

подстилающих разновозрастных, преимущественно альбских, образований;

2 – в центральной части антеклизы на состав тяжелой фракции оказывал влияние гипотетический континент на юге территории с развитой на нем корой выветривания, на что указывает наличие в отложениях весьма устойчивых минералов;

3 – наибольшее влияние гидродинамической активности среды на минералогический состав обнаруживается в пределах конседиментационных поднятий и их склонов, особенно в пределах II ТМР;

4 – по максимумам циркона и эпидота выявлено влияние альбских пород Павловского поднятия в пределах IV ТМР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хожанов Н.П. Источники сноса обломочного материала для палеозойских и мезозойских отложений Воронежской антеклизы // Литология и стратиграфия осадочного чехла Воронежской антеклизы: Сб. науч. тр. – Воронеж, 1974. – С. 3 – 11.
2. Хожанов Н.П., Стоянов Ю.Г. Основные закономерности распределения терригенных минералов в ниж-

немеловых песках северо – восточного склона Воронежской антеклизы // Литология и полезные ископаемые Воронежской антеклизы: Сб. науч. тр. – Воронеж, 1982. – С. 125 – 135.

3. Методы палеогеографических реконструкций (при поисках залежей нефти и газа) / Гроссгейм В.А., Окнова Н.С., Рожков Г.Ф. и др. -Л., 1984. - 271 с.
4. Батурий В.П. Петрографический анализ геологического прошлого по терригенным компонентам. -М., 1947. - 335 с.
5. Бергер М.Г. Терригенная минералогия. -М., 1986. - 227 с.
6. Савко А.Д., Мануковский С.В., Мизин А.И. и др. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы // Тр. НИИ Геологии. – Воронеж, 2001. - 201 с.
7. Савко А.Д., Беляев В.И., Мануковский С.В. Фосфориты Центрально-Черноземного района России. – Воронеж, 1994. – 184с.
8. Савко А.Д., Беляев В.И., Иконников Н.Н., Иванов Д.А. Титан-циркониевые россыпи Центрально-Черноземного района. -Воронеж, 1995. – 148 с.
9. Бергер М. Г., Канский Н. Е. Терригенные минералы и вопросы их изучения. – М., 1973. -65 с.

УДК 551.7 (470.32)

О СООТНОШЕНИИ СТРАТИФИЦИРОВАННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЛОСЕВСКОЙ ШОВНОЙ ЗОНЫ ВОРОНЕЖСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА

Р.А. Терентьев, Г.А. Чувашина

Воронежский государственный университет

Изучение опорных разрезов Лосевской шовной зоны ВКМ с применением геодинамического анализа позволило выявить противоречия в современной стратиграфической схеме ЛШЗ и внести соответствующие коррективы. Из объема воронежской свиты выделены более молодые образования байгоровского вулканогенного комплекса в одноименную толщу. Таким образом, воронежская свита распадается на две толщи – сомовскую, представленную метатерригенными породами (метаконгломераты, метагравелиты, метапсаммиты, метаалевролиты), филлитовидными сланцами и байгоровскую толщу, представленную слабо метаморфизованными вулканогенными породами (базальты, андезибазальты и андезиты нормальной щелочности +вулканиты субщелочной серии). Лосевская серия по наличию атрибутивной метавулканогенной формации подразделена на две толщи: подгоренскую (метаморфизованная непрерывная базальт-андезит-плагиориолитовая формация) и стрелицкую (метаморфизованная контрастная базальт-плагиориолитовая формация).

Введение

Познание вещественного состава вулканогенных формаций в пределах шовных зон имеет важное значение для выяснения геодинамических режимов формирования самих шовных зон и граничащих с ними блоков земной коры. Такие формации широко распространены в Лосевской шовной зоне (ЛШЗ), которая разделяет Хоперский и Курский мегаблоки Воронежского кристаллического массива (ВКМ). Исследование опорных разрезов по СВК ЛШЗ, формационный и геодинамический анализ, слагающих их метаморфизованных вулканогенных образований, позволили выявить противоречия в современной схеме стратиграфии ЛШЗ.

В настоящее время (Корреляционная схема стратиграфии и магматизма ВКМ / Под ред. Б.М. Петрова и Н.М. Чернышова) в современной стратиграфической схеме ЛШЗ принята следующая последовательность стратифицированных толщ (снизу вверх): лосевская серия (метаосадочные породы и метавулканиты), на которой несогласно залегает воронежская свита (метаконгломераты, метапсаммиты и др., байгоровский вулканогенный комплекс). Не смотря на то, что в одних и тех же разрезах метатерригенная толща и метавулканогенные породы байгоровского комплекса не встречаются, их формирование считается субсинхронным, и поэтому они объединяются в единую воронежскую свиту [1].

Лосевская серия подразделялась на две толщи (в рамках свит):

1) По соотношению вулканогенного и осадочного материала [2]. Нижняя толща названа собственно вулканогенной, верхняя – туфогенно-осадочной. Взаимоотношения толщ не ясны, так как они встречаются в различных точках наблюдения, да и сам автор обращает внимание на то, что положение описанных разновидностей пород в разрезе лосевской серии окончательно не определено.

2) По количественному соотношению покровов основного, среднего и кислого составов: нижняя толща существенно базальтовая, верхняя толща представлена неоднородно переслаивающимися метавулканитами основного и кислого составов (В.М. Богданов, 1976, - фонды ФГУГП «Воронежгеология»). При таком подходе становится не ясным положение в разрезе метаосадочных пород, объемы которых при нынешней изученности соответствуют объемам метавулканитов.

3) По степени метаморфизма слагающих ее пород [3]. В рабочей схеме Н.Ф. Которгина нижняя толща представлена породами метаморфизованными в амфиболитовой фации (соответствует александровской свите михайловской серии), верхняя – породами метаморфизованными в фации зеленых сланцев (соответствует лебединской свите михайловской серии). Расчленение по степени метаморфизма осложняется тем, что отсутствуют четкие и надежные различия между породами регионально-метаморфизованными и метаморфизованными под воздействием внедряющихся гранитоидов (в нашем случае это усманский мигматит-плагиогранитный комплекс).

В геологических сводках по ВКМ исследователям приходится затрагивать вопрос вещественного состава стратифицированных толщ ЛШЗ, но ссылки в них на стратотипические разрезы отсутствуют. В более детальных работах разные авторы некоторые опорные разрезы приводят как для характеристики лосевской серии (скважина Б-1 (И.Н. Быков, В.А. Канцеров, 1979), скважина 0182 [3]), так и при описании байгоровского комплекса (скважина Б-1 [1], скважина 0182 (фонды ФГУГП «Воронежгеология»). В связи с этим возникает противоречивость выводов, прежде всего, о формационной принадлежности метавулканитов лосевской серии, и как следствие, о геотектонических условиях формирования образований, слагающих ЛШЗ. Ранее многие авторы относили метавулканогенные образования лосевской серии к непрерывной базальт-андезит-дацитовый (до риолитов) серии [3-5], позднее к бимодальной базальт-риолитовой (\pm андезиты) [6].

Метаморфизованная контрастная базальт-плагиориолитовая формация лосевской серии

В работе [7] дается описание наименее метаморфизованных пород (зеленосланцевая фация) ло-

севской серии, которые представлены метаплагиориолитами, метаплагиориодацитами, зелеными сланцами и кварц-актинолитовыми породами (метавулканиты основного состава), метапсаммитами, метаалевролитами и сланцами пестрого состава. Стратотипический разрез представлен двумя скважинами 7782 и 0150, характеризующими два типа разреза серии (рис.1). Разрез первого типа (скв.7782) имеет двучленное строение и генеральную гомодромную направленность развития вулканизма: кислые вулканиты залегают в верхах разреза, чередуясь с зелеными сланцами (метатуфами основного состава); нижняя часть разреза представлена почти монотонной толщей кварц-актинолитовых пород с единичными прослоями кислых метавулканитов и метатуфов основного состава (рис.2). Разрез второго типа (скв.0150) характеризуется антидромной генеральной направленностью: объемы метаплагиориодацитов уменьшаются вверх по разрезу. В верхней части разреза главную роль играют основные породы с маломощными прослоями кислых метавулканитов (рис.2). Основным метавулканитам присущи крупные (до 5-7мм) порфиробласты (апофенокристаллы) амфибола, а кислым – крупные (до 5мм) реликтовые фенокристаллы плагиоклаза. Таким образом, учитывая однородный химический состав пород и наличие крупных фенокристаллов, метавулканогенные породы разреза второго типа следует относить к субвулканической фации. В разрезе первого типа в верхней части преобладают породы пирокластической фации, а в нижней – эффузивной. Различаются разрезы также по наборам и объемам сопутствующих метаосадочных и метавулканогенно-осадочных пород. В разрезе первого типа метаосадочные породы занимают кровельную часть разреза и представлены в основном тонкозернистыми ((серицит, хлорит)-плагиоклаз-кварцевыми сланцами). В разрезе второго типа центральная часть разреза представлена метаосадочными породами, среди которых часто встречаются как тонкозернистые сланцы, так и метапсаммиты и метаалевролиты. После восстановления первичной природы пород удалось выяснить формационную принадлежность метавулканитов лосевской серии: в исследованных разрезах вскрываются образования метаморфизованной контрастной базальт-плагиориолитовой формации (КФ). По химическому составу метабазиты рассматриваемой формации принадлежат породам толеитовой серии. Они слабо насыщены SiO_2 и резко обогащены Na_2O по сравнению с K_2O . Для них характерно стабильно низкое количество Al_2O_3 (13-16 мас%), высокие содержания TiO_2 , MgO (табл.1). Метаморфизованные плагиориодацит-плагиориолиты являются высококремнекислыми образованиями, содержащими от 65 до 76мас% кремнезема, малые количества TiO_2 , MnO , суммы оксидов железа и высокие количества CaO . Концентрации оксидов щелочей в них варьируют в интервале 5-6,5мас%, в целом соответствуя низкощелочным породам (рис.3). Эти петрохимические особенности, а также

