

II. СТРАТИГРАФИЯ, ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Н. Д. Сергеева, В. Н. Пучков, А. А. Краснобаев, А. А. Ратов

ЛИМИТОТИП СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ГРАНИЦЫ НИЖНЕГО РИФЕЯ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

Лимитотипом (стратотипом) стратиграфической границы служит разрез, выбранный в качестве эталонного, в котором фиксируется положение нижней границы стратона [Стратиграфический кодекс..., 2006].

Нижним стратонам рифея на Ю. Урале является бурзянская серия, стратотипическими для отложений которой служат разрезы Тараташского антиклинория, где они слагают крылья Тараташской, сводовую часть Липовской антиклиналей и северную часть Кисеганской синклинали (рис. 1).

В составе серии М.И. Гаранем [1939, 1956, 1969] были выделены айская, саткинская и бакальская свиты (рис. 2).

Отложения свит обнажены по долинам рек Ай, Куса, Навыш, Аршинка, Юважелга, Бол. Сатка, Бакал и др., а также по горам Бол. и Мал. Миасс, Липовые, Ефремовские, Кисеганские, Чудинка и др., в карьерах городов Бакал и Сатка. К северу и югу, западу и востоку от этих районов отложения бурзянской серии перекрыты более молодыми средне- и верхнерифейскими образованиями.

Базальная для серии айская свита ($RF_1 ai$) представлена разнозернистыми полимиктовыми, полевошпат-кварцевыми и аркозовыми песчаниками и алевролитами, полимиктовыми разногальчными конгломератами и гравелитами, сланцами глинистыми, филлитизированными, часто углеродистыми, единичны прослойки песчаных доломитов; в нижней части разреза отмечаются вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования. Свита впервые выделена М.И. Гаранем в 1939 г. В Тараташской антиклинали В.И. Ленных и В.И. Петров [1974, 1978] по литологическому составу расчленили айскую свиту на две подсвиты: навышскую и песчано-сланцевую. Исходя из особенностей состава, строения и распространения айской свиты и корреляции разрезов Тараташской и Липовской антиклиналей, В.И. Козловым [Нижний рифей..., 1989] была пред-

ложена сводная колонка айской свиты всего Тараташского антиклинория (рис. 3), где она расчленена на три подсвиты: нижнюю (навышскую — $RF_1 ai_1$), среднюю (чудинскую — $RF_1 ai_2$) и верхнюю (кисеганскую — $RF_1 ai_3$). Это расчленение отражено в Стратиграфических схемах докембрия Урала [1993] и принято авторами статьи.

Нижняя (навышская) подсвита ($RF_1 ai_1$) залегает в основании нижнего рифея Тараташской антиклинали, представлена терригенными и вулканогенно-осадочными образованиями, мощность которых колеблется от 800 до 1300 м и определяется наличием и мощностью вулканогенных, вулканогенно-осадочных и грубообломочных пород в разрезе базальных горизонтов.

При геологическом картировании [Ленных, Петров, 1978] подсвита по литологическому составу и строению была расчленена на две толщи: нижнюю и верхнюю.

Нижняя толща обнажена слабо, небольшие фрагменты ее разреза можно наблюдать в верховьях рек Бол. и Мал. Навыш в районе г. Мал. Миасс. Наиболее полный разрез получен при геологическом изучении работ по меридиональному профилю скважин по юго-восточному склону г. Мал. Миасс.

Здесь по скважинам ГСО [Ленных, Петров, 1978; Нижний рифей..., 1989]) описан следующий разрез нижней толщи навышской подсвиты:

1. Гранитные мигматиты тараташского комплекса. Мощность более 100 м.

2. Грубообломочные конгломерато-брекчии, состоящие из крупных (от 1 до 5 см) угловатых несортированных обломков пород тараташского комплекса, сцементированных серицит-хлоритовым материалом. В составе обломков описаны: катаклазированные гранитные мигматиты, blastsмилониты, гранат-биотитовые гнейсы с хлоритизированным гранатом, кварциты, вероятно, вторичные, из зон кислотного выщелачивания, двуполевошпатовые

