Стратиграфия, палеонтология, геохронология
Stratigraphy, paleontology, geochronology

Научная статья
УДК 551.72 (234.853)

ЗИЛЬМЕРДАКСКАЯ СВИТА КАРАТАУСКОЙ СЕРИИ ВЕРХНЕГО РИФЕЯ В ПЕРЕСЕЧЕНИИ ХРЕБТА ЗИЛЬМЕРДАК АВТОТРАССОЙ УФА — ИНЗЕР — БЕЛОРЕЦК (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Н. Д. Сергеева[1], С. А. Дьякова[1], М. М. Михненко[1, 2]

1 — Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Уфа, Россия, riphey@ufaras.ru

2 — Институт природы и человека Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Россия

Объект исследования — зильмердакская свита стратотипа рифея в пересечении хр. Зильмердак автотрассой Уфа — Инзер — Белорецк, где в естественных обнажениях и дорожных выемках вскрыт практически непрерывный разрез свиты в стратотипической местности, что позволяет получить наиболее полное представление о составе, строении и мощности её отложений. Материалы детального описания этого разреза публикуются впервые. В зильмердакской свите пока не найдено объектов для надежного определения возраста её отложений. Имеющиеся датировки U-Pb методом (LA-ICP-MS) детритовых цирконов из песчаников зильмердакской свиты привели некоторых исследователей к выводу о необходимости изменения стратиграфического положения базальной для зильмердакской свиты бирьянской подсвиты и отнесения её к ашинской серии венда. Однако приведенные в статье материалы показывают, что для пересмотра стратиграфического положения бирьянской подсвиты зильмердакской свиты в приведенном разрезе и других обнажениях по геологическим, литологическим и минералогическим данным нет оснований.

Ключевые слова: зильмердакская свита, Южный Урал, стратиграфия

Благодарности: Работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ ИГ УФИЦ РАН, тема гос. задания FMRS-2025-0016.

Для цитирования: *Сергеева Н.Д., Дьякова С.А., Михненко М.М.* Зильмердакская свита каратауской серии верхнего рифея в пересечении хребта Зильмердак автотрассой Уфа — Инзер — Белорецк (Южный Урал) // Геологический вестник. 2025. №3. С. 5–23. DOI: 10.31084/2619-0087/2025-3-1

For citation: Sergeeva N.D., Dyakova S.A., Mikhnenko M.M. (2025) Zilmerdak Formation of the Upper Riphean Karatau Group at the intersection of the Zilmerdak ridge with the highway Ufa — Inzer — Beloretsk (Southern Urals). *Geologicheskii vestnik*. 2025. No. 3. P. 5–23. DOI: 10.31084/2619-0087/2025-3-1

© Н.Д. Сергеева, С.А. Дьякова, М.М. Михненко, 2025

Original article

ZILMERDAK FORMATION OF THE UPPER RIPHEAN KARATAU GROUP AT THE INTERSECTION OF THE ZILMERDAK RIDGE WITH THE HIGHWAY UFA — INZER — BELORETSK (SOUTHERN URALS)

N. D. Sergeeva[1], S. A. Dyakova[1], M. M. Mikhnenko[1, 2]

1 — Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia, riphey@ufaras.ru

2 — Institute of Nature and Man Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia

Object of study — Zilmerdak Formation of the Upper Riphean Karatau Group at the intersection of the Zilmerdak ridge with the Ufa — Inzer — Beloretsk highway, where a virtually continuous section of the suite in the stratotype locality was exposed in natural outcrops and road cuttings, which made it possible to give the most complete idea of the composition, structure and thickness of its deposits. Materials of a detailed description of this section are published for the first time. In the Zilmerdak Formation, no objects have yet been found for a reliable determination of the age of its deposits. The available U-Pb datings (LA-ICP-MS) of detrital zircons from sandstones of the Zilmerdak Formation have led some researchers to the conclusion that it is necessary to change the stratigraphic position of the basal Biryan subformation for the Zilmerdak Formation and assign it to the Vendian Asha Group. There are no grounds for revising the stratigraphic position of the Biryan Subformation of the Zilmerdak Formation in the given section and other outcrops of the formation based on geological, lithological and mineralogical data.