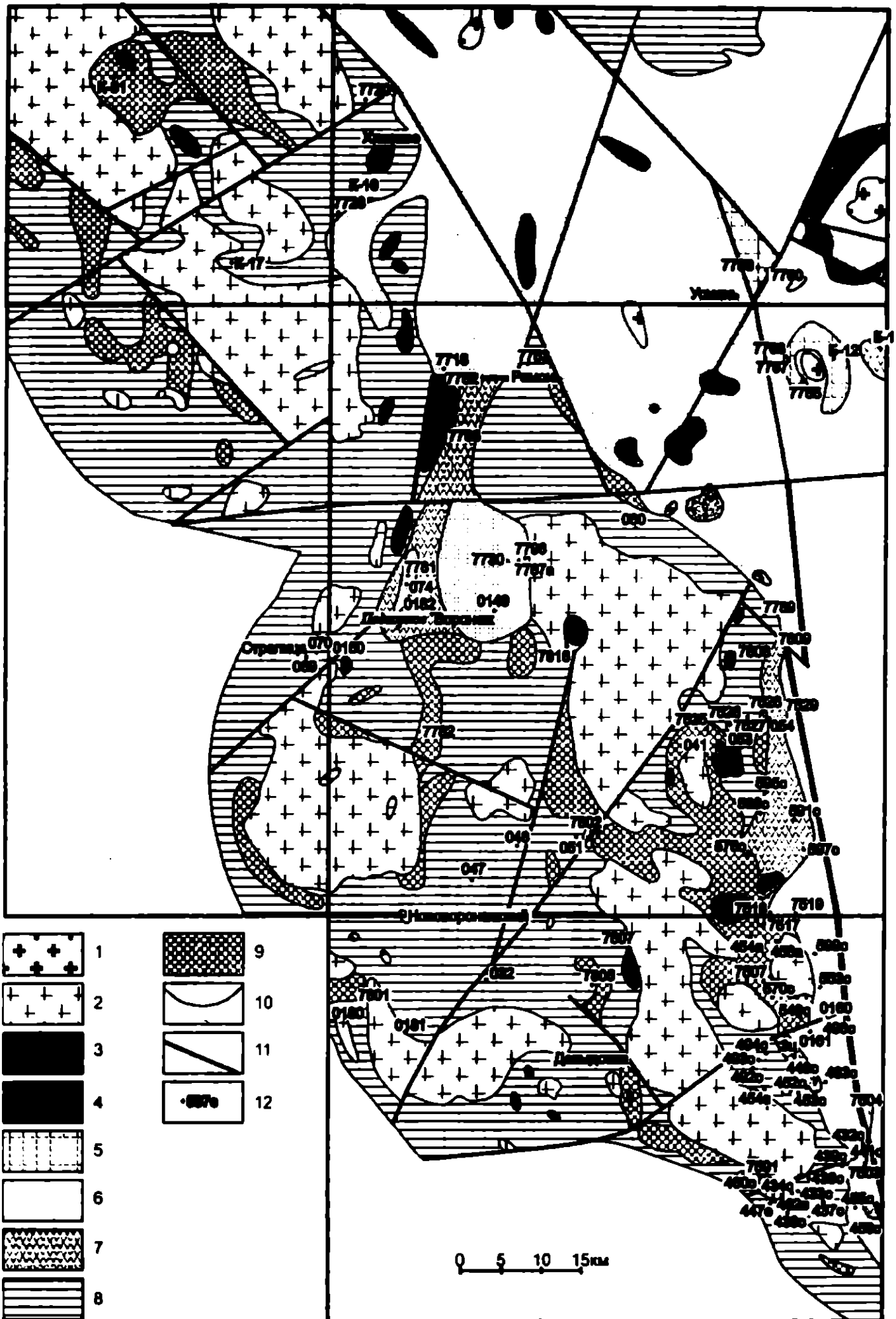


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Лосевской шовной зоны ВКМ (составлена по материалам С.П. Молоткова, В.И. Костюкова, В.И. Лосицкого и др. с изменениями и дополнениями): 1 – гранитоиды второй фазы ольховского комплекса; 2 – гранитоиды усманского комплекса; 3 – габброиды, диориты первой фазы ольховского комплекса; 4 – габброиды рождественского комплекса; 5 – байгороевский вулканогенный комплекс; 6 – метатерригенные образования вороняжской свиты; 7-9 – образования лосевской серии: 7 – метавулканогенно-осадочные породы непрерывно-дифференцированной формации, 8 – метасадочные, метавулканогенно-осадочные породы и метаморфизованные плагиориодцит-плагиориолиты контрастной формации, 9 – основные метавулканиды контрастной формации; 10 – геологические границы; 11 – тектонические нарушения; 12 – положение номера скважин вскрывающих стратифицированные толщ

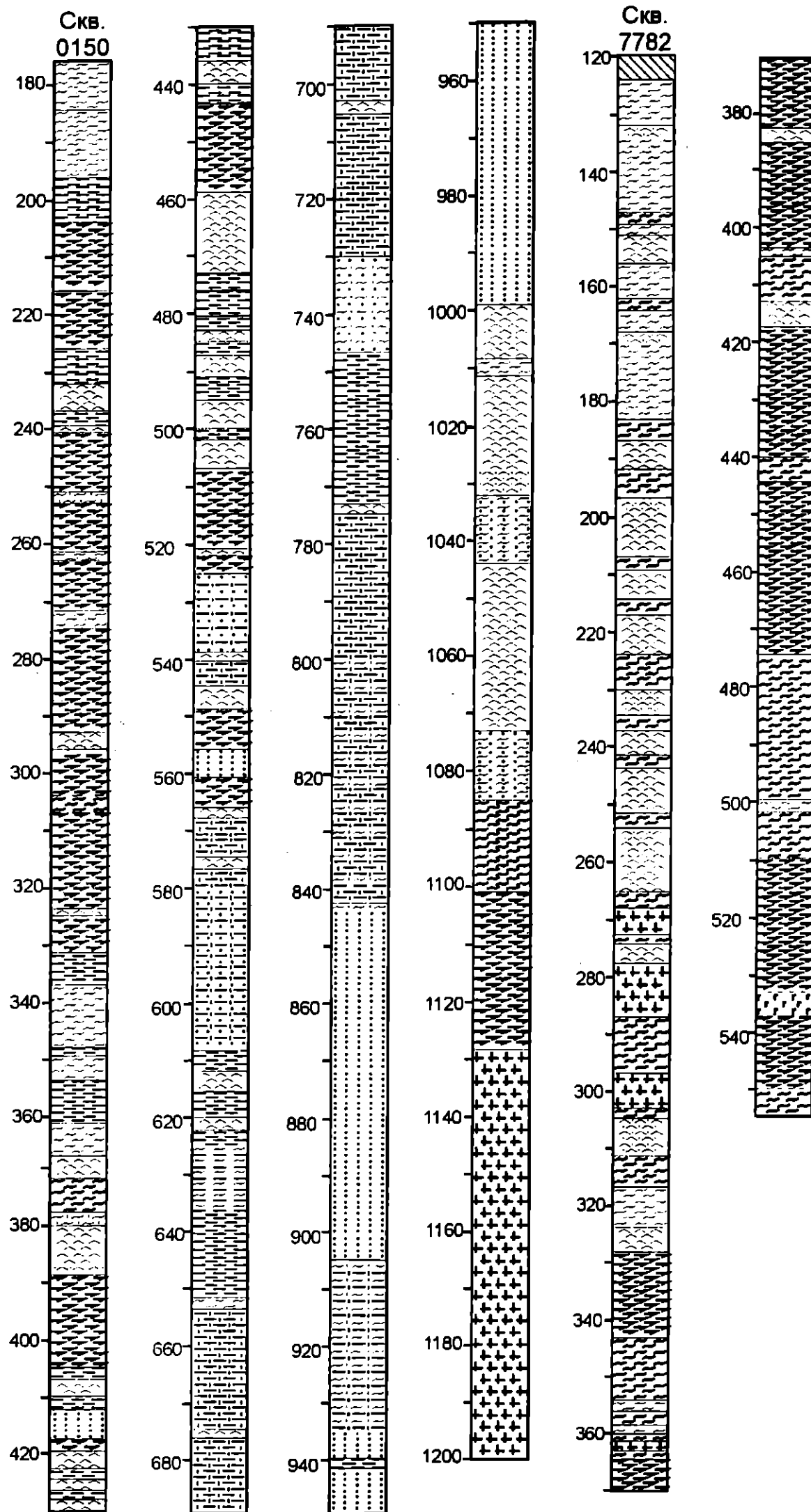


Рис. 2. Опорные разрезы стратифицированных образований ЛШЗ. (Условные обозначения см. на стр. 97)

