

ГЕОХИМИЯ И СТРАТИГРАФИЯ ПОРОД МЕТАТЕРРИГЕННОГО РАЗРЕЗА СТРЕЛИЦКОЙ ТОЛЩИ ЛОСЕВСКОЙ СЕРИИ ВОРОНЕЖСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА. Статья I: Вещественный состав и стратиграфия

Р. А. Терентьев

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 1 июня 2012 г.

Аннотация. Петрографические и гранулометрические исследования раннепротерозойских метатерригенных пород лосевской серии (стрелицкая толща), слагающих значительные площади между двумя мегаблоками Воронежского кристаллического массива, позволили обосновать перевод стрелицкой толщи в ранг серии с расчленением на две толщи: нижнюю метатерригенную с тремя пачками и верхнюю метавулканогенную. Палеобассейн стрелицкого времени формировался при лавинообразном характере седиментации в узкой, динамично развивающейся глубоководной котловине (современный аналог – окраинные моря).

Ключевые слова: Воронежский кристаллический массив, ранний протерозой, метатерригенные породы, лосевская серия, стратиграфия.

Abstract. Petrographic and granulometric researches of Early Proterozoic metaterrigenous rocks of Losevo series (Strelitca thickness), composing the considerable areas between two megablocks of the Voronezh Crystal Massif, have allowed to prove transfer Strelitca thicknesses in a rank of a series with a partition on two thicknesses: metaterrigenous bottom with three members and metavolcanic top. In Strelitca time Paleobasin occurred avalanche sedimentation. The Paleobasin was a narrow and dynamically developing deep-water hollow (modern analog are back arc basin).

Key words: the Voronezh Crystal Massif, an early Proterozoic, metaterrigenous rocks, Losevo series, stratigraphy

Введение

Рассматриваемые в статье образования впервые были описаны в объеме лосевской серии как основной стратиграфической единицы Лосевской шовной зоны (ЛШЗ) Ю.С. Зайцевым и др. [1]. При геодинамическом анализе ЛШЗ, как правило, используют данные о вещественном составе, петрогеохимических характеристиках метавулканогенных комплексов [2 и др.]. Данные о метаосадочных и метавулканогенно-осадочных образованиях, которые занимают обширную площадь докембрийской поверхности Воронежского кристаллического массива (ВКМ), как правило, не учитывались. Часто в петрохимические выборки по метавулканикам лосевской серии включались метаморфизованные осадочные породы (по химическому составу соответствующие андезитам), что приводило к неверным выводам о их формационной принадлежности. Еще одной не решенной проблемой остается вещественный состав фундамента и источников

сноса для лосевской серии, которые в первом приближении можно установить по компонентному составу метатерригенных пород [3–5].

В настоящей статье сведены минералого-петрографические и стратиграфические данные по метатерригенным породам стрелицкой толщи лосевской серии. На основании этих материалов автором предпринята попытка решения указанных выше проблем, а также оценка палеогеографических условий накопления терригенных пород стрелицкой толщи.

Методы исследования

Петрографический. Кристаллооптические исследования образцов осуществлены на прямом оптическом поляризационном микроскопе OLYMPUS BX51-P.

Гранулометрический. Измерения размеров реликтовых кластических зерен кварца и плагиоклаза осуществлялись на микроскопе Полам Р-211. Использованы объективы 10^x или 25^x. Для каждого образца по трем или более линиям с расстоянием между ними 2–3 мм фиксировались количества

зерен, попадающих во фракции 1–0.5, 0.5–0.25, 0.25–0.05, 0.05–0.01, 0.01–0.005, или менее 0.005 мм. Затем вычислялись средневзвешанные значения размеров реликтовых обломочных зерен для каждого образца.

Фактический материал исследования

Для исследований опробован керн опорной скважины 0150, глубина которой составляет 1200 метров. Изучение метатерригенных пород стрелицкой толщи лосевской серии базировалось на полевой документации керна и его минералогическом петрографическом исследовании. Количество образцов, подвергнутых исследованию: петрографическим – 76 штук, гранулометрическим – 67 штук.

Результаты исследования

Геологическая позиция. Лосевская серия является основным стратоном, слагающим Лосевскую шовную зону (ЛШЗ), которая разделяет Курский и Воронежский мегаблоки Воронежского кристаллического массива (ВКМ) (рис. 1а). По наличию атрибутивной метавулканогенной формации лосевская серия подразделяется [6] на стрелицкую толщу (включает контрастную метабазаальт-плагиориолитовую формацию) и подгоренскую толщу. В составе последней выделено две подформации [2]: непрерывно дифференцированная метаплагиобазаальт-андезит-плагиодацитовая и контрастная метаферробазаальт-андезиобазаальт-плагиориолитовая, которые находятся в нормальном переслаивании, а, следовательно, одновозрастны.