Keywords: Zilmerdak Formation, Southern Urals, Stratigraphy

Acknowledgments: The work was carried out in accordance with the plans of scientific research works of the Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (subject of state assignment FMRS-2025-0016).

Введение

Зильмердакская свита (RF_3zl) каратауской серии верхнего рифея (каратавия) впервые выделена коллективом авторов [Горяинова и др., 1931] со стратотипом по хр. Зильмердак в месте пересечения его с р. Инзер выше д. Зуяково (Южный Урал). При строительстве железной дороги Уфа — Инзер — Белорецк этот разрез был нарушен и в качестве стратотипа для зильмердакской свиты В. И. Козловым [1982] был предложен разрез по р. Малый Инзер выше пос. Инзер, в 0.2 км ниже д. Реветь. В составе свиты широко распространены полевошпат-кварцевые, аркозовые, субаркозовые, кварцевые и полимиктовые разнозернистые песчаники и алевролиты, аргиллиты, присутствуют маломощные прослои и линзы конгломератов, гравелитов и песчанистых доломитов. Общая мощность свиты в стратотипической местности оценивается различно: 1400–3000 м [Олли, 1948; Козлов, 1982] и 1215–2360 м [Стратиграфические…, 1993]. Свита содержит богатый комплекс микрофоссилий (мулдакаевская биота [Янкаускас, 1982; Вейс и др., 2003]). По особенностям состава и строения свита расчленена на бирьянскую, нугушскую, лемезинскую и бедерышинскую подсвиты (рис. 1), связанные постепенным переходом [Горяинова и др., 1931; Горяинова и Фалькова, 1933; Олли, 1948; Козлов, 1982].

Бирьянская подсвита (RF_3zl_1) представлена разнозернистыми полевошпат-кварцевыми, аркозовыми, субаркозовыми песчаниками и алевролитами, наблюдаются прослои и линзы аргиллитов, мелкогалечниковых конгломератов, гравелитов и доломитов. В песчаниках присутствуют тонкие «рудные прослои», обогащенные зернами магнетита, ильменита, рутила и циркона с примесью гематита, турмалина и полевого шпата («древние россыпи»). Мощность подсвиты 1400–2000 м. Впервые выделена в ранге толщи по хр. Бирьян [Олли, 1948].

Нугушская подсвита (RF_3zl_2) сложена преимущественно алевролитами и аргиллитами с прослоями песчаников. Мощность около 300 м. Впервые в ранге толщи выделена по р. Нугуш [Олли, 1948], но описания разреза и его точной географической привязки не было дано, поэтому в качестве стратотипа В. И. Козловым [1982] был предложен и де-

тально описан разрез подсвиты по левому берегу р. Мал. Инзер в 0.6 км ниже д. Реветь.

Лемезинская подсвита (RF_3zl_3) представлена преимущественно кварцевыми песчаниками с редкими прослоями алевролитов и аргиллитов. Мощность подсвиты 150–250 м. Впервые в ранге толщи выделена по р. Лемезы [Олли, 1948], но без описания разреза. В.И. Козловым [1982] в качестве стратотипа для лемезинской подсвиты был предложен разрез по правому берегу р. Мал. Инзер в 1.1 км ниже д. Реветь.

Бедерышинская подсвита (RF_3zl_4) сложена полевошпат-кварцевыми, кварцевыми и полимиктовыми песчаниками и алевролитами, аргиллитами и редко доломитами, мощностью 250–400 м. Впервые подсвита (как толща) выделена А.И. Олли в 1939 г. по р. Бедерыш, правому притоку р. Лемезы, но без описания стратотипа. Разрез подсвиты по р. Бедерыш обнажен недостаточно и В.И. Козловым [1982] в качестве «лектостратотипа бедерышинской подсвиты» предложен разрез по правому берегу р. Мал. Инзер в 1.3 км ниже д. Реветь.

В настоящее время нет изотопно-геохронологических определений возраста пород зильмердакской свиты. Существуют возрастные датировки вышележащих образований (см. рис. 1): 938 млн лет (K-Ar, по глаукониту) для катавской свиты [Стратотип…, 1983], 836–803 млн лет (Rb-Sr метод, иллит) [Горохов и др., 2019] и 844 ± 24 млн лет (Pb-Pb метод, известняк) для инзерской и 820 ± 77 млн лет (Pb-Pb метод, доломит) для миньярской свит [Kuznetsov et al., 2017].