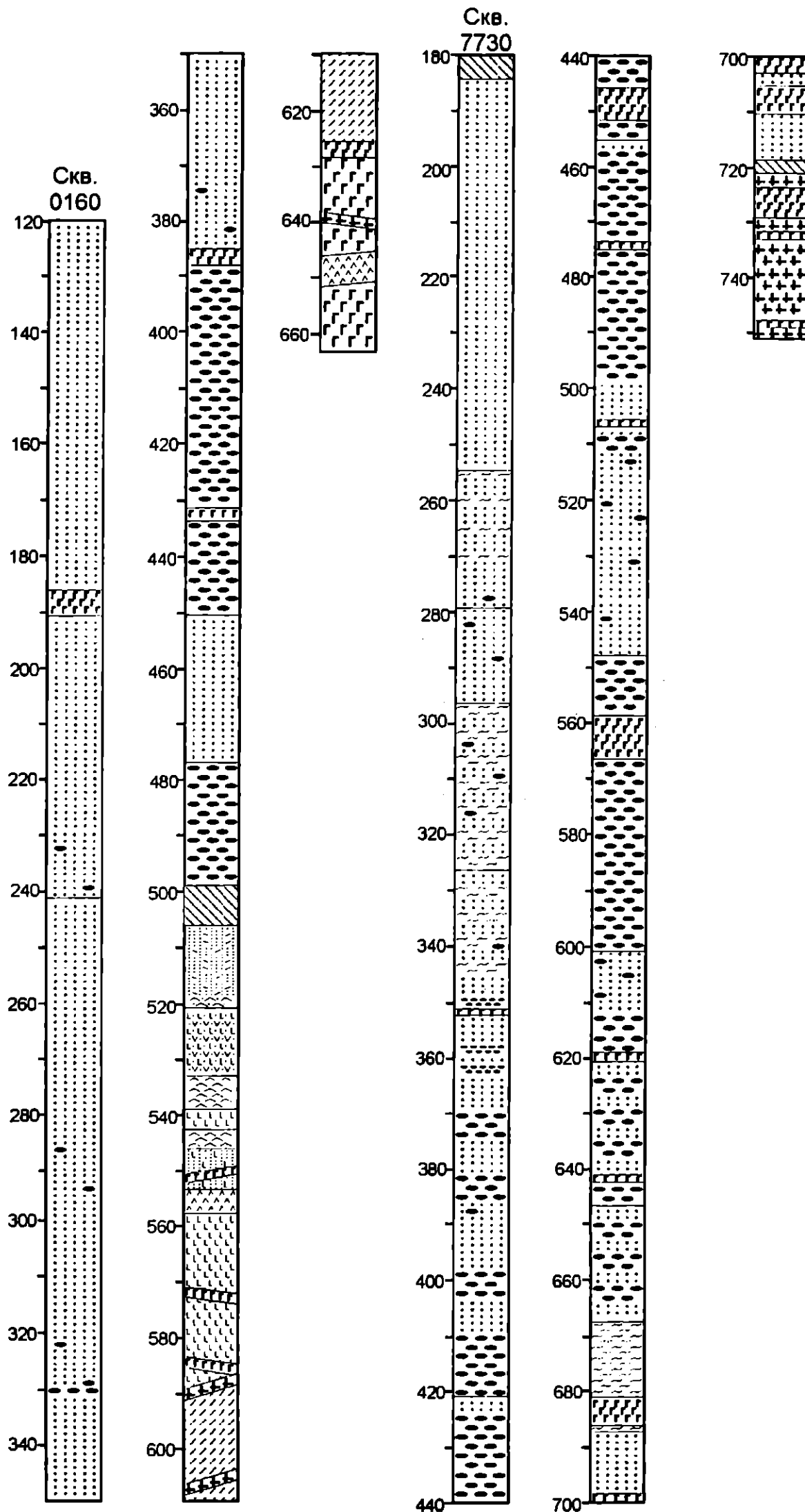


Рис. 2 (продолжение). Опорные разрезы стратифицированных образований ЛШЗ. (Условные обозначения см. на стр. 97)

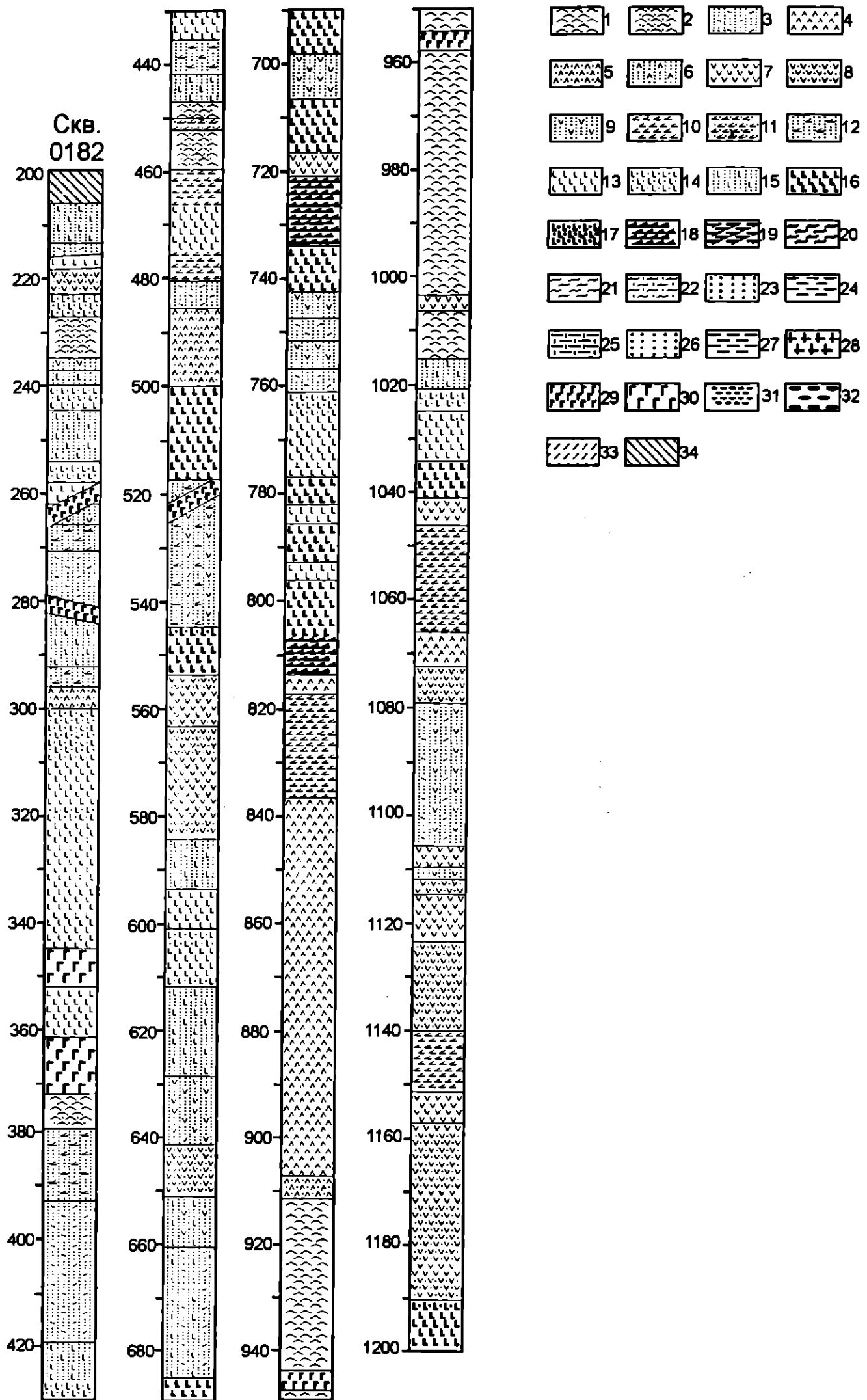


Рис. 2 (окончание). Опорные разрезы стратифицированных образований ЛШЗ. (Условные обозначения см на стр. 97)