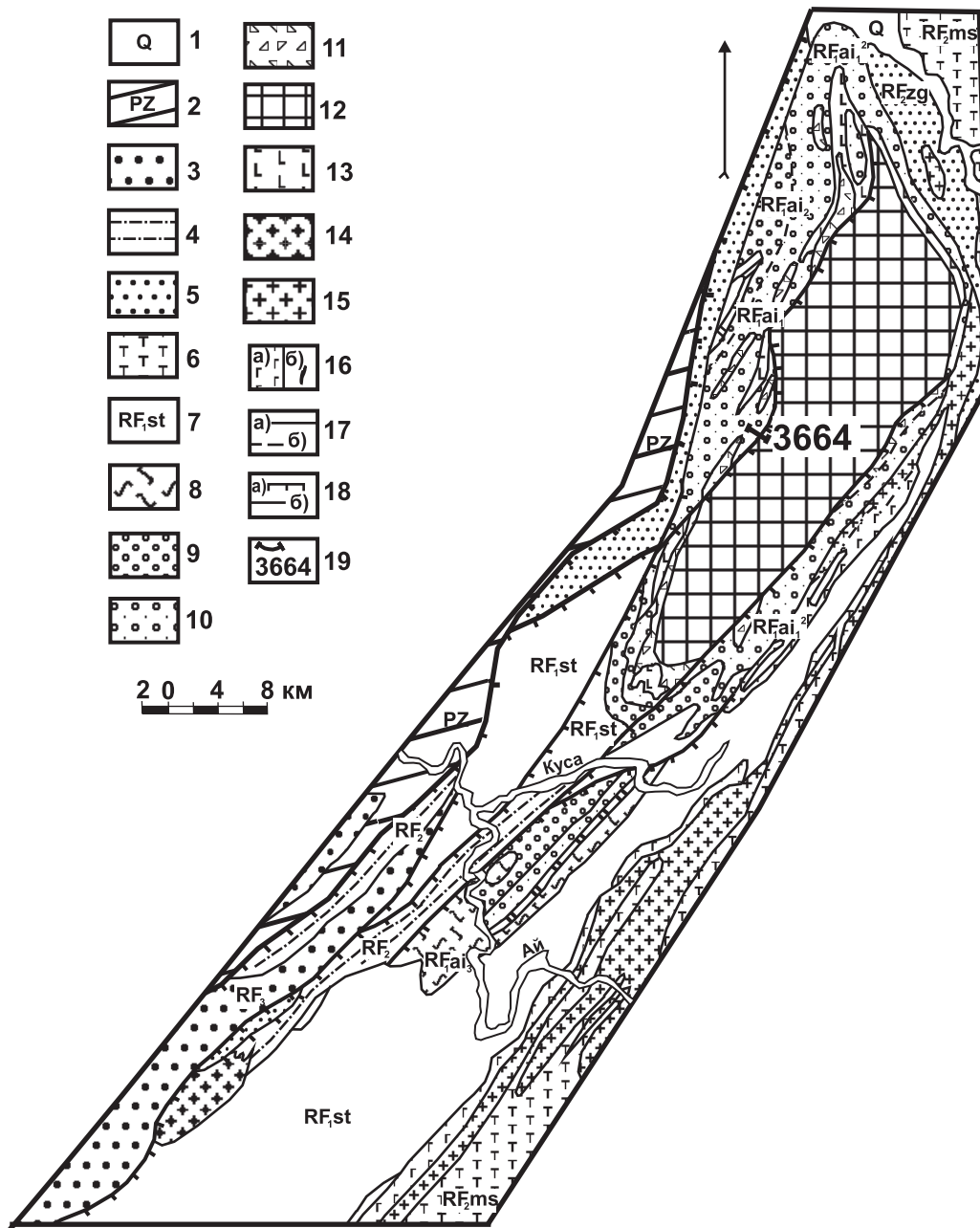


Рис. 1. Геологическая схема Тараташского антиклинория по В.И. Козлову [Нижний рифей..., 1989]

Условные обозначения: 1–4 — нерасчлененные отложения: 1 — четвертичные, 2 — палеозойские, 3 — верхнерифейские, 4 — среднерифейские; 5 — песчаники зигальгинской свиты, 6 — вулканогенные образования кувашской (машакской) свиты; 7 — саткинская свита; 8–11 — айская свита, подсвиты: 8 — верхняя (кисеганская), 9 — средняя (чудинская), 10, 11 — нижняя (навышская), толщи: верхняя (10) и нижняя (11); 12 — нерасчлененные образования тараташского метаморфического комплекса; 13 — трахибазальты верхней толщи навышской подсвиты айской свиты; 14 — граниты рапакиви Бердяушского плутона; 15 — граниты зоны Зюраткульского надвига; 16 — дайки габбро-диабазов: крупные (а), мелкие (б); 17 — геологические границы: достоверные (а), предполагаемые (б); 18 — главные разрывные нарушения: надвиги (а), малоамплитудные разломы (б); 19 — местоположение геологического разреза и его номер

(гранитные) мигматиты, плагиомигматиты, гранитоиды с мусковитом и (или) амфиболом, микропегматитовые сростки кварца и полевого шпата, измененные амфиболитизированные габбро-долериты. Связующей массой конгломерато-брекчий являются грубозернистые полимиктовые песчаники. Мощность 80–100 м.