Стрелицкая толща охарактеризована двумя типами разрезов (рис. 1б). Разрез первого типа (опорная скважина 7782): метабазаальты, чередование метабазаальтов, метаморфизованных плагиориодацит-плагиориолитов (с преобладанием метапирокластических пород в верхних частях), парапороды с прослоями метавулканитов. Разрез второго типа (опорная скважина 0150): ритмично построенная толща метапсаммитов, метаалевролитов и сланцев пестрого состава, вмещающая *субвулканические* тела метабазаальтов и метаплагиориодацитов. Метавулканиты толщи объединены в контрастную метабазаальт-плагиориолитовую формацию, которая наиболее близка магматическим породам зон спрединга окраинных морей [2]. Интрузивные породы, прорывающие толщу – плагиограниты усманского комплекса и габброиды рожественского комплекса.

Подгоренская толща состоит из различных метаморфизованных вулканокластических и вул-

каногенно-осадочных отложений, переслаивающихся с субаквальными лавовыми палеопотоками, субвулканическими телами плагиобазаальтов, андезиобазаальтов, андезитов, плагиориодацитов известково-щелочной серии и ферробазаальтов, андезиобазаальтов толеитовой серии, которые являются, согласно представлениям о генезисе вулканогенных формаций, островодужными образованиями [2]. Породы подгоренской толщи прорваны интрузивными породами (преимущественно дайки) основного, среднего и кислого составов, формационную принадлежность которых следует установить. Минеральный и петрогеохимический состав вулканогенно-осадочных пород соответствует метаморфизованным эффузивным и пирокластическим аналогам, – в настоящей работе они не рассматриваются.

Петрография метатерригенных пород стрелицкой толщи

Породы стрелицкой толщи метаморфизованы в зеленосланцевой, эпидот-амфиболитовой и, возможно, амфиболитовой фациях регионального метаморфизма. Наибольшую сохранность реликтовых обломочных структур имеют породы зеленосланцевой фации. При повышении Р-Т условий метаморфизма реликтовые, в первую очередь мелкообломочные, структуры осадочных пород утрачиваются. Поэтому для более достоверного восстановления условий осадконакопления рассматриваются парапороды стрелицкой толщи, метаморфизованные в фации зеленых сланцев и эпидотовых амфиболитов, которые вскрыты скважиной глубокого (1200 м) бурения № 0150. Метаосадочные породы второго типа разреза стрелицкой толщи представлены метапсаммитами, метаалевролитами, метааргиллитами (сланцами) со следующими парагенезисами метаморфических и перекристаллизованных реликтовых минералов: амфибол (\pm биотит)-кварц-плагиоклаз, серицит (\pm карбонат)-плагиоклаз-кварц, хлорит (\pm биотит)-плагиоклаз-кварц, гранат-хлорит-плагиоклаз-кварц, биотит-кварц, кварц-серицит-хлорит-карбонат.

Серицит-плагиоклаз-кварцевые сланцы встречаются на различных уровнях разреза толщи, образуя чаще всего маломощные слои от 1 до 17 метров. Преобладают в верхних частях разреза. Текстуры сланцеватые и полосчатые. Полосчатость подчеркивается тонкими ($< 0,1$ мм) полосками гранулированного кварца, согласными прожилками, сложенными кварцем и карбонатом, а также цепочками агрегатов землистого эпидота. Минеральный