Условные обозначения к рис. 2. 1 – метаплаггиориодациты и метаплаггиориолиты; 2 – метатUFFы плаггиориодацитов и плаггиориолитов; 3 – метавулканогенно-осадочные и породы кислого и среднекислого состава; 4 – метаплаггиодациты и метаандезидациты; 5 – метатUFFы плаггиодацитов и андезидацитов; 6 – метавулканогенно-осадочные породы среднего состава; 7 – метаандезиты; 8 – метатUFFы андезитов; 9 – метавулканогенно-осадочные породы среднего состава; 10 – метаандезибазальты известково-щелочные; 11 – метатUFFы андезибазальтов; 12 – метавулканогенно-осадочные породы андезибазальтового состава; 13 – метаплаггиобазальты известково-щелочные; 14 – метатUFFы плаггиобазальтов; 15 – метавулканогенно-осадочные породы основного состава; 16 – метаферробазальты; 17 – метатUFFы ферробазальтов; 18 – метаандезибазальты толеитовые; 19 – алобазальтовые кварц-актинолитовые породы и амфиболиты; 20 – алобазальтовые зеленые сланцы; 21 – сланцы и метаалевролиты серицит-плаггиоклаз-кварцевые, (хлорит-серицит-плаггиоклаз-кварцевые; 22 – тоже с биотитом; 23 – метапсаммиты (серицит, хлорит, биотит)-плаггиоклаз-кварцевые; 24 – сланцы и метаалевролиты амфибол-кварц-плаггиоклазовые; 25 – тоже с биотитом; 26 – метапсаммиты амфибол (±биотит)-кварц-плаггиоклазовые; 27 – метаалевролиты гранат-кварц-хлоритовые; 28 – плаггиограниты и плаггиогранит-порфиры; 29 – дайки среднеосновного состава; 30 – габброиды, 31 – метагравелиты, 32 – метаконгломераты, 33 – тектониты, 34 – коры выветривания

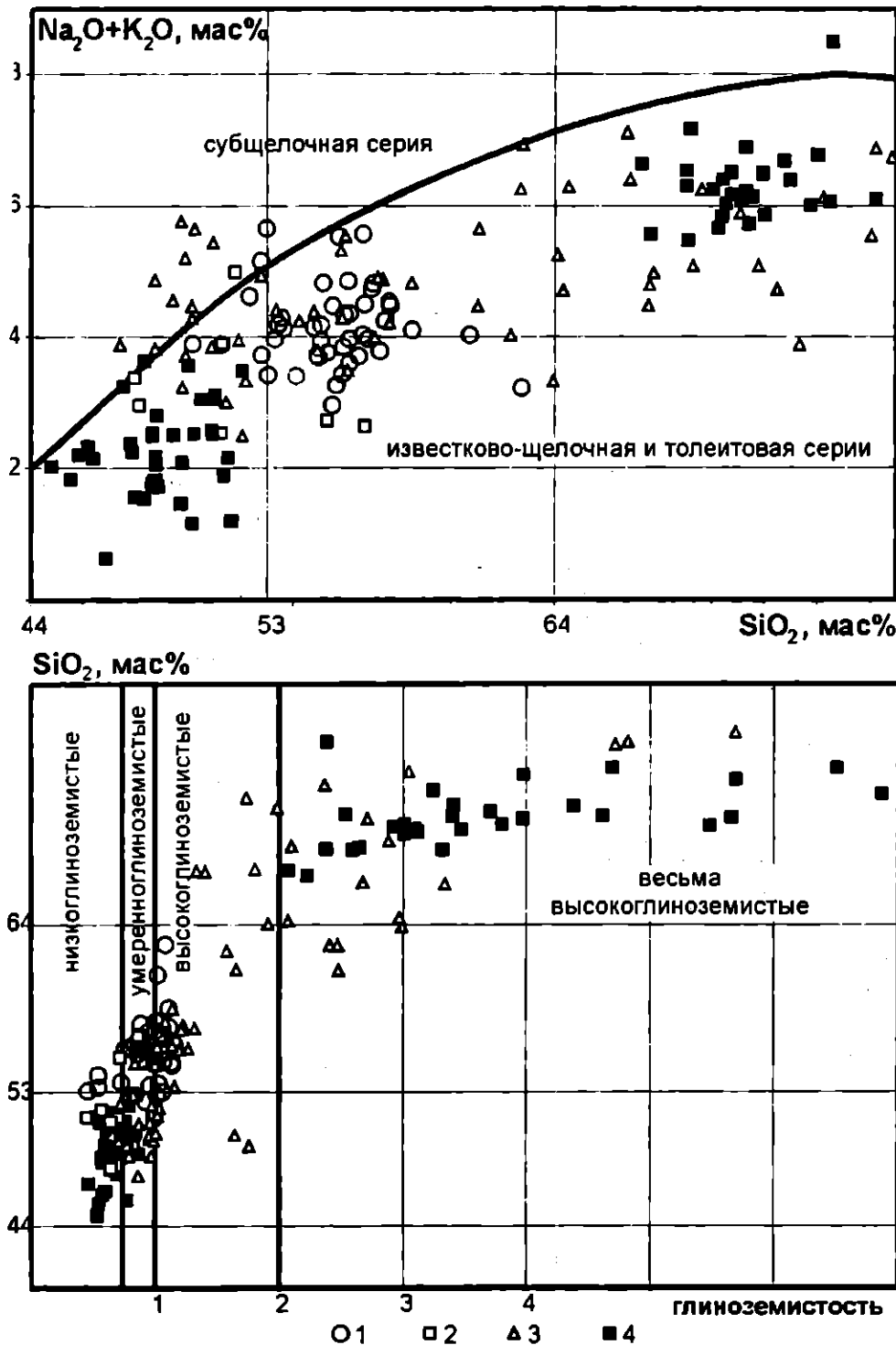


Рис. 3. Классификационные диаграммы для пород байгоровского вулканогенного комплекса (1), толеитов (2) и известково-щелочных пород (3) метаморфизованной непрерывно-дифференцированной базальт-андезит-плаггиориолитовой формации, пород метаморфизованной контрастной базальт-плаггиориолитовой формации (4)

характер распределения редкоземельных элементов [7] позволяют сопоставлять metabasites КФ с основными породами океанов и окраинных морей [8-11]. Отсутствие среднекислых вулканитов в составе формации и сопоставимость объемов основных и кислых пород, характерные для окраинных морей [12,13], свидетельствуют о рифтогенном генезисе КФ. Полярные группы метавулканитов формации, по-видимому, являются производными различных магматических очагов сближенных в пространстве и во времени.

Метаморфизованная непрерывно-дифференцированная базальт-андезит-плаггиориолитовая формация неопределенного стратиграфического положения

По предварительным данным было предложено выделять метаморфизованную непрерывно и полно дифференцированную базальт-андезит-(плаггиодацит)-плаггиориолитовую формацию (НФ), которая залегает стратиграфически выше контрастной формации, но не имеет собственного стратиграфического эквивалента [14]. Известно только то, что обломки пород рассматриваемой формации встречаются в метакластогенных образованиях воронежской свиты. Этот факт является обоснованием более древнего возраста НФ относительно метакластогенной толщи. НФ и связанные с ней метавулканогенно-осадочные породы установлены вдоль картируемых ранее контактов воронежской свиты

Таблица 1

Средние химические составы и основные статистические характеристики метавулканитов Лосевской шовной зоны ВКМ

