Малахов И.А.** Расчет формул минералов и использование их типохимизма для выявления генетической природы и формационной принадлежности пород: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд. УГТГА, 2002. 228 с.
6. **Осипенко А.В., Сидоров Е.Г.** Пирофанит, манганоильменит и Mn-армолколит из гипербазитовых массивов Камчатки // Зап. ВМО. 1999. № 6. С. 68-73
7. **Цымбал С.Н., Татаринцев В.И., Легкова Г.В., Егорова Л.Н.** Армолколит – первая находка в СССР // Минералогический журнал. 1980. № 2. С. 87-95.
8. **Anderson A.T., Bunch T.E., Cameron E.N. et al.** Armalcolite: A new mineral from the Apollo 11 samples. Proc. Apollo 11. Lunar Sci. Conf., 1970, 1, P. 55-63.
9. **Haggerty S.E.** The chemistry and genesis of opaque minerals in kimberlites. Abstr. Vol. Intern. Confer. on Kimberlites, 1973. P. 147-150.
10. **Haggerty S.E.** Luna 20: Mineral chemistry of spinel, pleonaste, chromite, ulvospinel, ilmenite and rutile. Geochim. et cosmochim Acta, 1973. 37. N 4. P. 857-867.
11. **Robie R.A. and Waldbaum D.R.** Thermodynamic properties of minerals and related substances at 298.15°K (25°C) and one atmosphere pressure and at higher temperatures. Geol. Surv. Bull., No 1259, Wash., 1968.
12. **Velde Danielle.** Armalcolite-Ti-phlogopite-diopside-analcite-bearing lamproites from Smory Butte Garfielty Country, Montana. Amer. Miner. 1975, 60, N 7-8. P.566-573.

УДК 550.4: 551.31/35 (571.1)

В.П. Алексеев, С.С. Газалеев, Л.И. Свечников

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОТЛОЖЕНИЙ ТЮМЕНСКОЙ СВИТЫ ШАЙМСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА: ВЕРИФИКАЦИЯ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Постановка проблемы

Внедрение в геологическую практику изначально генетических исследований, одним из наиболее ярких примером которых является литолого-фациальный анализ, по-прежнему сдерживается ссылками на субъективность определения генезиса породы (фаии) уже на полевой стадии ее описания. Мы отдаем себе отчет в том, что неприятие этих работ не удалось преодолеть за всю более чем 50-летнюю историю изучения осадочных пород после проведения Первого Всесоюзного литологического совещания (1952 г.), хотя в его Решении подтверждена правомерность применения сравнительно-исторического метода при изучении осадочных отложений. Укажем на одну из причин, создающих трудности в использовании генетических работ, для чего в очередной раз

сошлемся на высказывание видного отечественного литолога В.Н. Шванова (которого, кстати, никак нельзя отнести к сторонникам фациальных исследований). Отмечая, что проведение генетического анализа не всегда необходимо и не всегда диктуется производственным заданием, им прямо указана главная причина, сдерживающая его широкое внедрение: "Фациально-генетический анализ требует и специальных исследований, и достаточно грамотных специалистов, подобно тому, как палеонтологическая работа предусматривает участие палеонтологов, а минералогическая – минералогов. Распространенное мнение, что седиментологией может заниматься каждый, является ошибочным. Поэтому так часто генетический анализ сводится к замене его генетическими ярлыками" [8].

С учетом изложенного, представляется важным и актуальным приведение новых фактов, свидетельствующих об *объективности* методологии, лежащей в основе литолого-фациальных исследований, чему и посвящена предлагаемая статья.

Исходные данные

В соответствии с методикой литолого-фациального анализа нами задокументирован керн скв. 10320, пробуренной на Тальниковом месторождении, расположенном в северо-западной части Шаимского нефтегазоносного района. Керном, имеющим диаметр 100 мм, и выход, близкий к 100 %, охарактеризован интервал от 1716,5 до 1807,0 м. Всего выделено 117 слоев; по комплексу диагностических признаков (размерность слагающих породу частиц; их соотношение – сортированность; текстура; количество и форма растительного материала) для каждого из них установлена фация [1]. Отобрано 84 пробы (кроме прослоев и пластов угля) на определение малых элементов и 52 пробы (преимущественно из песчаников) – на проведение химического (силикатного) анализа. Анализы выполнены в сертифицированных лабораториях УПГА, с соблюдением стандартных методик и надлежащего нормоконтроля.