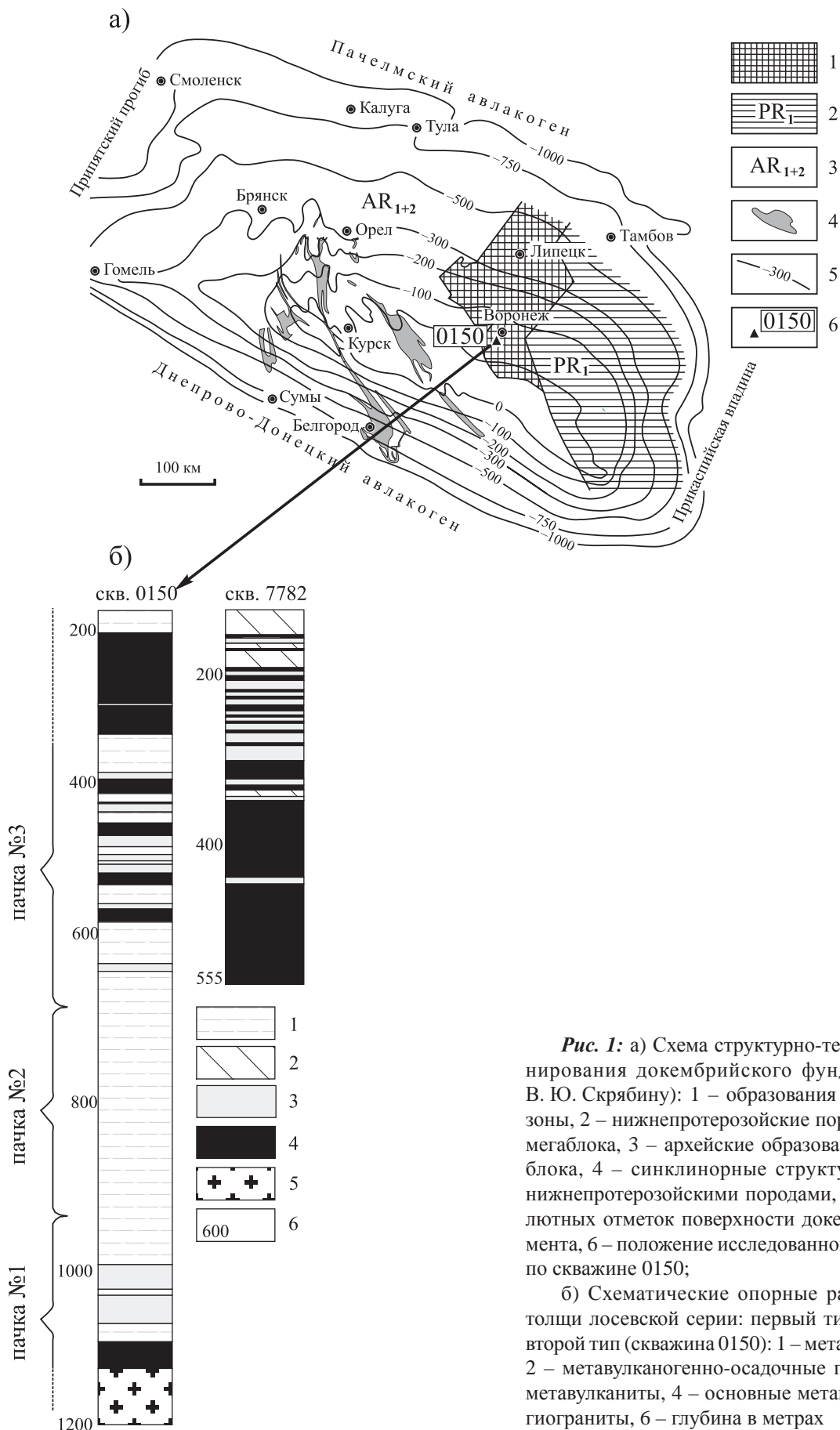


Рис. 1: а) Схема структурно-тектонического районирования докембрийского фундамента ВКМ (по В. Ю. Скрябину): 1 – образования Лосевской шовной зоны, 2 – нижнепротерозойские породы Воронежского мегаблока, 3 – архейские образования Курского мегаблока, 4 – синклиновые структуры, выполненные нижнепротерозойскими породами, 5 – изогипсы абсолютных отметок поверхности докембрийского фундамента, 6 – положение исследованного опорного разреза по скважине 0150;

б) Схематические опорные разрезы стрелицкой толщи лосевской серии: первый тип (скважина 7782), второй тип (скважина 0150): 1 – метаосадочные породы, 2 – метавулканогенно-осадочные породы, 3 – кислые метавулканиды, 4 – основные метавулканиды, 5 – плагиограниты, 6 – глубина в метрах

состав, в общих чертах, соответствует массивным разностям метаплагиориодацит-плагиориолитов. Только в сланцеватых разновидностях повышено содержание эпидота (иногда до 20–25 %, что сближает их с известковистыми метапелитами), а кварц значительно преобладает над плагиоклазом. В таких породах плагиоклаз представлен редкими зёрнами в основной ткани пород или встречается в виде крупных реликтовых кристаллов (до 1–1,5 мм). Реликты плагиоклаза, как правило, корродированны, трещиноваты и интенсивно замещены вторичными минералами.

Метапесчаники, метаалевролиты, сланцы биотит-плагиоклаз-кварцевые, хлорит-плагиоклаз-кварцевые характеризуются отчётливыми реликтовыми обломочными структурами. В тонкозернистых разновидностях структура гранобластовая, гетерогранобластовая. Текстура сланцеватая до грубополосчатой (реликтовой слоистой). Эти породы слагают относительно мощные пачки от 10 до 150 м. Минеральный состав: кварц 20–60 %, плагиоклаз (олигоклаз-андезин) 50–10 %, биотит 0–20 %, хлорит 0–25 %. Вторичные минералы (от 0 до 20 % каждого): эпидот, кварц, карбонат, микроклин. Микроклин замещает крупные реликтовые обломки плагиоклаза. Реликтовый обломочный материал представлен кварцем и кислым плагиоклазом. Рудные минералы представлены гипидиоморфными зёрнами пирита, спорадически халькопирита, мелкой сыпью магнетита. В существенно кварцевых разновидностях, как правило, в верхних частях опорного разреза по скважине 0150, появляется рутил.