3. Гравелито-песчаники и гравелиты полимиктовые, зеленые и зеленовато-серые, несортированные, со слабо выраженной слоистостью, обусловленной чередованием светлых и темных полос с различным содержанием хлорита. В составе обломочного материала в этих породах преобладают кварц, кали-натриевый полевой шпат, плагио-

клас, часто с мирмекиновыми вростками кварца, листочки мусковита и биотита, апатит, циркон. Мощность 200 м.

4. Трахибазальты вышележащей верхней вулканогенно-осадочной толщи. Контакт с подстилающими гравелитами резкий, извилистый.

Мощность нижней толщи в разрезе скважин около 300 м.

По данным цитируемых авторов, контакт конгломерато-брекчий нижней толщи с метаморфи-

ческими образованиями тараташского комплекса нечеткий и устанавливается по появлению темно-зеленых пород, по вишневой окраске обломочного кварца, наличию примазок и корочек тонкораспыленного гематита на обломках пород и отсутствию сланцеватых текстур, столь характерных для пород тараташского комплекса. Состав обломков конгломерато-брекчий (см. описание слоя 2), гальки и гравия гравелитов и грубозернистых песчаников (см.

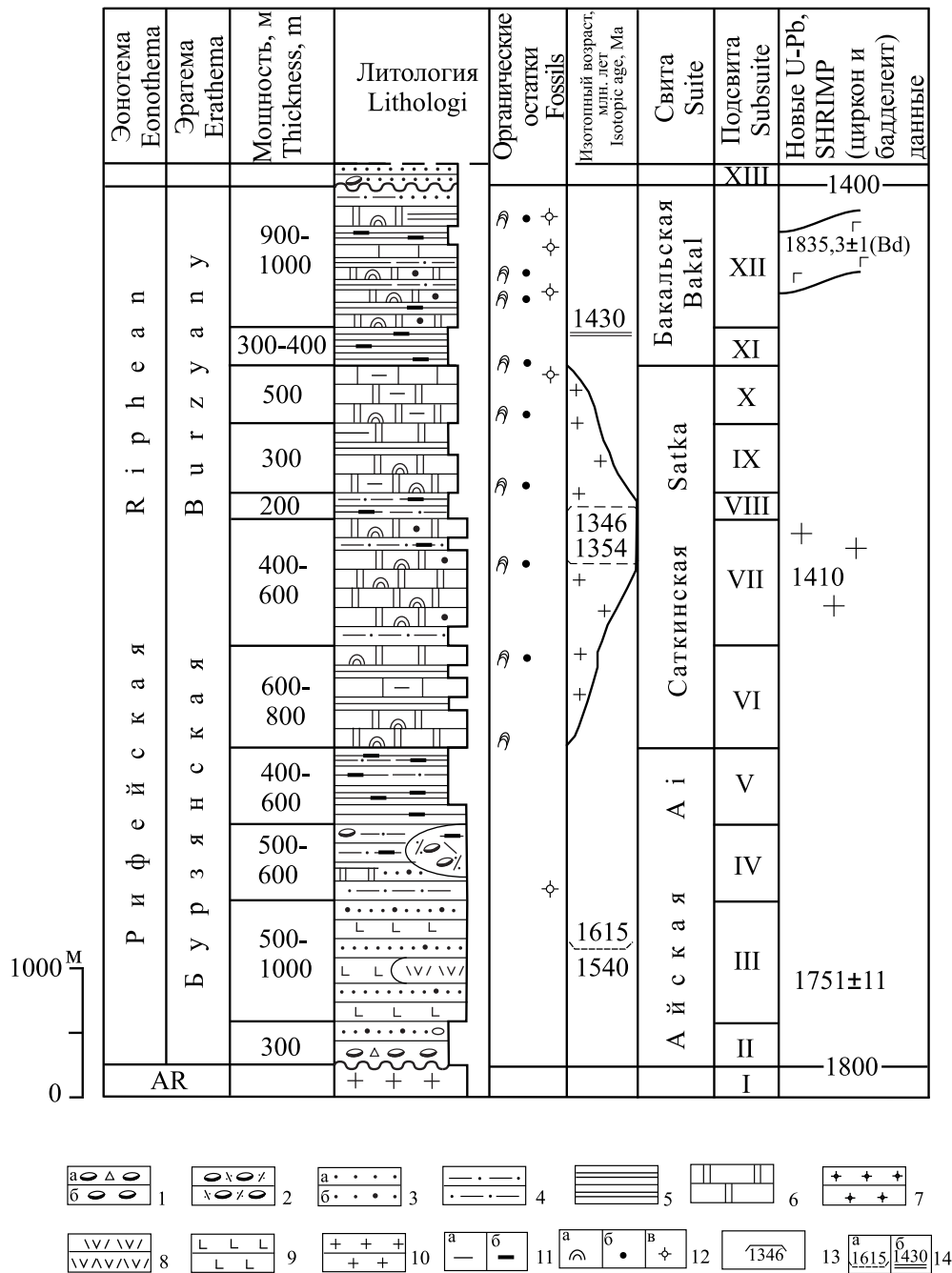


Рис. 2. Стратиграфическая колонка стратотипического разреза бурзянской серии (нижний рифей) Южного Урала. По В.И. Козлову [Нижний рифей..., 1989], с дополнениями

описание слоя 3) свидетельствует, что разрушению подвергались породы, распространенные в непосредственной близости от площади развития нижних (базальных) горизонтов навышской подсвиты. Было высказано предположение, что нижние (базальные) горизонты навышской подсвиты представляют собой дезинтегрированную и перемещенную кору выветривания пород тараташского комплекса.