Достаточно известно, что отдельные анализы пород по осадочным толщам не несут какой-либо значительной информации. Особенно это относится к терригенным внутриконтинентальным отложениям, характеризующимся многократным геологическим «усреднением» их состава в результате длительной и многократной переработки исходного материала перед его окончательным захоронением. С учетом этого, решение практически любых задач в литологии базируется на сколько-нибудь обширном *массиве* исходных данных. Обработка этого массива производится статистически, причем наилучшие результаты достигаются применением *многомерной* статистики. Набор используемых методов достаточно обычен и состоит в оценке корреляционных связей между признаками, кластерном и факторном анализах. Ранее нами он многократно использовался при изучении различных толщ, в том числе и тюменской свиты Шаимского района [2]. В том же ключе расчеты выполнены и для полученных анализов.

Литохимическая характеристика отложений

Химический (силикатный) анализ выполнен преимущественно для песчаников различной размерности – от тонкозернистых, до грубозернистых (средний размер частиц в классификации Ф от 0,063 до 2,0 мм). По сути, стало тривиальным суждение о том, что содержания тех или иных окислов сами по себе не дают надежной и, тем более, исчерпывающей информации, поскольку они представляют закрытую числовую систему: увеличение одного показателя приводит к снижению значений других. Поэтому неискаженную характеристику можно получить, пользуясь *геохимическими модулями*, то есть отношениями между содержаниями окислов. Для модулей рекомендуется использовать показатели, находящиеся между собой в положительной или отрицательной корреляции. В таком случае отклонение геохимического модуля от своего среднего значения будет свидетельствовать о смещении равновесия в сторону того или иного фактора осадконакопления.

Безусловным авторитетом в области использования и интерпретации химического состава осадочных пород пользуются работы Я.Э. Юдовича. В течение двух десятилетий настольным руководством для литологов служила его монография 1981 г. [9]; новейшей и исчерпывающей сводкой является работа [10], написанная совместно с М.П. Кетрис. В этих сводках приводится детальная характеристика более чем десяти различных модулей, которую мы, естественно, повторяем

не будем. Сразу определим, что нами, исходя из опыта работ по терригенным угленосным отложениям, выбрано пять геохимических модулей.

Алюмокремневый модуль (АМ): Al_2O_3/SiO_2 отражает главную тенденцию химического выветривания – отделение продуктов гидролиза от кремнезема. В фациальном отношении снижение его значения указывает на усиление гидродинамики среды [6]. Укажем, что в последнее время настойчиво рекомендуется замена АМ гидролизатным (ГМ): $\frac{Al_2O_3 + TiO_2 + Fe_2O_3 + FeO}{SiO_2}$.

Титановый модуль (ТМ): TiO_2/Al_2O_3 . При равных условиях в отношении исходного материала, поступавшего в осадок, повышенные значения ТМ будут свойственны хорошо и многократно отсортированным песчаникам.

Натрий-калиевый модуль (НКМ), или нормированная щелочность: $\frac{Na_2O + K_2O}{Al_2O_3}$. Низкие значения НКМ свидетельствуют о преобладании в породе слюд, а высокие – полевых шпатов (опять-таки при прочих равных условиях).

Железный модуль (ЖМ): $\frac{FeO + Fe_2O_3 + MnO}{TiO_2 + Al_2O_3}$ предназначен для характеристики пелитовых продуктов гидролиза и является хорошим индикатором вулканического материала при его наличии.

Фемический модуль (ФМ): $\frac{FeO + Fe_2O_3 + MgO + MnO}{SiO_2}$ весьма полезен (в сочетании с другими модулями) для идентификации обстановок осадконакопления, поскольку достаточно чутко реагирует на застойность или, наоборот, проточность среды.

Определенный интерес представляет сравнение полученных данных с результатами изучения **одновозрастных** среднеюрских терригенных отложений, выполненных в 1980-1990-е гг. той же химической лабораторией УГГГА (табл. 1). Даже такие, предельно обобщенные результаты ярко высвечивают существенную **специфику** отложений тюменской свиты. Низкие значения АМ, ЖМ и ФМ, вкупе с одинаковыми для других толщ ТМ и НКМ, исчерпывающе объяснимы глубокой и многократной переработкой исходного материала перед его окончательным закреплением в разрезе, т. е. собственно осадконакоплением.

Таблица 1

Значения модулей по результатам химического анализа для терригенных отложений среднеюрского возраста

Объект исследований	Колич. проб	Модули				
		АМ	ТМ	НКМ	ЖМ	ФМ
Шаймский НПГ: тюменская свита	52	0,16	0,04	0,22	0,09	0,03
Южно-Якутский каменноугольный бассейн: Денисовское месторождение: дурайская свита	235	0,23	0,03	0,43	0,19	0,06
Удугемский каменноугольный бассейн: эрбекская свита	87	0,25	0,04	0,29	0,32	0,12
Тургайский бурогольный бассейн: Кызылтальская депрессия, кызылтальская свита	190	0,22	0,06	0,16	0,25	0,07

Последующий анализ полученных результатов произведен в обычной последовательности статистической обработки данных. В табл. 2 приведены коэффициенты парной корреляции между модулями, а на рис. 1 – кластерная диаграмма, иллюстрирующая их взаимосвязь.