Метапесчаники, метаалевролиты, сланцы амфибол-кварц-плагиоклазовые, в том числе с биотитом, характеризуются преобладанием полосчатых текстур. Структура их гетеробластовая, нематогранобластовая, реже реликтовая обломочная. Иногда отмечаются порфиробластические выделения амфибола с пойкилобластическими включениями кварца. Минеральный состав: амфибол 10–50 %, кварц 5–40 %, плагиоклаз (олигоклаз) 10–30 %, биотит до 10 % (мелкочешуйчатый), рудные 0–5 %. Вторичные: эпидот, хлорит, серицит. Рудные минералы представлены чаще всего сульфидами (халькопирит и пирит), в меньшей степени мелкой сыпью магнетита. В верхних частях разреза появляется рутил.

Метаалевролиты гранат-кварц-хлоритовые слагают прослой мощностью 4.4 м (скв. 0150, интервал 476.2–480.6). Имеют чётко полосчатое (реликтовое слоистое) сложение, порфиробласто-

вую структуру, алевритовую размерность реликтовых обломочных зёрен.

Метаморфизованные терригенно-карбонатные породы встречаются редко в зонах развития метабазитов (кварц-актинолитовых и зеленосланцевых пород). Количество карбонатного материала до 70 % (скв. 7789 и др.). Терригенная часть представлена плагиоклазовыми и кварцевыми обломками. Кроме того, в породах присутствуют серицит и хлорит в количестве 10–20 %. Карбонатные минералы слагают крупные порфиробласты (1–5 мм), которые при макроскопическом описании можно принять за порфировые вкрапленники.

Петрографо-минералогическая характеристика образцов, исследованных петрогеохимическими методами, представлена в таблице 1.

Стратиграфия

Толща метаморфизованных осадочных пород стрелицкой толщи имеет видимую мощность более 1 км (второй тип разреза). Гранулометрический анализ метаосадочных пород стрелицкой толщи свидетельствует о преобладании в нижней части разреза средне- и мелкозернистых метапсаммитов, в верхней – метаалевролитов. В целом, вверх по разрезу изменяется средний размер реликтовых обломочных зёрен от 0.2 до 0.02 мм (рис. 2). Изменение является статистически значимым, при уровне значимости $q=0.01$. Вектор уменьшения размера реликтовых обломков является не линейным – по значениям минимумов функции распределения средних размеров реликтовых зёрен (метод скользящего среднего) проводятся границы трех метатерригенных пачек (см. рис. 2). Пачки различаются по средневзвешенному значению содержания обломочной фракции, по минеральному составу, по характеру ритмичности (табл. 2).

Пачка № 1 состоит из кварц-плагиоклазовых и плагиоклаз-кварцевых метапсаммитов и метаалевролитов. Здесь встречаются редкие обломки пород – сростки кристаллов плагиоклаза, кварц-полевошпатовые агрегаты, кварциты. Элементарный ритм состоит из мелко-среднезернистых метапсаммитов кварц-плагиоклазового состава и мелкозернистых метапсаммитов-грубозернистых метаалевролитов плагиоклаз-кварцевого состава.

В пачке № 2 к указанным разновидностям добавляются метатерригенные породы грауваккового типа. В парагенезисе с Qtz-Pl ± Vt появляется амфибол. Ритмичность выражена более отчетливо, что связано, вероятно, с увеличением скорости седиментации в палеобассейне [7]. Видимая мощ-

Таблица 1

Петрографическая характеристика и минеральные парагенезисы метаосадочных пород стрелицкой толщи лосевской серии, вскрытых скважиной 0150