Оксиды	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	al'	Na ₂ O +K ₂ O	FeO*/ MgO	K ₂ O/ Na ₂ O	
Метаферробазальты и метаандезиты толеитовой серии (непрерывнодифференцированная базальт-андезит-плагиориолитовая формация)																
Количество проб 8	максимум	56,69	2,38	15,79	5,51	14,24	0,28	6,58	10,42	4,37	0,86	0,64	0,86	4,99	4,12	0,28
	минимум	47,95	1,28	10,87	1,31	9,20	0,19	3,65	4,99	2,30	0,04	0,08	0,45	2,54	2,58	0,01
	среднее	51,67	1,76	13,76	4,46	11,70	0,23	5,13	7,80	2,93	0,35	0,22	0,66	3,28	3,13	0,12
	ст. откл.	3,05	0,40	1,70	1,38	1,68	0,03	1,08	2,06	0,64	0,29	0,19	0,12	0,82	0,53	0,09
Метаплагиобазальты (непрерывнодифференцированная базальт-андезит-плагиориолитовая формация)																
Количество проб 20	максимум	52,78	2,13	23,86	5,54	11,69	0,26	10,75	10,76	5,05	2,73	0,50	1,76	6,27	2,01	1,00
	минимум	47,41	0,67	14,20	0,56	3,28	0,08	4,73	4,83	1,76	0,06	0,11	0,66	2,30	0,86	0,02
	среднее	50,28	1,32	17,09	3,27	7,59	0,15	7,39	8,62	3,32	0,78	0,20	0,97	4,09	1,48	0,25
	ст. откл.	1,33	0,43	2,41	1,46	2,13	0,03	1,72	1,55	0,83	0,62	0,12	0,28	1,03	0,31	0,23
Метаандезиты, метаандезиты и метаандезидациты (непрерывнодифференцированная базальт-андезит-плагиориолитовая формация)																
Количество проб 17	максимум	62,68	1,74	17,59	4,43	8,87	0,17	6,32	11,52	4,69	3,04	0,49	2,48	7,45	3,46	0,94
	минимум	53,34	0,44	14,30	0,59	3,94	0,02	1,50	4,06	2,31	0,21	0,10	0,84	3,50	1,46	0,05
	среднее	57,89	1,07	15,92	2,38	5,67	0,10	4,18	7,71	3,54	1,29	0,26	1,42	4,82	2,04	0,39
	ст. откл.	2,98	0,38	0,81	1,20	1,52	0,04	1,46	1,69	0,68	0,86	0,13	0,53	0,99	0,59	0,29
Метаплагиодациты, метаплагиориодациты (непрерывнодифференцированная базальт-андезит-плагиориолитовая формация)																
Количество проб 19	максимум	76,82	0,84	17,33	1,96	6,53	0,18	2,95	9,76	5,66	3,14	0,43	5,69	7,12		1,32
	минимум	63,93	0,27	11,32	0,34	0,58	0,03	0,51	1,84	1,68	0,04	0,05	1,33	3,33		0,01
	среднее	69,69	0,50	14,12	1,26	3,07	0,08	1,60	4,06	4,06	1,39	0,16	2,76	5,45		0,39
	ст. откл.	4,29	0,15	2,01	0,56	1,49	0,04	0,76	1,88	0,98	0,78	0,11	1,19	1,03		0,31
Метаплагиориодациты и метаплагиориолиты (контрастная базальт-плагиориолитовая формация)																
Количество проб 29	максимум	76,20	0,64	15,82	2,31	3,37	0,05	2,01	4,62	6,02	4,22	0,72	6,86	8,65		0,95
	минимум	67,28	0,10	10,52	0,41	0,43	0,01	0,16	2,07	4,27	0,40	0,05	2,07	5,48		0,07
	среднее	71,21	0,36	14,17	1,27	1,98	0,03	0,93	3,34	4,98	1,41	0,30	3,73	6,39		0,29
	ст. откл.	2,06	0,17	1,11	0,51	0,85	0,01	0,48	0,82	0,47	0,67	0,17	1,28	0,66		0,16
Метабазальты (контрастная базальт-плагиориолитовая формация)																
Количество проб 37	максимум	52,80	2,57	16,97	7,99	13,05	0,23	10,65	13,79	3,41	0,83	2,03	0,87	3,64	2,87	0,62
	минимум	44,78	0,95	11,47	1,59	6,64	0,02	5,28	8,86	0,88	0,06	0,11	0,54	1,16	0,99	0,02
	среднее	49,08	1,58	14,03	3,98	9,62	0,12	7,86	10,95	1,99	0,34	0,45	0,66	2,33	1,75	0,19
	ст. откл.	1,85	0,36	1,09	1,34	1,29	0,05	1,46	1,22	0,62	0,20	0,31	0,08	0,64	0,40	0,14
Андезиты, андезитобазальты байгоровского комплекса																
Количество проб 37	максимум	62,71	1,28	17,07	5,38	6,74	0,10	10,78	10,83	4,19	2,14	0,55	1,16	5,57	1,66	1,17
	минимум	53,28	0,78	11,46	2,53	3,94	0,02	4,70	6,09	1,83	0,51	0,01	0,54	2,96	0,93	0,21
	среднее	56,12	1,00	14,80	4,08	4,98	0,05	6,66	7,90	2,98	1,15	0,29	0,96	4,13	1,33	0,40
	ст. откл.	1,85	0,10	1,19	0,67	0,62	0,02	1,34	1,08	0,50	0,31	0,12	0,14	0,57	0,20	0,17
Базальты байгоровского комплекса																
Количество проб 8	максимум	53,04	1,21	17,65	5,64	7,38	0,07	11,04	9,46	3,87	1,78	0,40	1,06	5,65	1,62	0,49
	минимум	50,16	0,84	10,24	2,49	4,03	0,03	5,62	7,06	2,39	1,04	0,13	0,46	3,43	0,97	0,41
	среднее	52,19	1,07	15,53	4,43	5,73	0,05	8,04	8,35	2,98	1,36	0,27	0,87	4,34	1,24	0,46
	ст. откл.	1,08	0,13	2,48	1,00	1,19	0,01	1,71	0,89	0,57	0,26	0,09	0,20	0,83	0,21	0,03

и лосевской серии на западе территории, выходят на поверхность докембрийского фундамента по профилю Воронеж-Рамонь, а также в виде «окон» среди метатерригенных пород воронежской свиты (скв. Б-1, 456с и др., см. рис.1). В связи со сложностью картирования и отражения в геофизических полях НФ и метатерригенных пород воронежской свиты, выходы НФ картируются по изученным авторами точкам наблюдения (скважинам). Наиболее полный и мощный разрез (1200м) НФ вскрыт скважиной 0182 вблизи г. Воронежа и скважиной Б-1 вблизи с. Байгора, а также скважинами 7529, 597с, 7765 и др. Непрерывность формации не является постоянным признаком. Так, из разреза скв. Б-1 выпадает собст-

венно андезитовая составляющая, и совокупность слагающих его пород образует бимодальную по содержанию кремнезема ассоциацию (метаморфизованную базальт-андезитобазальт-плагиориодацитовую). Формация имеет слабо проявленное ритмичное строение, обусловленное многократным повторением в разрезе элементарных ассоциаций пород. Каждая такая ассоциация (ритм) имеет двух-, трехчленное строение и состоит из метаплагиобазальтов, метаандезитов и метаплагиориодацитов. В составе ритма принимают участие как эффузивные, так и пирокластические и вулканогенно-осадочные фации. Причем объемы метаморфизованных пирокластических, осадочно-вулканогенных и вулканоген-

но-осадочных пород более значительны (не менее 50% разреза) по сравнению с аналогичными образованиями контрастной формации (которые составляют около 20-30% объема разреза). Вверх по разрезу дифференцированной формации увеличивается лейкократовость пород и объемы метаморфизованных пирокластических и вулканогенно-осадочных образований. В строении метаосадочно-вулканогенной толщи принимают участие и субвулканические тела метаандезидацит-метаплагиодацитов (мощностью до 300м) и габброидов (рис.2). В разрезе толщи переслаиваются породы двух петрохимических серий (которые можно рассматривать как самостоятельные формации¹): толеитовой - метаферробазальты (название дано по [15], $K_{\phi}=73-81$) и связанные с ними метаандезибазальты и известково-щелочной - метаплагиобазальты, метаандезиты и метаплагиодациты (до метаплагиориолитов) (рис.2). Толеитовые метавулканиды занимают преимущественно нижние и средние части разреза.

При почти равных содержаниях кремнезема, содержание глинозема в метаплагиобазальтах непрерывно-дифференцированной формации всегда выше (15-23%), чем в metabазитах контрастной (13-16%). Таким образом, метаплагиобазальты и метаандезибазальты дифференцированной формации можно отнести к высокоглиноземистым (коэффициент глиноземистости равен $0,7 \div 1,8$, см рис.3). Формации значительно различаются по содержанию оксидов титана и натрия. В работе [14] рассмотрены другие различия выделяемых формаций.

Толеитовые метаферробазальты, относительно известково-щелочных метаплагиобазальтов, характеризуются пониженными содержаниями глинозема (12,5-17%), Na_2O (в среднем 2,96мас%) и повышенными - суммы оксидов железа (12-19мас%). Метаандезибазальты, метаандезиты, метаплагиодациты и метаплагиориодациты в целом наследуют петрохимические черты метаплагиобазальтов НФ (см. табл.1). Образования описываемой формации по признакам петрохимической общности, петрографической однотипности (как правило, это плагиофировые разновидности, темноцветные минералы представлены псевдоморфозами амфибола и хлорита) являются дифференциатами одного магматического очага и соответствуют, согласно представлениям о генезисе вулканогенных формаций [8, 13, 16, 17], островодужным вулканическим породам. Типовые островодужные вулканические серии представлены (что наблюдается и в рассматриваемой формации) слабо дифференцированной толеитовой и полно дифференцированной известково-щелочной сериями [16].