Таблица 2

Корреляционная матрица

Модули	АМ	ТМ	НКМ	ЖМ	ФМ
АМ	1,00	0,50	-0,69	0,22	0,64
ТМ	0,50	1,00	-0,34	0,29	0,59
НКМ	-0,69	-0,34	1,00	0,06	-0,26
ЖМ	0,22	0,29	0,06	1,00	0,81
ФМ	0,64	0,59	-0,26	0,81	1,00

Кластеризацией, т. е. автоматической классификацией объектов по формальным критериям, четко выделяются две пары модулей: АМ+ТМ и ЖМ+ФМ, с принципиально иным, обособленным "поведением" модуля НКМ. Полученные результаты, помимо чисто количественного насыщения сведений по геохимической обстановке осадконакопления, позволяют дополнить представления о природе модулей, изложенные в начале раздела. Так, на роль геохимического индикатора в наибольшей степени претендует натрий-калиевый модуль НКМ, изменения которого в наибольшей степени независимы от общей дисперсии системы, определяемой наложением некоей суммы общих факторов "внешнего" характера.

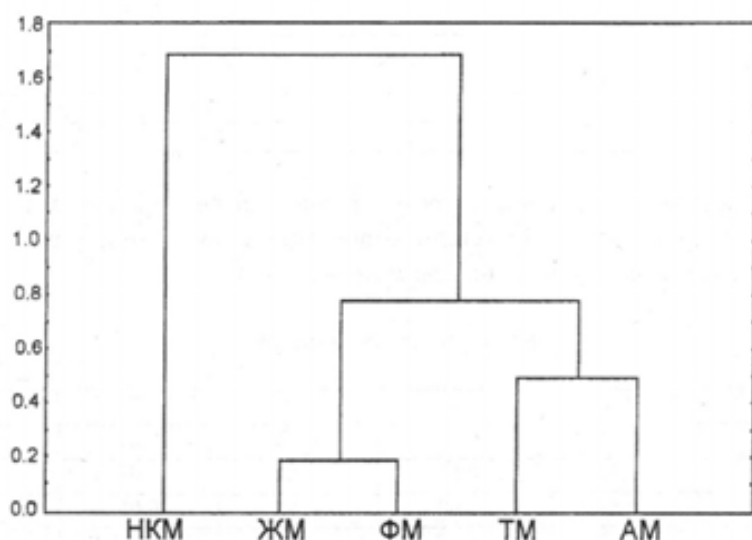


Рис. 1. Кластерная диаграмма модулей (по ординате – расстояние в усл. ед)

Следующим этапом обработки сведений явился факторный анализ, сущность которого сводится к замене набора исходных переменных (значений модулей) новыми переменными – факторами. Их значения приведены в табл. 3.

Таблица 3

Матрица факторных нагрузок

Модули	Факторы	
	1	2
АМ	0,316395	0,866259
ТМ	0,499210	0,556045
НКМ	0,098524	-0,916518
ЖМ	0,946413	-0,084214
ФМ	0,901533	0,380667
Вклад	0,413496	0,410319

Как следует из приведенных результатов, практически вся дисперсия системы признаков обусловлена двумя ведущими, примерно равнозначными факторами. Первый из них обусловлен главным вкладом железного (ЖМ) и фемического (ФМ) модулей. Исходя из природы самих модулей и сравнения с данными по другим бассейнам (см. табл. 1), формирование фактора обеспечивается внешними причинами: петрофондом, процессами эпигенеза и пр. Что же касается второго фактора, то, исходя из тех же посылок, его следует связывать с изменением конкретных обстановок осадконакопления.

Малые элементы (элементы-примеси)

По 84 пробам, взятым из слоев с установленным генезисом (фацией), проведен количественный анализ некоторых малых элементов (или элементов-примесей, редких элементов и пр. [3]) в аккредитованной лаборатории Института испытаний и сертификации минерального сырья.

При выборе элементов мы ориентировались на опыт работы по терригенным угленосным толщам и исходили из их максимальной информативности для оценки изменений в условиях формирования отложений [3, 5].

В табл. 4 приводятся полученные средние значения содержаний малых элементов (МЭ) и их кларковые содержания в литосфере. Как видно из этих данных, показатели не имеют особо резких отличий, исключая, в какой-то степени, медь. Ее повышенная концентрация в сравнении с кларковым содержанием (в четыре раза), скорее всего, объясняется широко известным сродством с органической и глинистой составляющей осадочных пород.