Группы пород	Глубина, м	Текстура породы	Реликтовая структура породы	Размеры обломков, мм	Qtz	Pl	Bt	Ms	Chl	Act	Hbl	Ep-Czo
Алюмосиликатные низкокальциевые метапелиты	262.2	неясно полосчатая	алевритовая	0.02	++	++		+	+			+
	747.0	сланцеватая	алевритовая	0.01–0.02	++	+		+	+			++
	835.3	реликтовая слоистая	алевритовая	0.01–0.05	++	++	+	+	+		±	+
	856.4	полосчатая	алевритовая	0.025	++	++		±	+			+
	960.0	реликтовая слоистая	алевропсаммитовая	0.03–0.1	++	+		±	+		±	+
	1105.1	сланцеватая	алевропсаммитовая	0.02–0.1	+	++			++			+
Алюмосиликатные высококальциевые (известковистые) метапелиты	238.7	полосчатая	алевропсаммитовая	0.01–0.25	++	+			+		+	++
	255.6	реликтовая слоистая	алевритовая	0.01	++	+			±		++	+
	349.0	полосчатая	алевропсаммитовая	0.01–0.1	+	+			+		+	++
	436.6	сланцеватая	алевритовая	0.01	++	+			±		++	+
	596.6	сланцеватая	алевропсаммитовая	0.01–0.25	+	+			+		+	+
	621.4	сланцеватая	псаммитовая	0.02 обломки Pl ≤ 0.5	+	++					++	
	645.6	тонкополосчатая	алевритовая	0.01–0.07	+	+	±		+		+	+
	669.5	сланцеватая	псаммитовая	0.02 обломки Pl ≤ 0.5	+	++			+		++	+
	764.0	субмассивная	алевритовая	0.02–0.03	+	+	+		+		+	+
	939.6	плойчатая	псаммитовая	0.1–0.15	++	+					++	+
Метабазит	609.1	плойчатая	алевропсаммитовая	0.03 обломки Pl ≤ 0.5	+	+			++	++		+

Примечания: модальные содержания минералов: ± – менее 3 %, + – 5–25 %, ++ – более 25 %

ность ритмов изменяется от 15 до 70 метров. Характерна градационная слоистость, параллельно с которой в ритме уменьшается количество плагиоклаза, увеличивается количество обломков кварца и мафитовой составляющей в виде амфибола.

Пачка № 3 представлена более тонкозернистыми породами, что подчеркивает общий “трансгрессивный” тип разреза. Возможно, появление более тонких по структуре пород связано с удалением области осадконакопления от источника сноса обломочного материала или с общим погружением осадочного бассейна [3]. Пачка № 3 пестра по составу и содержит породы типичные как для первой,

так и для второй пачек. Она может быть представлена продуктами их перемыва.

Треугольная диаграмма кварц-полевые шпаты-амфиболы (рис. 3) иллюстрирует смену компонентного состава метатерригенных пород стрелицкой толщи от кварц-плагиоклазовых пород (пачка № 1) и граувакково-плагиоклазовых (пачка № 2) до субграувакковых и граувакво-кварцевых (пачка № 3) метакластогенных пород. Плохая сортировка обломочной части, значительное содержание матрикса (заполнителя) 30–70 %, минеральный состав (кварц-амфибол-полевошпатовый) позволяют относить часть метатерригенных отложений стрелиц-

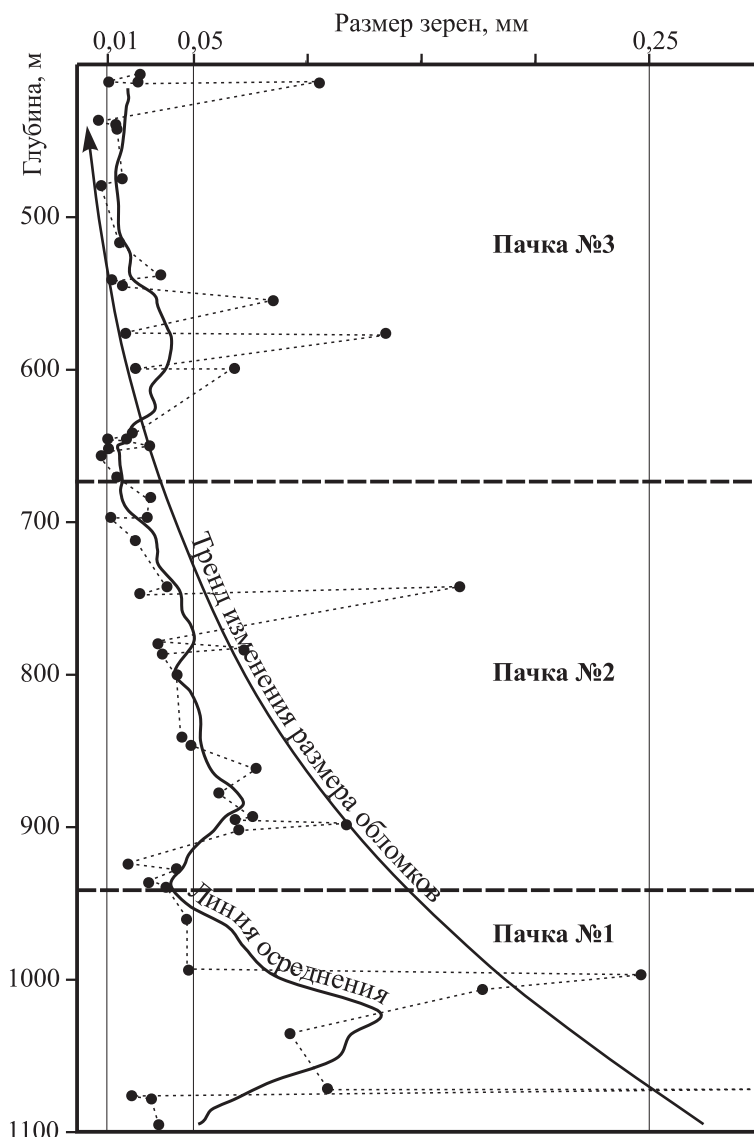


Рис. 2. Распределение средневзвешенного размера обломков метатерригенных пород стрелицкой толщи в зависимости от глубины залегания (по скважине 0150)