В разрезе скважины 0160 вскрываются контакты кровли и подошвы НФ. Основание подошвы

представлено сильно трещиноватыми, карбонатизированными, окварцованными (зона тектонического дробления) габброидами рождественского интрузивно-магматического комплекса (интервал 590-625м). В верхней части метавулканогенные и метавулканогенно-осадочные породы НФ сменяются метаалевролитами, пелитоморфными сланцами иногда ожелезненными. С глубины 498м начинается метакластогенная толща воронежской свиты. Взаимоотношения, кроме тектонических, метавулканогенных, метавулканогенно-осадочных и метаосадочных образований метаморфизованной контрастной базальт-плагиориолитовой и метаморфизованной дифференцированной базальт-андезит-плагиодацитовой формаций не установлены. В связи с этим, характер перерыва или отсутствия такового между контрастным вулканизмом и дифференцированным достоверно восстановить невозможно. Предположительно, по аналогии с контрастными и непрерывными формациями Урала [18], местные метавулканогенные комплексы совмещены в пространстве, имеют в зоне перехода СВК окраинного моря в СВК островной дуги постепенные без стратиграфического перерыва контакты.

Метатерригенная толща воронежской свиты

На породах лосевской серии залегает метатерригенная толща воронежской свиты, представленная метаконгломератами, метапсаммитами, метаалевролитами и сланцами. Метаморфизованные терригенные породы выходят на поверхность докембрийского фундамента в виде извилистой полосы субмеридианального простирания, ограниченной с востока Лосевско-Мамонским глубинным разломом. Наибольшее развитие образования воронежской свиты имеют в северной части площади. Здесь ее отложения занимают большую часть северо-восточного сегмента. Кроме того, наблюдаются отдельные выходы толщи в районе г. Воронежа (рис.1). Разрезы толщи построены ритмически - метаконгломераты сменяются метапсаммитами и перемежающимися метаалевролитами и филлитовидными сланцами. Мощность прослоев конгломератов колеблется от 0,3-1 м до 30-50 м, реже достигает 80-120 м (район г. Воронежа) [1]. Среди метаконгломератов преобладают крупногалечные (2-10 см), количество галечного материала составляет в среднем 50-60%. Цемент представлен мелко-среднезернистыми породами зеленовато-серой окраски, содержащими обломки кварца и плагиоклаза. Встречаются карбонат-глинистые линзы в алевролитовой тонкозернистой основной массе. Реже цементирующая масса - средне-крупнозернистая. При этом на участках, состоящих из обломков кварца и полевого шпата, заметно увеличивается количество эпидот-хлорит-карбонатно-глинистого материала. Галечный материал разнообразен и представлен метаплагиориодацитами, metabазитами, габброида-

¹ Таким образом, термины полнодифференцированная и непрерывнодифференцированная формация целесообразно использовать только для совокупности известково-щелочных плагиофировых метавулканидов.

Средние химические составы магматических пород прорывающих метатерригенные образования воронежской свиты

Типы пород	Кол-во анализов	Содержание в масс. %									
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
Дайки основных пород	10	51,92	1,43	14,34	2,97	7,02	0,13	5,34	6,66	3,31	0,52
Дайки средних пород	4	64,5	0,5	15,53	1,73	2,59	0,05	1,65	3,34	4,29	2

ми, метаандезитами, метаплагиориолитами, плагиогранитами, метаморфизованными туфами и туффитами, сланцами, метапесчаниками, метаалевролитами, кварцитами, мраморами. Магматические породы, кроме того, встречаются в виде даек, химический состав которых приведен в табл.2. В составе обломков присутствует незначительное количество галек метапесчаников и сланцев, в том числе и углеродистых, близких по составу аналогичным породам воронцовской серии.

При изучении отдельных разрезов метатерригенного состава выяснилось, что в обломках конгломератов присутствуют породы не только контрастной формации лосевской серии, но и метавулканиды непрерывно-дифференцированной базальт-андезит-плагиориолитовой формации, что указывает на их более ранний возраст по отношению к конгломератам. Последняя формация, как указывалось выше, одними исследователями рассматривается в объеме лосевской серии, другими - в объеме воронежской свиты. В нижних частях некоторых метатерригенных разрезов развиты обломки пород поздней метаморфизованной базальт-андезит-плагиориолитовой формации, а в верхних – обломки пород метаморфизованной контрастной базальт-плагиориолитовой формации. Такое соотношение объясняется постепенным увеличением уровня эрозионного среза и разрушением сначала молодых (метаморфизованная базальт-андезит-плагиориолитовая формация) затем более древних пород (метаморфизованная базальт-плагиориолитовая формация). Обломки метаконгломератов представлены также гранитоидами усманского и габброидами рождественского интрузивно-магматических комплексов.

Накопление отложений воронежской свиты происходило в мелководном бассейне, в относительно спокойных условиях [19].

Байгоровский вулканогенный комплекс

Логично предположить, что позднее метаморфизованных конгломератов формируются стратовулканы байгоровской структуры [19], породы которых едва затронуты метаморфическими изменениями (по устному сообщению Ю.Н. Стрика в некоторых разновидностях сохранилось вулканическое стекло) и не встречаются в гальке метаконгломератов. В 90х гг. В.А. Канцеров с соавторами предлагал выделять магматические породы воронежской свиты в самостоятельный липецкий вулка-

но-плутонический комплекс. Стратотипический разрез байгоровского вулканогенного комплекса представлен скважинами Б-12, 7755, 7768, 7767, 7758 и 7760. Они вскрывают эродированные палеостратовулканы в районе с. Байгора. Одна из древних вулканических структур ограничена разломами, вторая – представляет собой концентрическое в плане тело, четко прослеживающееся в геофизических полях, в центре которого расположена интрузия гранитоидов ольховского комплекса (рис.1). Породы байгоровской структуры представлены базальтами, плагиобазальтами, андезибазальтами, андезитами нормальной щелочности и породами субщелочной серии. В разрезе комплекса И.Н. Быковым и В.А. Канцеровым выделены эффузивная, пирокластическая и субвулканическая фации вулканитов. Те же исследователи указывали на отличия пород байгоровского комплекса от metabазальтов скважины Б-1 (НФ):

1) основные породы скв. Б-1 более изменены (все темноцветные минералы замещены амфиболом и хлоритом, плагиоклаз деанортизирован до олигоклаза и андезина), чем базальты и андезибазальты байгоровского комплекса, в которых порообразующие минералы менее изменены;

2) в целом основные породы скв. Б-1 имеют меньшие содержания SiO₂, большие TiO₂, MnO, ΣFeO, чем в породах байгоровского комплекса;

В количественном соотношении в скв. Б-1 преобладают базальты, а в байгоровском комплексе – андезибазальты и андезиты, иногда высокомагнезиальные (MgO до 11мас%).

Следует обратить внимание, что в настоящей работе не рассматриваются вулканиды субщелочной серии, которые встречаются в байгоровской палеовулканической структуре (скв.7755).

Анализ петрохимических данных по метавулканогенным породам ЛШЗ

Для проверки гипотезы о наличии в ЛШЗ трех гетерогенных и разновозрастных вулканогенных толщ применен факторный анализ петрохимических данных по протерозойским породам этой зоны. При обработке аналитического материала использованы следующие программные приложения – STATGRAPHICS Plus for Windows. Version 2.1 и Microsoft Excel 2000. Version 5.0. Факторный анализ обеспечивает переход от исходных переменных (в нашем случае петрогенные оксиды) к новым (факто-