Верхняя (вулканогенно-осадочная) толща навышской подсвиты слагает горы Сова, Голая, Бол. и Мал. Миасс, хр. Кальян и др. На юго-восточном крыле упомянутой структуры породы верхней толщи наблюдаются по западному склону гор Горковой, Студеной, по левому берегу рек Азиям, Изранда, по вершинам гор Рудничной и Ерохиной. Обнаженность толщи неравномерная. Наиболее представительные фрагменты разреза ее можно наблюдать в скалах на вершине г. Сова и ее северных отрогах, на склонах г. Бол. Миасс, на северном склоне г. Ерохиной и на западном склоне г. Студеной.

Достаточно представительный разрез вулканогенно-осадочной толщи навышской подсвиты можно наблюдать в скалах в правобережье р. Ушат, а также описан по профилю скважин [Ленных, Петров, 1978], где последовательно с востока на запад на породах тараташского комплекса и коре выветривания по ним залегают:

1. Песчаники кварцевые, неравномернозернистые, зеленовато-серые. Мощность 10 м.
2. Трахибазальты миндалекаменные, темно-зеленые в нижней части и вишневые — в верхней. Мощность 70–80 м.
3. Плагноклазовые трахибазальтовые порфириды миндалекаменные. Мощность 110 м.
4. Песчаники аркозовые, неравномернозернистые. Мощность 0,5 м.
5. Трахибазальты темно-зеленые с вишневым оттенком, миндалекаменные. Мощность 110 м.
6. Трахибазальты афировые, миндалекаменные. Мощность 60–70 м.

7. Плагноклаз-пироксеновые трахибазальтовые порфириды. Мощность 80 м.

8. Трахибазальты афировые, актинолитизированные, с тонкой рудной вкрапленностью. Мощность 65 м.

9. Оливиновые трахибазальты вишневые. Мощность 10–15 м.

10. Трахибазальты афировые с тонкой рудной вкрапленностью. Мощность 15 м.

11. Трахибазальты вишневые, миндалекаменные. Мощность 10 м.

12. Песчаники кварцевые и кварцито-песчаники, постепенно переходящие в пачку переслаивания алевролитов и тонкослоистых песчаников аркозовых, мелкозернистых, зеленовато-серого и вишневого цвета. Мощность 15 м.

13. Плагноклазовые трахибазальтовые порфириды. Мощность 60 м.

14. Переслаивание вишневых и зеленых алевролитов, аркозовых песчаников и гравелитов. Мощность 10 м.

15. Песчаники аркозовые, мелкозернистые, серые и зеленовато-серые. Мощность 15 м.

Общая мощность разреза около 550–575 м.

Айская свита на архей-раннепротерозойских метаморфических образованиях тараташского комплекса залегает с разрывом и угловым несогласием, а местами и с корой выветривания в основании, что наблюдалось в скважинах и горных выработках (шурфы и магистральные каналы) [Гарань, 1939, 1969; Ленных, Петров, 1974, 1978: Нижний рифей..., 1989]. По восточному крылу и севернее г. Поперечной (отм. 650,3 м) на западном крыле Тараташской антиклинали контакт айской свиты и тараташского комплекса осложнен разрывными нарушениями, которые фиксируются зеленосланцевыми милонитами. К зоне контакта здесь приурочены дайки габбро-диабазов. Реликты древних кор выветривания мощностью от 0,5 до 20–30 м установлены бурением южнее горы Поперечной и в южном периклинальном замыкании Тараташской антиклинали [Ленных, Петров, 1978]. Непосредственно в обнажениях