Таблица 4

Содержания малых элементов (МЭ): $n \cdot 10^{-3}$, %

Объект	Элементы						
	Ga	Cu	Sr	Mn	Cr	V	Ba
Изученный массив	2,8	16,7	21,6	43,8	17,6	13,8	68,0
Кларк	1,9	4,7	34,0	100	8,3	9,0	65,0

Дальнейший анализ полученных результатов также проводился их статистической обработкой. В табл. 5 приводятся показатели корреляционных связей между МЭ, а на рис. 2 – кластерная диаграмма, характеризующая их взаимоотношения.

Таблица 5

Корреляционная матрица

Элементы	Ga	Cu	Sr	Mn	Cr	V	Ba
Ga	1,00	0,81	0,31	-0,53	0,23	0,48	0,21
Cu	0,81	1,00	0,53	-0,62	0,08	0,13	0,08
Sr	0,31	0,53	1,00	-0,55	0,05	-0,06	0,34
Mn	-0,53	-0,62	-0,55	1,00	-0,13	-0,02	-0,02
Cr	0,23	0,08	0,05	-0,13	1,00	0,48	0,37
V	0,48	0,13	-0,06	-0,02	0,48	1,00	0,45
Ba	0,21	0,08	0,34	-0,02	0,37	0,45	1,00

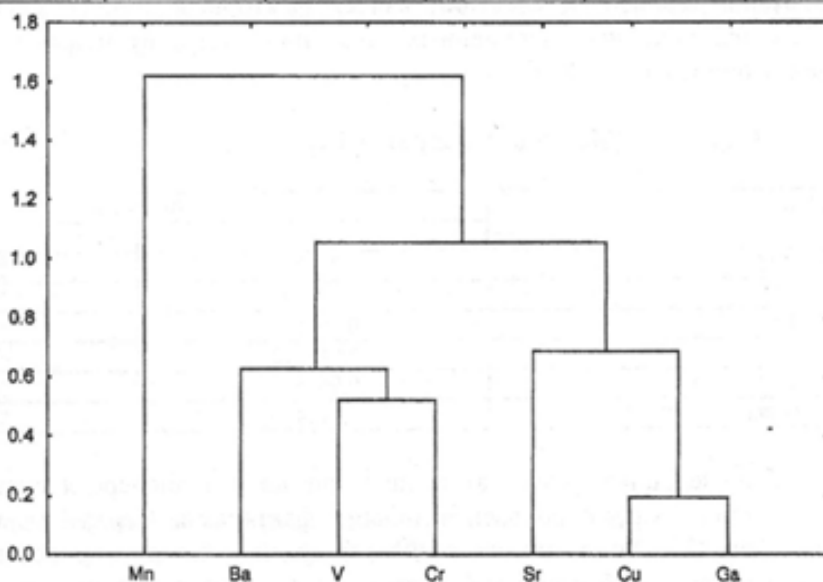


Рис. 2. Кластерная диаграмма объектов (элементов) по соотношению их содержаний (по ординате – расстояние в усл. ед.)

Приведенные сведения рельефно свидетельствуют о выделении двух групп элементов: 1. Ga – Sr – Cu и 2. Ba – V – Cr, при “внешнем” отношении к данным системам марганца. Еще более четко эти группы проявляются при факторном анализе (табл. 6).

Матрица факторных нагрузок

Элементы	Факторы	
	1	2
Ga	0,758220	0,403503
Cu	0,906869	0,077719
Sr	0,728594	0,013126
Mn	-0,838577	0,025844
Cr	0,037426	0,757282
V	0,050113	0,863324
Ba	0,101783	0,714356
Вклад	0,377949	0,285543

Не вдаваясь в детальную характеристику геохимической специализации каждого из элементов, отметим, что полученные статистическим обчетом исходных данных материалы очень хорошо отразили условия формирования отложений.

Во-первых, четко обособленное положение марганца подтверждает его большую приуроченность к мористым отложениям в принципе. Таким образом, его «противостояние» другим элементам в сугубо континентальной толще тюменской свиты выглядит совершенно закономерным.

Во-вторых, группа Ga – Sr – Cu идентифицирует **петрофонд**, то есть связь состава отложений с питающими провинциями. Каждый из этих элементов свидетельствует об указанной связи по-разному: Ga – по перемещению материала во взвеси, Sr – сродством с органическим, Cu – как с органическим, так и с глинистым веществом и т. д. Однако их группировка в тесную и хорошо распознаваемую группу (см. рис. 2, 3) определяет первый фактор изменчивости всей системы с вкладом 37,8 % (см. табл. 6).

В-третьих, группа элементов Ba – V – Cr, отличающаяся еще большей теснотой взаимосвязей (см. рис. 2, 3), характеризует изменчивость собственно условий осадконакопления внутри области седиментации. Ею формируется второй фактор, определяющий 28,5 % изменчивости системы (см. табл. 6). При этом Cr и Ba идентифицируют большую подвижность обстановок; поведение же V всегда составляло значительную загадку для геохимиков [6] – не являются исключением и полученные результаты. Во всяком случае, сродство Cr и V в осадочных терригенных (угленосных) толщах нами отмечалось и ранее [7].