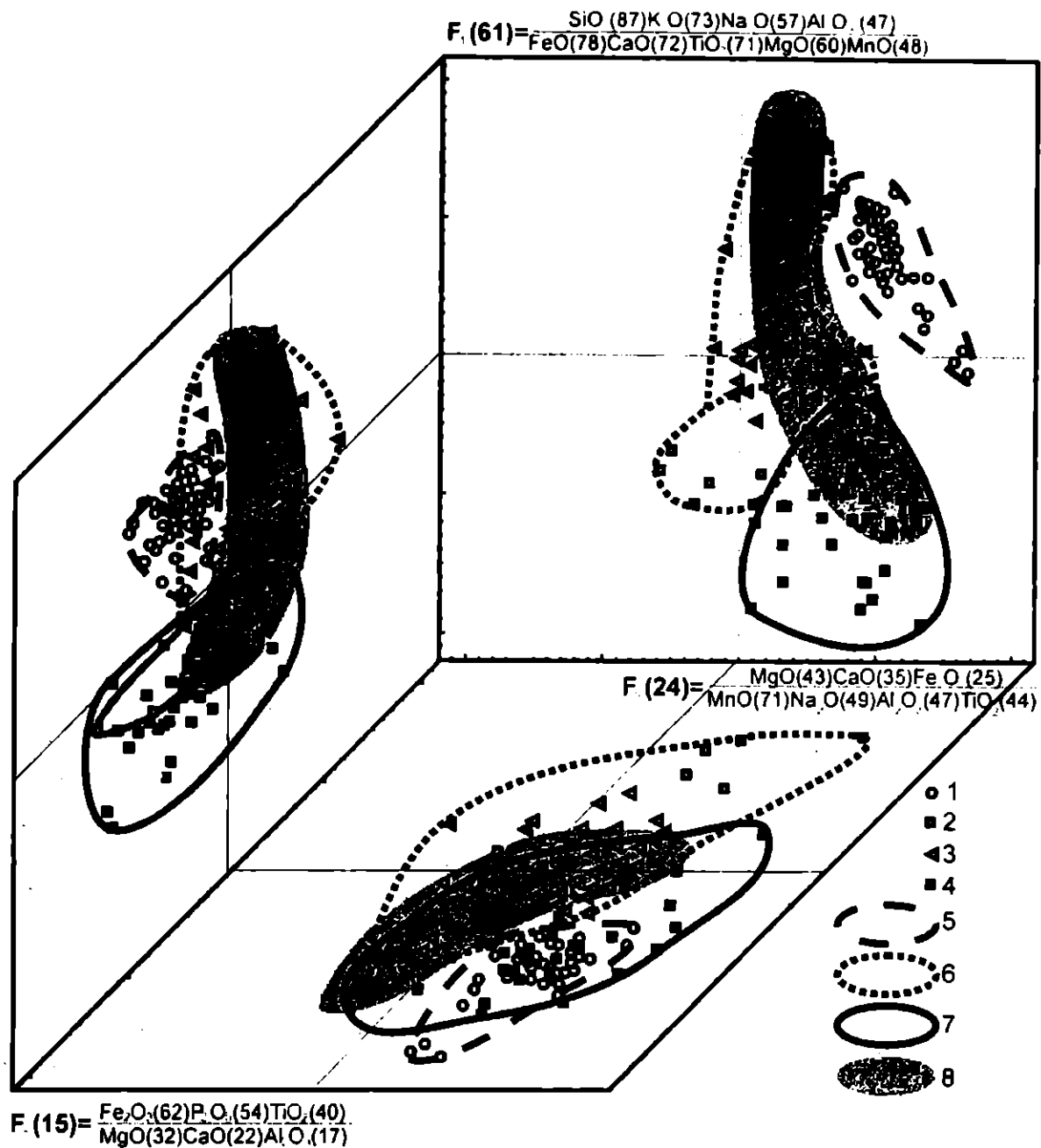


Рис. 4. Факторная диаграмма пород Лосевской шовной зоны: 1 - базальты-андезиты байгоровского вулканического комплекса, 2 - метаферробазальты и 3 - метаморфизованные плагиобазальты-андезиты непрерывно-дифференцированной базальт-андезит-плагиориолитовой формации, 4 - metabазиты контрастной базальт-плагиориолитовой формации; 5-8 - контуры пород байгоровского комплекса (5), НФ (6), КФ (7) и метавулканических пород из галек метаконгломератов воронежской свиты (8)

ры - F_1 , F_2 , F_3 и т.д.), количество которых должно быть значительно меньше наблюдаемых переменных [20]. То есть, мы для сравнения исследуемых пород сокращаем количество переменных с 11 (оксиды) до 3 (факторы), что позволяет в сконцентрированном виде проследить различия выделяемых геологических объектов.

Анализировалась петрохимическая выборка, представленная породами байгоровского вулканического комплекса, метавулканиками из галек метаконгломератов воронежской свиты, метавулканиками непрерывно-дифференцированной базальт-андезит-плагиориолитовой формации неопределенного стратиграфического положения (условно) и metabазитами контрастной базальт-плагиориолитовой формации в объеме лосевской серии. Первый фактор, имеющий наибольший вес (61%), обычно интерпретируется как фактор магматической дифференциации [20], оказывающий основное влияние на многообразие продуктов магматической

деятельности, а второй и последующие факторы не получают однозначной интерпретации. В нашем случае аналогично общетеоретическим выкладкам первый фактор указывает на то, что силикатные оксиды (SiO_2 , K_2O , Na_2O , Al_2O_3) антагонистичны фермическим (FeO , TiO_2 , MgO , MnO).

Факторный анализ свидетельствует о наличии трех петрохимических групп (рис.4), составы которых значительно перекрываются только в плоскости второго и третьего факторов (F_2 - F_3). В двух других плоскостях (F_1 - F_2 и F_1 - F_3) эти перекрытия либо отсутствуют, либо незначительны. В плоскости F_1 - F_3 происходит перекрытие схожих по химическому составу metabазитов контрастной формации и метаферробазальтов непрерывно-дифференцированной формации, но на плоскости F_1 - F_2 эти группы индивидуализированы. Составы пород непрерывно-дифференцированной формации не перекрываются (за исключением плоскости F_1 - F_3 , где есть частичное перекрытие) с составами пород байгоровского

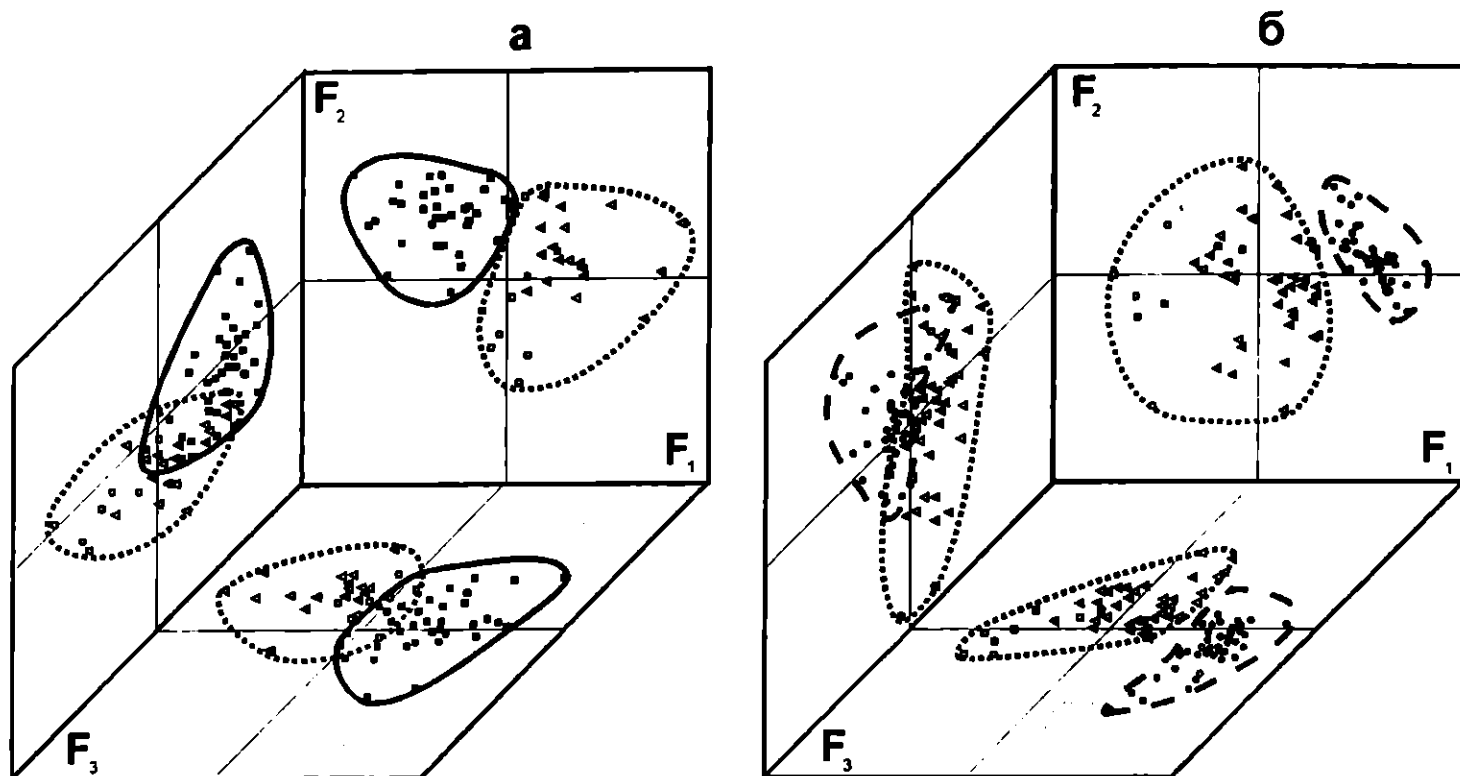


Рис.5. Факторные диаграммы metabазитов КФ и метаферробазальтов, метаплагиобазальтов НФ (а); базальтов-андезитов байгоровского вулканогенного комплекса и метаферробазальтов, метаморфизованных плагиобазальтов-андезитов НФ (б). Условные обозначения см. подрисуночную подпись рис. 4.

вулканогенного комплекса. В свою очередь, составы пород байгоровского вулканогенного комплекса не попадают в поле составов метавулканитов из галек метаконгломератов воронежской свиты. Следует отметить, что при производстве факторного анализа по выборкам: 1) байгоровский вулканогенный комплекс и непрерывнодифференцированная формация и 2) контрастная формация лосевской серии и непрерывнодифференцированная формация, различие составов пород этих групп более отчетливы (рис.5). Таким образом, выделяемые петрохимические группы метавулканитов являются дифференциатами, как минимум, трех магматических расплавов, различия которых зависят от геотектонических условий и глубины зарождения этих магм.