Датировки детритовых цирконов из песчаников бакеевской, басинской и куккараукской свит ашинской серии, полученные [Кузнецов, Романюк, 2022] U-Pb методом (LA-ICP-MS), показали, что возрастные параметры детритовых цирконов из песчаников ашинской серии венда и бирьянской подсвиты зильмердакской свиты верхнего рифея [Маслов и др., 2018] обладают большим сходством. По мнению цитируемых авторов, это «указывает на ошибочность отнесения бирьянской подсвиты (бирьянского типа разреза) к серии каратавия, т.е. к низам верхнего рифея», и приводит к необходимости пересмотра стратиграфического положения бирьянской подсвиты и отнесение её к ашинской серии венда [Кузнецов, Романюк, 2022]. К вопросу о стратиграфической неоднородности зильмердакской свиты: отнесение её базальной части (бирьянской подсвиты) к ашинской серии венда [Кузнецов, Романюк, 2022], вернемся после характеристики зильмердакской свиты в пересечении хр. Зильмердак автотрассой Уфа — Инзер — Белорецк.

Благодаря сочетанию естественных обнажений и искусственных выемок в этом пересечении отложения зильмердакской свиты вскрыты наиболее полно и доступны для изучения и демонстрации.

Разрез зильмердакской свиты хр. Зильмердак

На хр. Зильмердак вдоль автотрассы Уфа — Инзер — Белорецк (см. рис. 1 В) в естественных обнажениях и дорожных выемках с запада на восток описан следующий разрез зильмердакской свиты**.** Особенности геологического строения района разреза отражены на фрагменте геологической карты Инзерского синклинория и структурно-геологического профиля по линии А — Б — В (см. рис. 1В).

Бирьянская подсвита (RF_3zl_1). **Обнажение 118** (рис. 2) находится в 3.1 км ЮВ 121° от устья р. Ниж. Сакашли и в 2.2 км ЮВ 245° от высоты с отм. 780.3 м (N54°18′ E57°19′). Здесь вскрыты (снизу):

1. Неравномерное чередование (от 0.4 до 1.2 м) алевролитов глинисто-кварцевых, желтовато-зеленовато-серых и темно-вишневых, с тонкими слойками аргиллитов зеленовато-серых. В верхней части отмечен прослой (5–7 см) алевролитов с мелким гравием и галькой песчаников мелкозернистых, розовато- и светло-серых, неправильной формы, с размером 2–4 см по длинной оси и редко 2.5×3×4 см. В алевролитах отмечаются редкие прослои (от 5–8 до 20–30 см) песчаников кварцевых, мелкозернистых, темно-вишневых, трещиноватых. По трещинам развита желтая охра, сами песчаники содержат неровные тонкие черные слойки, обогащенные гематитом. Нижняя граница слоя не обнажена. Падение слоистости ВСВ 80°∠50°. Мощность 28 м.

2. Песчаники кварцевые, мелкозернистые, сливные, темно-вишневые, трещиноватые; участками отмечаются темно-серые гематитовые прожилки толщиной доли — 1–2 мм, ориентированные параллельно слоистости. Породы смяты в небольшие пологие складки (см. рис. 2), иногда будинированы. Нижняя граница слоя резкая и проведена по кровле аргиллитов слоя 1. Падение слоистости ЮВ 120–130°∠30–55° и СЗ 330°∠40°. Мощность 32 м.