Верификация фациальной диагностики

Последующим изложением фактов мы отвечаем на главный вопрос моделирования: соответствует ли предлагаемая модель новым сведениям? В качестве проверяемого объекта выступает схема фациального расчленения отложений, которое производится на базе визуально определяемых диагностических признаков [1]. Инструментом проверки служат результаты "объективных" анализов. Ответ содержится на рис. 3, 4, где в поле факторов F_1 - F_2 показаны распределения проб в соответствии с их генетической характеристикой. Четкая дифференциация проб, отобранных из слоев разного генезиса, в самостоятельные поля дает общий положительный ответ на поставленный в начале раздела вопрос. Действительно, на рис. 3 наблюдается отчетливое обособление полей бассейновых фаций от потоковых (руслowych и дельтовых). Перекрытие последних лишь подтверждает известные затруднения при их идентификации. Сходная картина имеет место и на рис. 4. Здесь проекция полей фаций на фактор F_1 разделяет отложения макрофаций ОЗ и БП (при их одинаковом литологическом составе!), но поле макрофаций АР и БД на них как бы накладывается. Это подтверждает положение обусловленности фактора F_1 изменениями петрофонда (см. выше). Напротив, такая же проекция полей фаций на фактор F_2 , при сохраняющемся разделении макрофаций ОЗ и БП, отчетливо обособляет положение макрофаций АР и БД. Тем самым подчеркивается собственно фациальная сущность данного фактора (также см. выше). Приведенные сведения дают нам основание утверждать, что показанное распределение проб, в соответствии с их генетической характеристикой по результатам литолого-фациального анализа, дает полное подтверждение **правомерности** таковой, насыщая ее при этом и конкретным геохимическим содержанием.

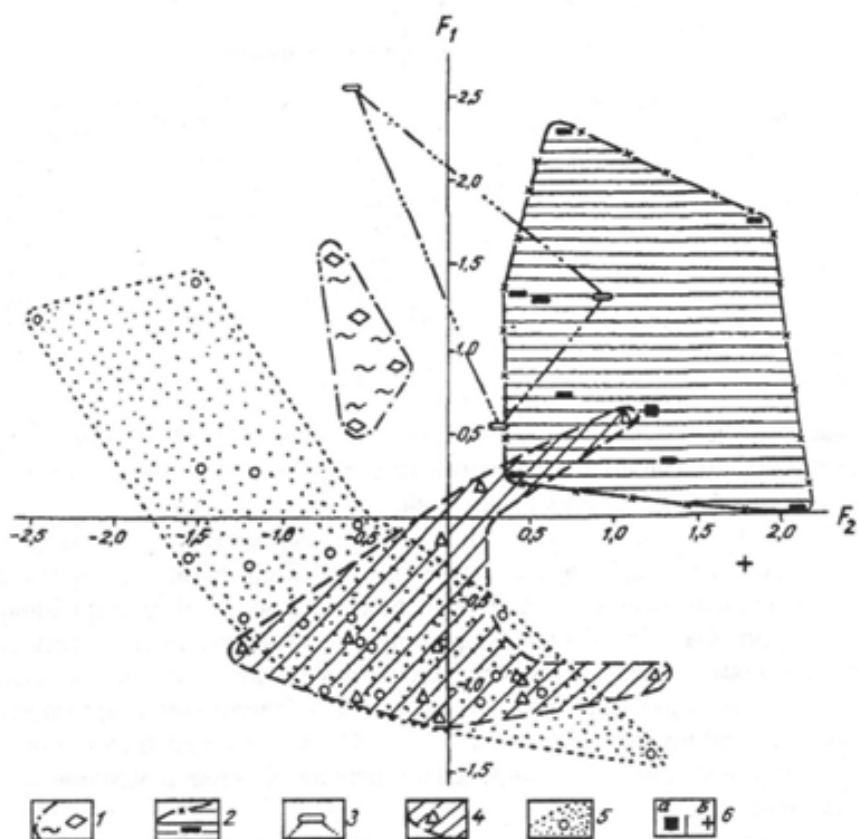


Рис. 3. Распределение проб в поле факторов $F_1 - F_2$ (силикатный анализ):
отложения: 1 - открытого подвижного бассейнового мелководья (БМ); 2 - малоподвижного бассейнового мелководья (БП); 3 - мелких прибрежных водотоков (КС); 4 - подвижной части дельты (БД); 5 - руслового аллювия (АР); 6 - отдельные пробы по фациям: а - ОЗО, б - АПП