кой толщи к обломочным породам грауваккового типа. Фигуративные точки компонентного состава выделенных нами пачек соответствуют различным направлениям созревания терригенных пород как по В.Н. Шванову [8], так и по Р. Коксу и Д. Р. Лоуву [9] (см. рис. 3), что лишний раз подтверждает объективность выделения трех пачек.

Обсуждение результатов

По компонентному составу метатерригенные породы стрелицкой толщи отнесены к группе граувакк, которые по содержанию кремнезема соответствуют основным, средним, реже кислым магматическим породам [2]. «Кислые» безамфиболовые метаосадки по классификации В.Н. Шванова [8] относятся к Na- и Na-Ca-аркозам. Отнесение метатерригенных пород стрелицкой толщи к гра-

уваккам и аркозам в некоторой степени условно, так как исходное количество обломков пород, особенно основного состава, достоверно неизвестно. Априори принято, что метаморфические амфиболы и, частично, хлорит замещают мафитовую составляющую обломков, поэтому на классификационных диаграммах псаммитов амфиболы помещены в угол, соответствующий обломкам пород. Петрографы-метаморфисты установили, что минеральные преобразования песчаных пород даже в зоне метатерригенной толщи обедняют состав граувакк до кварц-альбитовой ассоциации. А при переходе в зеленосланцевую зону метаморфизма исчезает и эта ассоциация, сменяясь парагенезисом кварц + плагиоклаз + слюды и кварц + хлорит + эпидот + актинолит + карбонаты в песчаниках основного состава [10]. Новообразованные в процессе метаморфизма ми-

Таблица 2

Сравнительная характеристика метаосадочных пачек стрелицкой толщи

Номер пачки	Средневзвешенный размер частиц*, мм	Минеральные ассоциации**	Предполагаемые осадочные аналоги (группы пород по классификации [7])	Модели строения ритмов***	
				амфиболовые метапелиты	безамфиболовые метапелиты
1	0,024–0,668 0,122 (0,0313) n = 14	Src-Qtz-Pl, Ca-Chl-Qtz-Pl, Src(±Chl)-Qtz-Pl	Плагиоклазовые мезомиктовые, плагиоклаз-кварцевые мезомиктовые, субаркозы (?) мезомиктовые	–	: : : : : : : : : : : : : o o o o o o o o o o o
2	0,015–0,167 0,054 (0,0012) n = 23	Bt-Am-Qtz-Pl, Am-Qtz-Pl, Chl-Qtz-Pl, Bt-Chl-Qtz-Pl	Плагиоклазовые мезомиктовые, ±плагиоклаз-кварцевые мезомиктовые, граувакко-полевошпатовые, граувакки полевошпатовые	----- ----- : : : : : : • • • • • • • • • •	≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ : : : : : : o o o o o o o o o o o
3	0,009–0,135 0,031 (0,0009) n = 30	Src-Qtz-Pl, Ca-Src-Qtz-Pl, Am-Qtz-Pl, Bt-Am-Qtz-Pl, Bt-Chl-Qtz-Pl	Плагиоклаз-кварцевые мезомиктовые, ±плагиоклазовые мезомиктовые, граувакко-кварцевые мезомиктовые, субграувакки	----- ----- : : : : : : : : : : : : : : : : : :	≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ : : : : : : : : : : : : : : : : : :

Примечания: * В числителе минимальное и максимальное значения, в знаменателе среднее логарифмическое значение и дисперсия в скобках. ** Сокращения: Src – серицит (мусковит), Qtz – кварц, Pl – плагиоклаз, Ca – карбонат, Chl – хлорит, Bt – биотит, Am – амфибол. *** Условные обозначения: o• мелко-среднезернистые метапсаммиты, :: мелкозернистые метапсаммиты-грубозернистые метаалевролиты, ≈ - мелко-среднезернистые метаалевролиты.

нералы в песчаных породах могли являться как глинистым матриксом, так и раздавленными обломками пород [11].