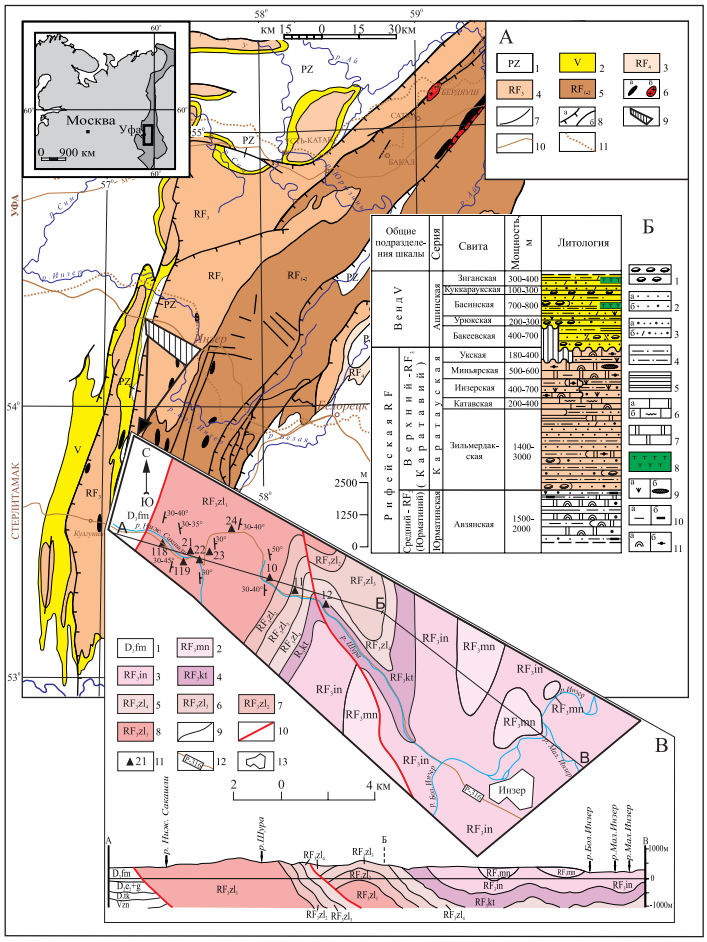

Рис. 1. Схематическая геологическая карта (А) составлена с использованием [Геологическая карта…, 2002], сводная стратиграфическая колонка верхнего рифея Башкирского мегантиклинория составлена с использованием [Козлов, 1982; Рязанцев и др., 2022, 2023] (Б) и фрагмент геологической карты Инзерского синклинория, составлена с использованием [Геологическая карта…, 1961] и профиля по линии А — Б — В (В)

Условные обозначения: к карте (А): 1 — палеозой, 2 — венд; 3–5 — рифей: 3 — завершающий, 4 — верхний, 5 — нерасчленный средний и нижний, 6 — магматические породы: габбро (а) и граниты (б); 7–8 — границы: 8 — стратиграфические; 9 — тектонические надвиги (а) и разломы (б); 9 — местоположение фрагмента геологической карты (В); 10 — автомобильные дороги; 11 — железные дороги. К колонке (Б): 1 — конгломераты; 2, 3 — песчаники: кварцевые (а) и полевошпат-кварцевые (б), 3 — аркозовые (а) и полимиктовые (б); 4 — алевролиты; 5 — аргиллиты; 6 — известняки кристаллические (а) и «струйчатые» (б); 7 — доломиты; 8 — туфы; характеристика породы: 9 — глауконит (а) и кремни (б); 10 — глинистость (а) и углеродистость (б); 11 — строматолиты (а) и микрофитолиты (б). К фрагменту карты (В). Отложения: 1 — фаменского яруса верхнего девона; 2–8 — верхнего рифея: 2 — миньярская, 3 — инзерская, 4 — катавская, 5–8 — зильмердакская: подсвиты: 5 — бедерышинская, 6 — лемезинская, 7 — нугушская, 8 — бирьянская; границы: 9 — стратиграфические и 10 — тектонические; 11 — местоположение разреза и его номер; 12 — автотрасса Уфа — Инзер — Белорецк; 13 — населенный пункт.

Fig. 1. Schematic geological map (A) was compiled using [Geological map…, 2002], summary stratigraphic column of the Upper Riphean of the Bashkirian Meganticlinorium was compiled using [Kozlov, 1982; Ryazantsev et al., 2022, 2023] (B) and a fragment (B) of the geological map Inzer Synclinoorium, compiled using [Geological map…, 1961] and a profile along the line A — B — B (B)