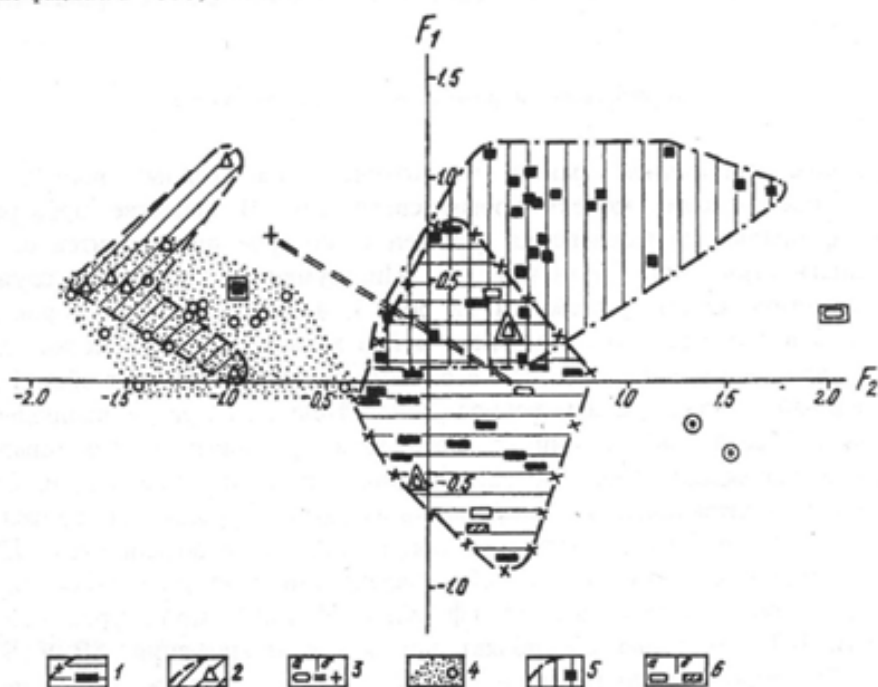


Рис. 4. Распределение проб в поле факторов $F_1 - F_2$ (малые элементы):
отложения: 1 - малоподвижного бассейнового мелководья (БП); 2 - подводной части дельты (БД); 3 - мелких прибрежных водотоков (КС) - а и пойменного аллювия (АП) - б; 4 - руслового аллювия (АР); 5 - застойных и заболачивающихся озер (ОЗ); 6 - отдельные пробы по фациям: а - ОВП, б - БЗП. Двойными линиями обведены пробы, не попавшие в основные поля, характеризующие макрофации

Использование полученных результатов для стратификации отложений

На рис. 5 изображены полученные результаты для изученной скв. 10320, одинаковые схематические колонки которой с показом основных фациальных обстановок приведены в его левой и правой частях. Пять графиков, показанных на рисунке, отражают изменения факторов, т. е. их конкретных значений для каждого слоя (точек опробования), по следующим выборкам.

График X_{F_1} – изменения первого фактора, характеризующего основную дисперсию системы из 52 проб, по которым определен химический состав отложений посредством силикатного анализа.

График \mathcal{E}_{F_1} – изменения первого фактора для системы из 84 проб, по которым определено содержание малых элементов.

График $\mathcal{E}A_{F_1}$ – изменения первого фактора по малым элементам, но для 28 проб, характеризующихся глинисто-алевролитовым составом (аргиллиты, мелкозернистые алевролиты).

График $\mathcal{E}П_{F_1}$ – то же, но для выборки из 31 пробы песчаников.

Визуальное сравнение полученных графиков показывает, что показатели в верхней и нижней частях разреза весьма существенно различаются. При этом граница в изменениях первого фактора по всем четырем выборкам имеет ступенчатый характер. Снизу вверх по разрезу достаточно равномерно (за исключением частных флюктуаций) значения F_1 распределяются до глубины 1762,80 м (нижняя пунктирная линия). В интервале 1762,80 – 1750,55 м показатели разных выборок ведут себя по-разному. На графике X_{F_1} наблюдается постепенный переход к верхнему, существенно иному комплексу значений. На графике \mathcal{E}_{F_1} сохраняется облик нижней части комплекса, выше резко переходящий в совершенно иной. Напротив, такой переход на графике $\mathcal{E}A_{F_1}$ имеет место именно на глубине 1762,80 м. Наконец, на графике $\mathcal{E}П_{F_1}$ переход от нижнего комплекса значений к верхнему начинается еще раньше, с глубины 1767 м, и в целом имеет еще более сложный характер. Однако в любом случае выше глубины 1750,55 м (верхняя пунктирная линия) значения фактора F_1 на всех графиках становятся существенно иными.

В целом это изображено в виде суммирующих стрелок “Н” и “В” (см. рис. 5).