Выше было обосновано выделение, по крайней мере, трех метатерригенных пачек в объеме стрелицкой толщи. Наблюдаемая в них градационная слоистость, увеличение равномерности и правильности ритмов, тонкозернистость обломочного материала, генеральный «трансгрессивный» тип разреза (последовательное погружение дна бассейна седиментации) являются признаками обширного (но не океанического) морского бассейна [3, 7, 12]. Ассоциация мощных ритмичнопостроенных метаосадочных толщ с метавулканитами контрастной метабазаальт-плагиориолитовой формации характерны для окраинных бассейнов [3, 12]. Образований островодужного типа, синхронных рифтогенезу не обнаружено, следовательно рассматривать продукты седименто- и магомгенеза стрелицкого времени как задуговые, в строгом смысле слова, не правомерно. Лосевский окраинный бассейн представлял собой в стрелицкое время, скорее всего, окраинное море, образовавшееся в результате спрединга, не связанного со специфическими зонами сближения плит (как, например, бассейн Вудларк [12]).

Как было показано (см. рис. 3), три метатерригенные пачки соответствуют трем направлениям созревания песчаных пород [9]:

- пачка № 1 (нижняя) эволюционирует вдоль линии плагиоклаз-кварц, для которой характерен плутонический источник сноса, например, тоналит-трондьемитовая ассоциация архея;
- пачка № 2 (средняя) сформирована за счет вулканической дуги, т.е. снова за счет магматических пород, но более основного состава, например, амфиболиты михайловской серии архея;
- пачка № 3 (верхняя) эволюционирует аналогично осадочным системам с преобладанием рецклинга (перемыва), т.е. за счет материала двух нижних пачек.

Такие особенности характерны для быстро развивающихся бассейнов с лавинной седиментацией, формирующихся в обстановке относительно быстрого погружения и заполнения осадками, с контрастными источниками сноса (кислыми и основными-ультраосновными) на ранних стадиях и проявленностью рецклинга на поздних стадиях развития.

Основные выводы, подкрепленные петрогеохимическими данными, будут изложены в Статье II.