Legend: to the map (A): 1 — Paleozoic, 2 — Vendian; 3–5 — Riphean: 3 — Terminal, 4 — Upper, 5 — undifferentiated Middle and Lower, 6 — igneous rocks: gabbro (a) and granites (б); 7–8 — boundaries: 7 — stratigraphic; 8 — tectonic thrusts (a) and faults (б); 9 — location of a fragment of a geological map (B); 10 — highways; 11 — railways. To column (Б): 1 — conglomerates; 2, 3 — sandstones: quartz (a) and feldspar quartz (б), 3 — arkose (a) and polymictic (б); 4 — siltstones; 5 — mudstones; 6 — limestones, crystalline (a) and “streamy” (б); 7 — dolomites; 8 — tuffs; rock characteristics: 9 — glauconite (a) and silicones (б); 10 — clay (a) and carbonaceous (б); 11 — stromatolites (a) and microphytolites (б). To the map fragment (B). Deposits: 1 — Famennian stage of the Upper Devonian; 2–8 — Upper Riphean: 2 — Minyar, 3 — Inzer, 4 — Katav, 5–8 — Zilmerdak: Subformations: 5 — Bederysh, 6 — Lemeza, 7 — Nugush, 8 — Biryan; boundaries: 9 — stratigraphic and 10 — tectonic; 11 — location of the mine and its number; 12 — Ufa — Inzer — Beloretsk highway; 13 — settlement.

3. Песчаники полевошпат-кварцевые, среднезернистые, вишневые, массивные, грубоплитчатые. В верхней части слоя отмечаются прослои 10–15 см аркозовых разностей грубозернистых, с гравийной примесью кварца и розового полевого шпата, а также редкие слойки (1–3 мм) алевролитов и аргиллитов зеленых и вишнево-красных. Породы смяты в мелкие складки и брекчированы. Нижняя граница слоя четкая и проведена по кровле подстилающих песчаников. Падение слоистости ЮВ 115°∠35°. Мощность 40 м.

4. Песчаники аркозовые, крупнозернистые, с гравийными зернами кварца и полевого шпата, розовато-серые, плотные, массивные, с гематитовыми прожилками, параллельными слоистости или образующими причудливые узловатые текстуры; отмечается косая слоистость и линзовидные прослои с галькой и гравием. В основании присутствуют единичные (5–10 см) прослои алевролитов глинисто-кварцевых, темно-вишневых. Нижняя граница слоя четкая и проведена по кровле подстилающих алевролитов. Падение слоистости ЮВ 100–120° ∠25–50°. Мощность более 60 м.

Далее разрез бирьянской подсвиты, через задернованный интервал в 350 м по мощности, наращивается **в обнажении 119** (см. рис. 1, 2), расположенном на левом берегу р. Ниж. Сакашли (ниже моста) в 4 км ЮВ 124° от устья р. Ниж. Сакашли и в 2.1 км ЮЗ 212° от отметки 780.3 м (N54°17′ E57°20′) (см. рис. 1). Здесь обнажены (снизу-вверх по разрезу).

1. Песчаники аркозовые, грубозернистые, желтовато-серые, массивные с прослоями и линзами гравелитов, содержащих рассеянную гальку кварца, полевого шпата, песчаников. В основании слоя песчаники участками брекчированы. Нижняя граница слоя не обнажена. Падение слоистости ЮВ 120°∠35°. Мощность 20 м.

2. Алевролиты глинисто-кварцевые, вишнево-красные, слюдистые, на нижних 50 см с гравием и мелкой рассеянной галькой кварца и розового полевого шпата. Нижняя граница слоя проведена по подошве алевролита. Падение слоистости В 90°∠40°. Мощность 1 м.

3. Песчаники аркозовые, средне- и крупнозернистые, вишневые, грубоплитчатые, трещиноватые, с гравием и мелкой галькой (размером от 0.7×1.5 см до 2×2.5 и 3×4 см), по составу аналогичной описанной в слое 1. В песчаниках наблюдается градационная слоистость, фрагменты косой слоистости и тонкая слоистость, обусловленная наличием слойков (доли — 1 мм), обогащенных гематитом. Нижняя граница слоя резкая и проведена по кровле подстилающих алевролитов. Падение слоистости ЮВ 115°∠30–40°. Мощность 20 м.