Из приведенных сведений следует совершенно однозначный вывод: независимыми от генетических рассуждений аналитическими исследованиями, имеющими выражение в суммирующих статистических показателях (факторах), устанавливается двучленное строение тюменской свиты в данной части Шаимского НГР. Это полностью подтверждает сделанные ранее выводы, базирующиеся на изучении литолого-фациального состава отложений [1].

Такие изменения в значениях фактора F_1 по разным параметрам находят сущностное обоснование в смене петрофонда для нижней и верхней частей тюменской свиты. Для разных видов анализов это обоснование приведено выше. Чтобы проверить правильность таких значений, нами построен график \mathcal{E}_{F_2} для второго фактора, характеризующего дисперсию системы из 84 проб, по которым определено содержание малых элементов (крайний справа на рис. 5). Отсутствие резких скачков в изменениях его значений для изученного разреза убедительно подтверждает обусловленность изменчивости данного фактора F_2 сменой обстановок осадконакопления (фаций) внутри области седиментации.

Выводы

Приведенные данные, на наш взгляд, дают достаточно убедительные доказательства о правомерности или объективности генетической (фациальной) интерпретации терригенных отложений, на примере тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района. При этом различия в показателях вещественного состава разных макрофаций и фаций могут лежать и в основе решения “обратной задачи” – использования этих показателей в качестве дополнительного, а иногда и основного диагностического признака. Выполненные исследования удовлетворяют альтернативному принципу проверки гипотез и могут использоваться для решения конкретных геологических задач, прежде всего – стратификации и корреляции сложнопостроенных толщ континентального генезиса.