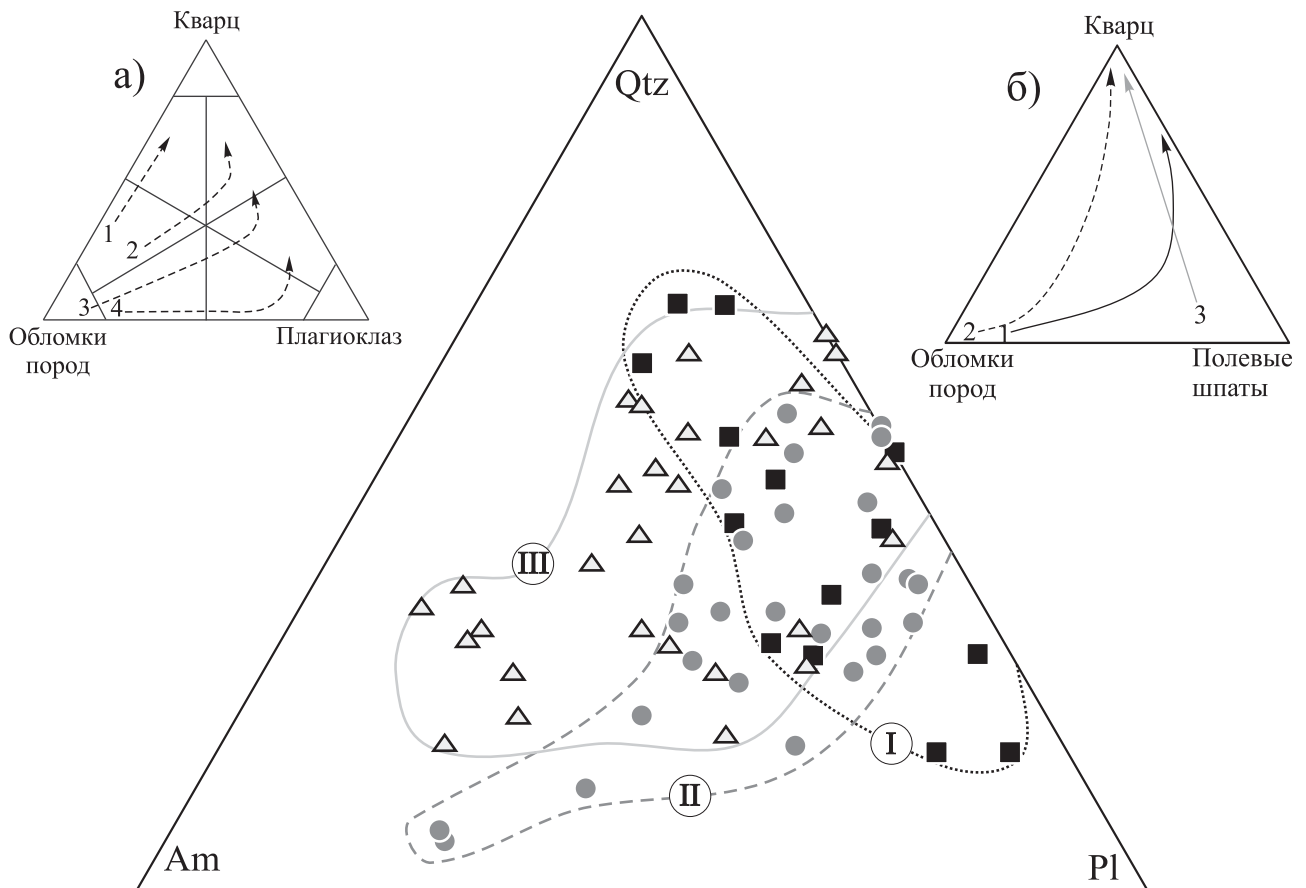


Рис. 3. Положение составов метатеригенных пород стрелицкой толщи лосевской серии на диаграмме Qtz-P1-Am (кварц-полевые шпаты-амфиболы): черной точечной, серой пунктирной и светло-серой сплошной линиями показаны поля составов первой (I), второй (II) и третьей пачек (III), соответственно. Составы образцов: черные квадраты – пачка № 1, серые круги – пачка № 2, светлые треугольники – пачка № 3. На врезках стрелками показаны направления созревания песков: а) по [8]: 1 – образованных от размыва кор выветривания, 2 – образованных за счет осадочных пород (лититовых), 3 – образованных за счет магматических пород (петрокластических), 4 – образованных за счет вулканогенно-осадочных пород; б) по [9]: 1 – для осадочных систем с преобладанием первого цикла разрушения (начало стрелки) – источник вулканическая дуга, (центр стрелки) – источник разрушенная дуга или аккреционный ороген, (конец стрелки) – посттектонические граниты или породы фундамента, 2 – для осадочных систем с преобладанием рециклинга (перемыва), – первичный источник вулканическая дуга, 3 – то же, – первичный источник плутонические породы

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев Ю. С. Новые данные по геологии докембрия юго-востока Воронежского кристаллического массива / Ю. С. Зайцев [и др.] // Петрография докембрия Русской платформы. – Киев : Наукова думка, 1970. – С. 59–74.
2. Терентьев Р. А. Раннепротерозойский палеобасейн Лосевской шовной зоны (Воронежский кристаллический массив) / Р. А. Терентьев // Вест. Воронеж. ун-та. Серия: Геология. – 2005. – № 1. – С. 81–94.
3. Лисицын А. П. Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах / А. П. Лисицын. – М. : Наука, 1988. – 309 с.
4. Hilmar von Eynatten. Statistical modelling of compositional trends in sediments / Hilmar von Eynatten // Sediment. Geol. – 2004. – V. 171. – P. 79–89.
5. Khudoley A. K. Sedimentary evolution of the Riphean–Vendian basin of southeastern Siberia / A. K. Khudoley [et al.] // Precambrian Res. – 2001. – V. 111. – P. 129–163.
6. Терентьев Р. А. О соотношении стратифицированных образований Лосевской шовной зоны Воронежского кристаллического массива / Р. А. Терентьев, Г. А. Чувашина // Вестн. Воронеж. ун-та. Серия: Геология. – 2003. – № 2. – С. 91–104.
7. Фролов В. Т. Литология / В. Т. Фролов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1993. – Кн. 2. – 429 с.
8. Шванов В. Н. Петрография осадочных пород (компонентный состав, систематика и описание минеральных видов) / В. Н. Шванов. – Л. : Недра, 1987. – 269 с.

9. Cox R. A Conceptual review of regional-scale controls on the composition of clastic sediment and the co-evolution of continental blocks their sedimentary cover / R. Cox and D. R. Lowe // *J. Sed. Res.* – 1995. – V. A65, № 1. – P. 1–12.

10. Коссовская А. Г. Минералогия терригенного мезозойского комплекса Вилуйской впадины и Западного Верхонья / А. Г. Коссовская. – М., 1962. – 204 с.

11. Pettijohn F. J. Sand and Sandstone / F. J. Pettijohn, P. E. Potter, R. Siever. – Springer-Verlag ; New York, 1987. – 553 p.

12. Геология окраинных бассейнов : пер. с англ. / под ред. Б. П. Кокелаара, М. Ф. Хауэлса. – М. : Мир, 1987. – 464 с.

*Воронежский государственный университет
Р. А. Терентьев, директор учебно-научно-производственного центра «Поисковая геохимия», кандидат геолого-минералогических наук
Тел. 8 (473) 222-73-63
terentiev@geol.vsu.ru*

*Voronezh State University
R. A. Terentiev, The Director of the Educational-and-Research-and-Production Center “Search Geochemistry”, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences
Tel. 8 (473) 222-73-63
terentiev@geol.vsu.ru*