4. Песчаники аркозовые, грубозернистые до гравийных, вишневые, прослоями средне- и крупнозернистые, светло-серые с розовым оттенком, плотные, массивные. Песчаники содержат линзы гравелитов и редкую мелкую (1.5×2.5 см) гальку гранитоидов и песчаников кварцевых, темно-серых с сиреневым оттенком. Нижняя грани-

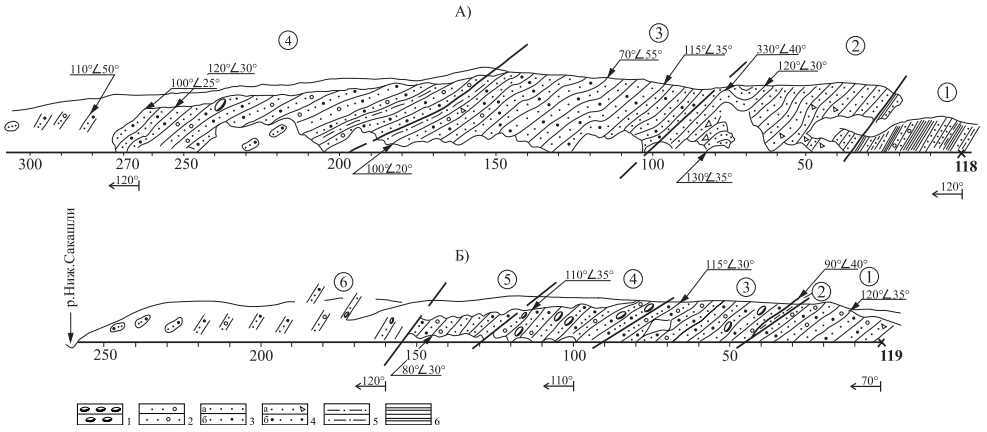

Рис. 2. Разрезы бирьянской подсвиты зильмердакской свиты по автотрассе Уфа — Инзер — Белорецк на западном склоне хр. Зильмердак. Обнажения: 118 (А), 119 (Б)

Условные обозначения: 1 — конгломерат; 2 — гравелит; 3, 4 — песчаник: 3-кварцевый (а) и полевошпат-кварцевый (б); 4 — аркозовый (а) и брекчированный (б); 5 — алевролит; 6 — аргиллит.

Fig. 2. Cross-sections of the Biryan Subformation of the Zilmerdak Formatiom along the Ufa — Inzer — Beloretsk highway on the western slope of the Zilmerdak ridge. Outcrops: 118 (A), 119 (Б)

Legend: 1 — conglomerate; 2 — gravelite; 3, 4 — sandstone: 3 — quartz (a) and feldspar quartz (b); 4 — arkosic (a) and breciated (б); 5 — siltstone; 6 — mudstone.

ца слоя проведена по кровле подстилающих песчаников. Падение слоистости ЮВ 100–110° ∠25–30°. Мощность 16 м.

5. Песчаники аркозовые, средне- и крупнозернистые, розовато-серые, среднеплитчатые, реже тонкоплитчатые, с рассеянной галькой и гравием. Галька (средним размером 2.5×4 см) представлена алевролитами кварцевыми розового цвета. В 140 м по ходу отмечен прослой (1 м) песчаника полевошпат-кварцевого, глинистого, темно-вишневого. Нижняя граница слоя нечеткая и проведена по кровле подстилающего песчаника. Падение слоистости ВСВ 80°∠30°. Мощность 15 м.

6. Песчаники аркозовые, крупно- и грубозернистые, массивные, вишневые, в верхней части желтовато- или розовато-серые с гравием и мелкой галькой, по составу аналогичных описанным в слое 1 и располагающихся по слоистости. Нижняя граница слоя проведена условно по кровле подстилающего песчаника. Падение слоистости ВЮВ 100°∠45°. Мощность около 60 м.

В скалах на правом берегу р. Ниж. Сакашли в 50 м ниже автодорожного моста описание отложений бирьянской подсвиты **(обнажения 21–23)** приводится по материалам В. И. Козлова, приведенным в отчете по научно-исследовательской работе ИГ УНЦ РАН (ныне УФИЦ РАН) в 2000 г.

В **обнажении 21** (N54°17′ E57°21′) (снизу) вскрыты (рис. 3).