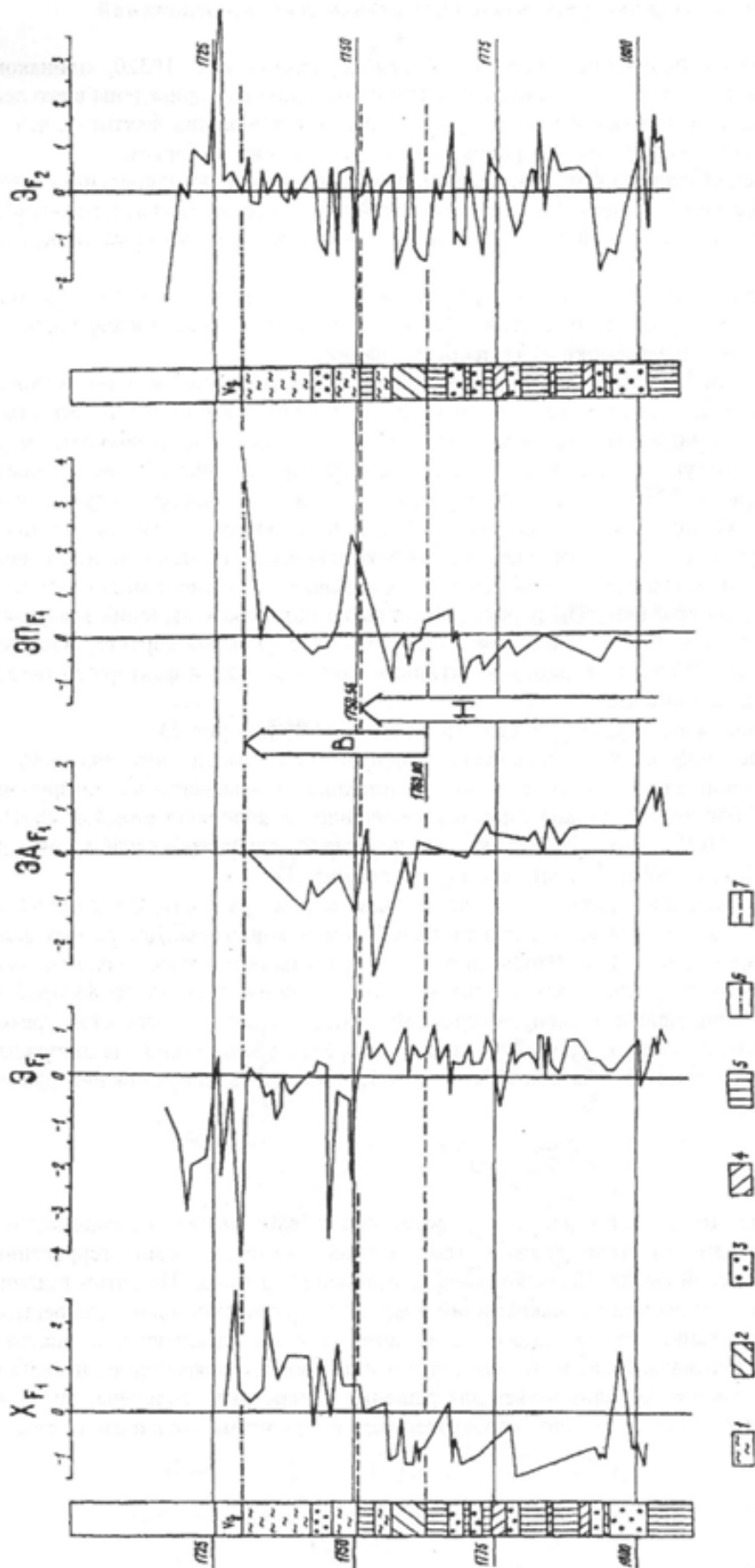


Рис. 5. Изменение значений факторов по пробам для разных анализов и выборок: отложения: 1 — бассейнового мелководья, 2 — подводнodelьтовые, 3 — аллювиальные, 4 — открытые озерных водосемов, 5 — озерно-болотные; границы: 6 — тюменской свиты с восточной толщей (vg), 7 — комплексов (показания в тексте)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Алексеев В.П.** Классический литолого-фациальный анализ как базовый метод при изучении состава, строения и условий формирования раннемезозойских отложений Западно-Сибирской плиты // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Ханты-Мансийск, 2003. Т.1. С. 145-150.
2. **Верификация генетических реконструкций** посредством количественной обработки литологической информации (на примере отложений тюменской свиты Шаимского района Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна) / Алексеев В.П., Федоров Ю.Н., Балахонов В.С., Газалеев С.С., Кошевой В.Н., Печеркин М.Ф., Русский В.И., Свечников Л.И. // Проблемы геологии и географии Сибири: Вестник ТГУ. 2003. № 3 (II). С. 221-223.
3. **Волков В.Н., Полеховский Ю.С., Сергеев А.С., Тарасова И.П.** Введение в металлогению горючих ископаемых и углеродсодержащих пород: Учебное пособие. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997. 248 с.
4. **Значимость и разрешающая способность** литолого-фациального анализа при изучении терригенных отложений: проверка гипотезы / Алексеев В.П., Русский В.И., Федоров Ю.Н., Газалеев С.С., Печеркин М.Ф., Свечников Л.И. // Геология угольных месторождений. Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2003. Вып. 13. С. 55-66.
5. **Металлогения и геохимия** угленосных и сланцесодержащих толщ СССР. Закономерности концентрации элементов и методы их изучения / В.Р. Клер, В.Ф. Ненахова, Ф.Я. Сапрыкин и др. М.: Наука, 1988. 256 с.
6. **Металлы в осадочных толщах.** М.: Наука. Ч. 1, 1964. 446 с.; ч. 2, 1965. 392 с., ч. 3, 1966. 326 с.
7. **Методика** литолого-фациальных исследований угленосных отложений (на примере изучения триас-юрских угленосных формаций азиатской части СССР): Свердловск, 1986. 63 с. (Препринт / УНЦ АН СССР)
8. **Шванов В.Н.** Структурно-вещественный анализ осадочных формаций (начала литомографии). СПб.: Недра, 1992. 230 с.
9. **Юдович Я. Э.** Региональная геохимия осадочных толщ. Л.: Наука, 1981. 276 с.
10. **Юдович Я.Э., Кетрис М.П.** Основы литохимии. СПб: Наука, 2000. 479 с.

УДК 549.623.7:553.676.2

В.А. Зырянов, П.В. Свергунов, Г.Ф. Тюменцева

ОСОБЕННОСТИ ПЕТРОГРАФИЧЕСКОГО СОСТАВА АСБЕСТОНОСНЫХ ПОРОД И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА НА ДЖЕТЫГАРИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Джетыгаринское месторождение хризотил-асбеста связано с одноименным массивом ультрабазитов притобольско-аккаргинского комплекса.

По данным геологоразведочных работ в пределах массива выявлено 9 залежей хризотил-асбеста, главной из которых является Основная, заключающая в себе более 80 % запасов месторождения [1, 5, 6].

Залежь представляет собой плитообразное тело с изменяющейся мощностью от 30-90 м на север до 450 м на юге, протягивающееся в субмеридиональном направлении около 4 км.

Со стороны лежачего бока она примыкает к Малому ядру перидотитов с полосами и шширами дунитов. Вдоль всячего крыла залежи прослеживаются серпентиниты с просечками асбеста, ограничивающие асбестовое оруденение, сменяющиеся далее к востоку рассланцованными серпентинитами с дайками плагиогранитов и кварцевых диоритов, фиксирующих зону разлома. Под острым углом через среднюю часть асбестоносной залежи проходит будинированная родингитизированная дайка диорит-порфиритов.

В геологическом строении Основной залежи, кроме перидотитов, принимают участие дуниты, образующие с перидотитами шширово-полосчатый комплекс.