Условные обозначения к рис. 2: 1 — конгломерато-брекчии (а), конгломераты (б); 2 — полимиктовые конгломераты; 3 — песчаники: кварцевые (а), полевошпат-кварцевые и аркозовые (б); 4 — алевролиты; 5 — аргиллиты; 6 — доломиты; 7 — граниты; 8 — риодациты; 9 — метабазальты, 10 — породы кристаллического фундамента; 11 — характеристика породы: глинистость (а), углеродистость (б); 12 — органические остатки: строматолиты (а), микрофитолиты (б), микрофоссилии (в); 13, 14 — изотопный возраст (млн. лет), методы: 13 — рубидий-стронциевый, 14 — урано-свинцовый: циркона (а), свинцово-свинцовый карбонатов (б). **Стратиграфические подразделения:** I — архей (метаморфические образования тараташского комплекса): II–XIII — рифей, свиты: II–V — айская, подсвиты: II, III — нижняя (навышская), толщи: II — нижняя (полимиктовые конгломерато-брекчии, гравелиты, разнозернистые аркозовые песчаники с редкой галькой), III — верхняя (чередование метабазальтов, полимиктовых, полевошпат-кварцевых и кварцевых песчаников и алевролитов, гравелитов и конгломератов); IV — средняя (чудинская — чередование алевролитов и песчаников аркозовых, полевошпат-кварцевых и реже полимиктовых и углеродисто- и известково-глинистых сланцев, прослой и пачки полимиктовых конгломератов (единичны прослой алевролитовых доломитов), V — верхняя (кисеганская — углеродисто-глинистые сланцы, часто алевритистые, подчинены маломощные прослой полевошпат-кварцевых алевролитов и очень редко песчаников), VI–X — саткинская, подсвиты VI — нижнекусинская (доломиты, местами строматолиты и микрофитолиты I комплекса), VII — верхнекусинская (доломиты с линзами кремней, реже известняки, прослой кварцевых алевролитов и глинисто-карбонатных сланцев, строматолиты и микрофитолиты I комплекса), VIII — половинкинская (сланцы углеродисто-глинистые с прослоями и пачками кварцевых алевролитов и реже песчаников), IX — нижнесаткинская (доломиты с прослоями мергелей и углеродисто-глинистых сланцев иногда с микрофоссилиями, строматолиты и микрофитолиты I комплекса), X — верхнесаткинская (доломиты, маломощные прослой известняков и глинисто-карбонатных сланцев с микрофоссилиями, магнезиты), XI–XII — бакальская, подсвиты: XI — нижняя (макаровская — углеродисто-глинистые сланцы с микрофоссилиями, прослой кварцевых и полевошпат-кварцевых алевролитов), XII — верхняя (малобакальская — доломиты и известняки, прослой и пачки углеродисто-глинистых сланцев часто с микрофоссилиями и кварцевых алевролитов, строматолиты и микрофитолиты I комплекса), XIII — зигальгинская свита среднего рифея

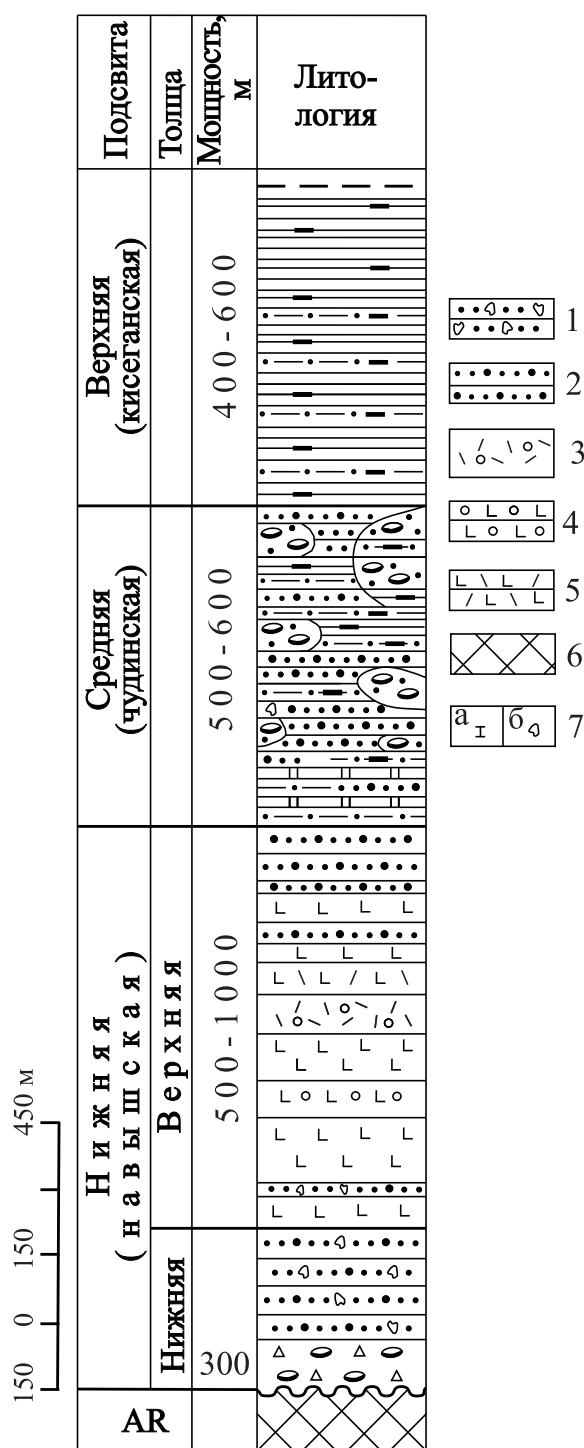


Рис. 3. Стратиграфическая колонка айской свиты стратотипических разрезов нижнего рифея Тараташского антиклинория (Тараташская и Липовская антиклинали, Ерохинская синклиналь). По В.И. Козлову [Нижний рифей..., 1989]