Выводы

Учитывая более сложное, чем предполагалось, строение стратифицированных толщ в пределах ЛШЗ, предлагается установить следующую последовательность формаций (толщ): метаморфизованная контрастная базальт-плагиориолитовая (лосевская серия, стрелицкая толща), метаморфизованная слабо дифференцированная толеитовая базальт-андезитобазальтовая и метаморфизованная непрерывнодифференцированная известково-щелочная плагиобазальт-андезит-плагиориолитовая (лосевская серия, подгоренская толща), метатерригенная (сомовская толща), базальт-андезитовая ассоциация и вулканиты субщелочной серии (байгоровская толща). Хотя КФ и НФ по предварительной идентификации являются продуктами деятельности системы островная дуга - окраинное море, - их формирование разорвано во времени, судя по различной степени метаморфизма [14], взаимоотношению НФ с под-

стилающей КФ, географическому распространению формаций, различному возрасту метаморфизма (1700-1900 и 2100-2300 млн. лет, соответственно, по К-Аг датировкам, см. табл.3²). Поэтому они рассматриваются в объеме толщ лосевской серии, которым присвоены географические названия по местонахождению опорных разрезов согласно Стратиграфическому кодексу (Статья VI.9 [21]). В последующем, при более уверенном картировании на основе геофизических аномалий, детальном изучении взаимоотношений КФ и НФ, возможен перевод толщ в ранг серий согласно Статье XII.9 Стратиграфического кодекса [21] с сохранением присвоенных толщам названий и упразднением лосевской серии.

Приведенные данные позволяют упорядочить метавулканогенные и метатерригенные образования ЛШЗ в единый временной ряд, отражающий эволюцию геодинамических режимов докембрия ЛШЗ и внести коррективы в схему стратиграфии докембрия юго-восточной части ВКМ (табл.3).

Благодарности. Авторы благодарят Ю.Н. Стрика за предоставленные аналитические материалы по байгоровскому вулканогенному комплексу.

Работа выполнена при поддержке грантов УР.09.01.032 и ФЦП «Интеграция» № И-0865.

² Возраст пород определялся по амфиболам, биотитам, полевым шпатам, мусковиту. Учитывая различную устойчивость используемых в К-Аг геохронологии минералов к внешним воздействиям и потерю при этом радиогенного аргона («омоложение») [25] в ряду амфибол-мусковит-биотит-калишпат, наблюдается широкий разброс значений абсолютного возраста пород. Поэтому авторы этих строк используют К-Аг датировки только как предполагаемый возраст метаморфизма исследуемых пород для качественного сравнения выделенных «свит».

Схема стратиграфического расчленения юго-восточной части ВКМ (ЛШЗ)

Возраст	Серия	Толща	Возраст метаморфизма (К-Аг метод)	Вулканогенная формация	Осадочная формация	Состав
K ₂		Байгоровская	1038-1042 млн. лет *	Базальт-андезитовая + породы субщелочной серии		Слабо метаморфизованные базальты, андезибазальты, андезиты + породы субщелочной серии (трахнандезиты?, трахидациты?)
K ₁		Сомовская			Метатерригенная	Метаконгломераты (с галькой пород лосевской серии, воронцовской серии (?), габброидов рождественского и гранитоидов усманского комплексов), метагравелиты, метапсаммиты, металевролиты и филлитовидные сланцы.
AR ₂ :K ₁	Лосевская	Подгоренская	1700-1900 млн. лет* [22,23]	Метаморфизованная непрерывно-дифференцированная базальт-андезит-плагиориолитовая	Метавулканоосадочная	Метаплагиобазальты, метаандезибазальты, метаандезиты, метаандезидациты, метаплагиодациты до метаплагиориодацитов (известково-щелочная серия), их метаморфизованные пирокластические аналоги, метавулканоосадочные породы; метаферробазальты, метаандезибазальты (толеитовая серия).
		Стрелицкая	2100 млн. лет [24] – 2300 млн. лет [5,23]	Метаморфизованная контрастная базальт-плагиориолитовая	?	<u>Разрез первого типа:</u> metabазальты, чередование metabазальтов, метаморфизованных плагиориодацит-плагиориолитов (с преобладанием метапирокластиков в верхних частях), метасилициты с прослоями метавулканитов. <u>Разрез второго типа:</u> ритмично построенная толща метапсаммитов, металевролитов и сланцев пестрого состава, вмещающая субвулканические тела metabазальтов и метаплагиориодацитов.

Примечание: * – по материалам С.Ф. Черепнева, Ю.П. Лексиковой, В.И. Кенарева и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев Ю.С. Докембрийские конгломераты восточной части Воронежского кристаллического массива // Известия АН СССР. Серия геологическая. -1979. -№11. -С. 23-30.
2. Зайцев Ю.С., Иванов А.В., Лебедев И.П. Метаморфические комплексы раннего докембрия юго-восточной части Воронежского кристаллического массива // Метаморфические комплексы фундамента Русской плиты. -Л., 1978. -С. 115-131.
3. Которгин Н.Ф. Архейские зеленокаменные пояса Центрального региона России. -М., 2001. -164с.
4. Бочаров В.Л., Чернышов Н.М. Эндогенные режимы раннего докембрия Воронежского кристаллического массива // Эндогенные режимы формирования земной коры и рудообразования в раннем докембрии. -Л., 1985. -С. 192-205.
5. Бочаров В.Л. Геология, геохимия и металлогения ультрамафит-мафитовых формаций ВКМ: Дис... док. геол.-минерал. наук. -Воронеж, 1988. -600с.
6. Чернышов Н.М., Ненахов В.М., Лебедев И.П., Стрик Ю.Н. Геодинамическая модель формирования Воронежского кристаллического массива // Геотектоника. -1997. -№3. -С. 21-31.
7. Терентьев Р.А. Метавулканиты лосевской серии и их формационная принадлежность (Воронежский кристаллический массив) // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геологическая. -2002. -№1. -С.150-160.
8. Белоусов А.Ф., Кривенко А.П., Полякова З.Г. Вулканогенные формации. -Новосибирск, 1982. -281с.
9. Балашов Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов. -М., 1976. -268с.
10. Петрология и геохимия островных дуг и окраинных морей / Под ред. Богатикова О.А. и др. -М., 1987. -336с.
11. Шиллинг Дж.Г. Эволюция морского дна на основе данных по геохимии редкоземельных элементов // Петрология изверженных и метаморфических пород дна океана. -М., 1973. -С.198-242.
12. Геология окраинных бассейнов / Под ред. Б.П.Кокелаара, М.Ф.Хауэлса -М. 1987. -464с.
13. Магматические горные породы. Т.6. Эволюция магматизма в истории Земли / О.А.Богатиков и др. -М., 1987. -440с.
14. Терентьев Р.А. Метавулканогенные комплексы Лосевской шовной зоны (Воронежский кристаллический массив) // Труды молодых ученых ВГУ. Вып. 1. -Воронеж, 2001. -С.169-179.
15. Петрографический кодекс. Магматические и метаморфические образования / Отв. ред. Н.М.Михайлов -СПб., 1995. -128с.
16. Лутц Б.Г. Геохимия океанического и континентального вулканизма. -М., 1980. -247с.
17. Методика геодинамического анализа при геологическом картировании / Г.С.Гусев и др. -М., 1991. -206с.

18. Шарфман В.С. Использование петрологических методов для корреляции и картирования вулканогенных формаций // Изв. АН СССР. Сер. геологическая. -1988. -№5. -С.133-136.
19. Чувашина Г.А. Об особенностях тектонического положения воронежской свиты // Труды молодых ученых ВГУ (в печати).
20. Белонин М.Д., Голубева В.А., Скублов Г.Т. Факторный анализ в геологии. -М., 1982. -289 с.
21. Стратиграфический кодекс. Издание второе, дополненное / Отв. ред. А.И.Жамойда -СПб., 1992, -120 с.
22. Зайцев Ю.С., Агейкин А.С., Голышкина Р.И., Шибанов В.М. Новые данные по геологии докембрия юго-востока Воронежского кристаллического массива // Петрография докембрия Русской платформы. -Киев, 1970. -С. 59-74.
23. Горбунов С.И., Зайцев Ю.С., Чернышов Н.М. Основные черты стратиграфии и магматизма Воронежского кристаллического массива // Советская геология. - 1969. -№10. - С.8-25.
24. Симон А.К., Зеленщиков Г.В., Лебедько Г.И. и др. Основные черты строения и формационное расчленение докембрийского фундамента Юго-Востока Русской плиты // Геология, петрология и металлогения кристаллических образований Восточно-Европейской платформы. Т.1. -М., 1976. -С.91-106.
25. Особенности изучения и геологического картирования коллизионных гранитоидов / Ненахов В.М. и др. -М., 1992. -100с.