Условные обозначения: 1 — гравелиты и гравийные песчаники, 2 — песчаники аркозовые, 3 — дацитовые порфириты, 4 — трахибазальты, 5 — лавобрекчии метабазальтов, 6 — дорифейские образования, 7 — характеристика породы: карбонатизация (а), редкий гравий и галька (б). Остальные условные обозначения см. рис. 2

трансгрессивный контакт айской свиты с подстилающими образованиями тараташского комплекса ранее не наблюдался [Нижний рифей..., 1989]. Впервые он описан нами в левобережье р. Мисаелга (N 55° 35' 10,5', E 059° 44' 44,4'), в 8 км северо-восточнее д. Аршинка. Здесь в дорожной выемке вдоль газопровода (обн. 3664) с востока на запад (снизу) вскрыты (рис. 4):

AR-PR₁. 1. Кварцито-гнейсы силлиманит-кварц-полевошпатовые, мелкозернистые, мигматизированные, тонкослоистые, с присутствием миллиметровых слоев, обогащенных гематитом. Породы трещиноватые, смяты в мелкие складки. Падение слоистости пород СЗ 26°, угол 60° и ЮВ 130°, угол 60°. В кровле слоя отмечаются кристаллические сланцы биотит-кварц-гранат-кордиеритовые, рассланцованные, тонкоплитчатые. Нижняя граница слоя задернована. Вскрытая мощность 6 м.

2. Кристаллические сланцы биотит-кварц-амфиболовые (?), мелкозернистые, зеленовато-серые, слюдяные, хлоритизированные. Нижняя граница слоя резкая и проведена по кровле подстилающих мигматизированных кварцито-гнейсов. Мощность 3,5 м.

3. Кристаллические сланцы биотит-кварц-кордиеритовые, зеленовато-серые. Падение слоистости ЮЗ 250°, угол 30°. Нижняя граница слоя определена условно (по щбенке осыпи). Мощность 7 м.

4. Выветрелые породы (кристаллические сланцы кварц-кордиеритовые) желтовато-серого цвета. Поверхность выветривания пород тараташского комплекса. Мощность 3 м.

RF_{1ai}. 5. Песчаники кварцевые, среднезернистые до гравийных, светло-серые, массивные, часто пронизаны тонкими (1–2–3 мм) кварцевыми прожилками. Разбиты разно ориентированными трещинами отдельности. По трещинам развиты слюда и гидроокислы железа. Отмечается градационная и прерывистая тонкая слоистость, за счет слоев, обогащенных железистым материалом. В кровле слоя песчаники крупнозернистые, светло-серые, с редкими рассеянными обломками ороговикованных сланцев коричневатого-зеленого цвета (размером 2×1 см — 1,5×2 см), массивные, крепкие. В основании слоя песчаники кварцевые, разнозернистые (мелко-, средне-, крупнозернистые), зеленовато-серые, с единичной рассеянной галькой белого жильного кварца и тонкими кварцевыми прожилками. Размер галек от 0,5×0,5 см до 2×2 см и 3×4 см.

Песчаники айской свиты лежат на неровной поверхности выветрелых желтовато-серых кристаллических сланцев тараташского комплекса (см. рис. 4). Падение слоистости ЗЮЗ 250–260°, угол 30°. Мощность 4,5 м.

AR-PR₁. 6. Метабазальты (субвулканические?) гиперстеновые, субщелочные, среднезернистые, зеленовато-серые, хлоритизированные, текстура массивная, на контакте с подстилающими песчаниками переходят в метабазальты мелкозернистые, зеленовато-серые, хлоритизированные, трещиноватые. Мощность 8 м.

RF_{1ai}. 7. Песчаники аркозовые, крупнозернистые, вишневые, с обломками (0,5×0,5 см) черных эффузивных

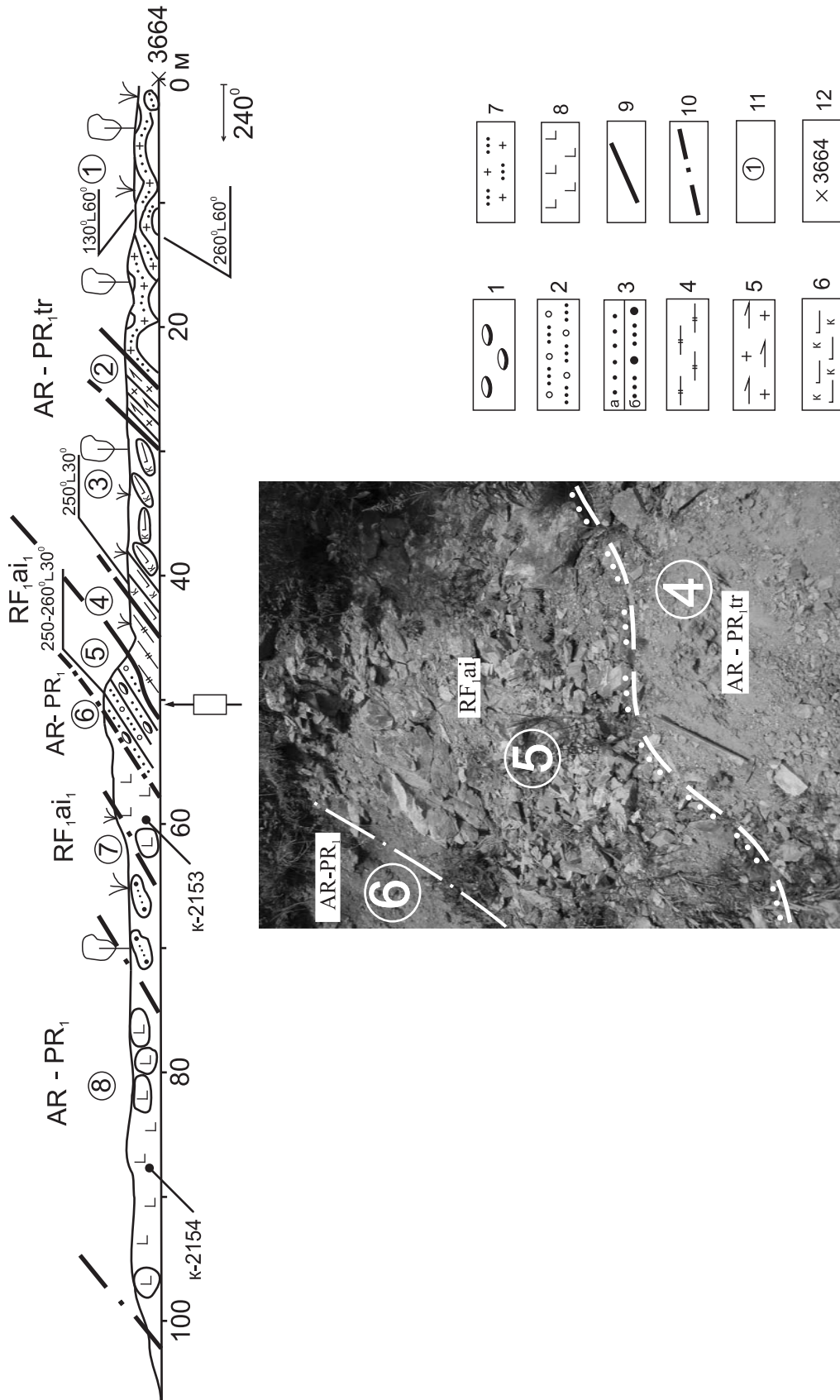


Рис. 4. Фрагмент разреза навашинской подсвиты, трансгрессивно залегающей на породах тараташского мегаморфического комплекса
 Условные обозначения: 1 — конгломераты; 2 — гравелиты; 3 — песчаники кварцевые (а), аркозовые (б); 4–6 — кристаллические сланцы: 4 — кварц-кордиритовые, 5 — биотит-кварц-амфиболовые, 6 — биотит-кварц-кордиритовые; 7 — кварцито-гнейсы, 8 — базальтоиды; 9–10 — границы слоев: стратиграфические (9) и тектонические (10); 11 — номер слоя; 12 — номер обнажения. Стратиграфические подразделения: AR-PR₁ — архей — ранний протерозой, RF₁ — нижний рифей, tr — тараташский комплекс, ai₁ — айская свита (навашинская подсвита)

пород (?). Иногда песчаники полосчато-окрашенные (полосы желтовато-серые толщиной 2 см). Глыбовый элювий в выемке дороги. Мощность 5 м.

AR-PR₁. 8. Метабазальты (субвулканические?) субщелочные, эпидотизированные и хлоритизированные, мелкозернистые, зеленовато-серые, плотные, иногда с подушечной или шаровой отдельностью (?). Взаимоотношения метабазальтов с подстилающими и перекрывающимися отложениями не ясные, т.к. нижний и верхний контакты задернованы. Мощность около 15 м.

Мощность отложений айской свиты в описанном разрезе более 30 м.

Первое впечатление состоит в том, что дважды появляющиеся в описанном разрезе базальтоиды (слои 6 и 8) представляют собой метаморфизованные аналоги базальтов навьшской подсвиты или дайки, рвущие айскую свиту. Однако в этом нельзя быть уверенным. Более того, уровень метаморфических преобразований базальтоидов выше изменений, которые претерпели песчаники и конгломераты айской свиты (слои 5 и 7) в том же разрезе.

Из двух проб, взятых нами в указанных выходах (соответственно, образцы K2153 и K2154) получены представительные выборки цирконов. Определение возраста U-Pb методом единичных зерен цирконов выполнено по методике SHRIMP в ЦИИ ВСЕГЕИ. Результаты были проанализированы А.А. Краснобаевым, который пришел к следующим выводам. Цирконы разделяются на три группы по их морфологии, химическому составу и изотопным соотношениям. Возрастные рамки всех групп цирконов были определены. Нижняя и верхняя границы цирконов I группы определяются интервалами 2967–2870 и 2706–2613 млн. лет, причем, несмотря на некоторый разброс данных, неoarхейский (NA) возраст базальтов устанавливается и надежно, и корректно. Для первого этапа преобразования ранних генераций, вызванных проявлением раннего метаморфизма, показательными являются цирконы II группы, возрастные границы которых отвечают интервалу 2120–2054 млн. лет, что соответствует палеопротерозою (PR₂). Из существенно варьирующих цифр возраста кристаллов III группы, появление которых связано со вторым этапом метаморфизма («рассеянным»), предпочтительной является минимальная датировка 689 млн. лет, отвечающая неопротерозою (RF) (Статья [Краснобаев и др.] по этим материалам готовится к печати).

В связи с этим приходится предположить, что песчаники и конгломераты айской свиты лежат на базальтоидах трансгрессивно, и их контакт сложно дислоцирован

Приведенный разрез — пока единственное место доступное для непосредственного наблюдения и изучения трансгрессивного налегания пород

навьшской подсвиты айской свиты нижнего рифея на архей-раннепротерозойские образования тараташского комплекса. Разрез этот предлагается в качестве эталонного для лимитотипа (стратотипа) стратиграфической границы нижнего рифея на Южном Урале, а также точки глобального стратотипа границы (ТГСГ). Стратиграфический разрез, содержащий ТГСГ, должен быть охарактеризован маркирующим событием с надежными корреляционными возможностями [Дополнения..., 2000; Стратиграфический кодекс..., 2006].

Таким маркирующим событием для определения стратиграфического уровня нижней границы рифея является айский вулканизм, датированный по циркону прецизионным U-Pb методом (SIMS SHRIMP-II) 1752±11 млн. лет [Краснобаев и др., 2013]. Разрез находится в доступном для посещения районе, позволяет использовать здесь различные методы исследования для нахождения других маркеров, пригодных для межрегиональной корреляции разрезов и обоснования точки глобального стратотипа границы.

Литература:

Гарань М.И. Докембрийские отложения западного склона Южного Урала и связанные с ними полезные ископаемые // Тр. XVII сессии МГК, 1937. — М.: ГОНТИ, 1939. — Т. 2. — С. 173–181.

Гарань М.И. Протерозой и нижний палеозой Южного Урала // Совещание по унификации стратиграфических схем Урала. — Л.: ВСЕГЕИ, 1956. — С. 51–53.

Гарань М.И. Нижний и средний докембрий // Геология СССР. Пермская, Свердловская, Челябинская и Курганская области. — Т. 12. Ч. 1. Кн. 1. — М.: Недра, 1969. — С. 64–149.

Дополнения к стратиграфическому кодексу России. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. — 112 с.

Краснобаев А.А., Пучков В.Н., Козлов В.И. и др. Цирконология навьшских вулканитов айской свиты и проблема возраста нижней границы рифея на Южном Урале // Докл. РАН. — 2013. — Т. 448, № 4. — С. 1–6.

Ленных В.И., Петров В.И. Новые данные о магматизме и метаморфизме пород западного склона Южного Урала в связи с историей его тектонического развития // Тектоника и магматизм Южного Урала. — М.: Наука, 1974. — С. 129–141.

Ленных В.И., Петров В.И. Стратиграфия айской свиты и проблемы ее возраста // Вулканизм, метаморфизм и железистые кварциты обрамления тараташского комплекса. — Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978. — С. 33–44.

Нижний рифей Южного Урала // В.И. Козлов, А.А. Краснобаев, Н.Д. Сергеева и др. — М.: Наука, 1989. — 240 с.

Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). — Екатеринбург, 1993, 151 схема. — 152 с.

Стратиграфический кодекс России. — 3-е изд. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. — 96 с.