1. Песчаники аркозовые и субаркозовые, разнозернистые, грубоплитчатые, массивные, светло-розово-серые, плотные, крепкие, с четкой градационной слоистостью. Крупнозернистые разности часто гравийные с редкой галькой розового и молочно-белого жильного кварца, и розового полевого шпата, а отдельными прослоями (толщина от 5 до 20–30 см) переходят в редко- и мелкогалечниковые конгломераты. Галька кварца (размером 1.5×3×2, 2×2×3 см и 5.5–1×0.3–0.7×0.5 см) в различной степени окатанная: от хорошо окатанной до остроугольной со слегка сглаженными краями. В некоторых гальках молочно-белого кварца отмечаются трещины деформаций. Галька полевого шпата менее окатанная, максимальный размер её 0.6×1×2 см. Преобладают песчаники аркозовые, мелко- и среднезернистые, массивные. Падение слоистости В 90–100°∠30–35°.

В 170 м по ходу разреза уменьшается количество крупнозернистых разностей, включая гравелиты и конгломераты. В интервале 400–435 м по линии разреза в выемке слева вскрыты разнозернистые содержащие гравий и гальку песчаники, близкие к описанным в начале обнажения. Преобладает галька молочно-белого и редко дымчатого кварца, удлиненная и угловато-окатанная, размером от 0.5–1×1.5–2×0.5–1 до 1.5×3×1 см. Отмечаются единичные прослои (10–15 см) песчаников полевошпат-кварцевых, мелкозернистых, вишнево-красных. Падение слоистости В 90°∠30–35°.

В 860 м по ходу разреза в выемке слева наблюдалось неравномерное чередование песчаников аркозовых, с гравием и галькой полевого шпата и кварца, песчаников полевошпат-кварцевых, светло-серых, плитчатых (5–10 см), мелкозернистых и песчаников кварцевых, мелкозернистых, светло-серых, массивных, грубо плитчатых (50–60 см), глинистых, светло-серых с зеленоватым от-

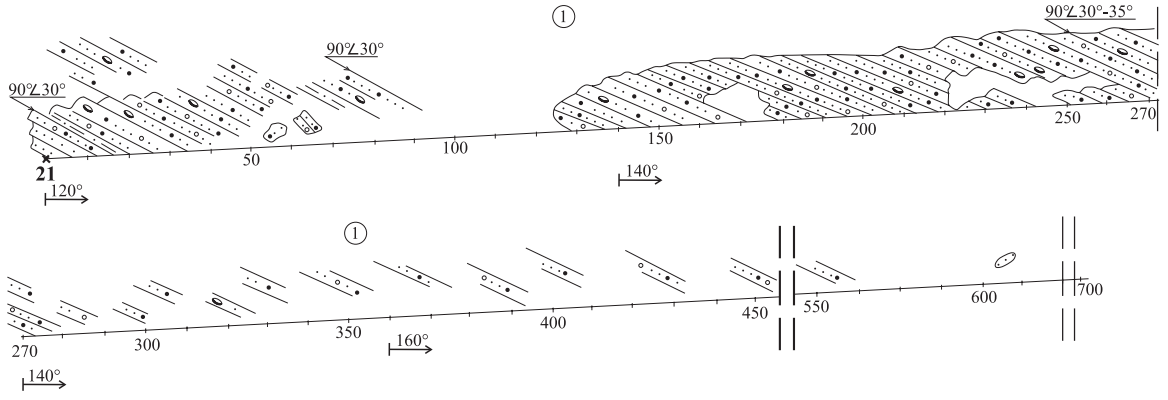

Рис. 3. Разрез отложений бирьянской подсвиты зильмердакской свиты по автотрассе Уфа — Инзер — Белорецк на западном склоне хр. Зильмердак. Обнажение 21. По материалам В. И. Козлова

Условные обозначения см. рис. 2.

Fig. 3. Cross-section of the Biryan Subformation of the Zilmerdak Formation along the Ufa — Inzer — Beloretsk highway on the western slope of the Zilmerdak ridge. Outcrop 21. Based on materials by V. I. Kozlov

For legend see fig. 2.

тенком, разноплитчатых (3–15 см). Толщина плиток соответствует толщине слойков, иногда в основании их отмечаются прослои алевролитов зеленовато-серых. Мощность 220 м.

Песчаники слоя 1 **обнажения 21** и песчаники слоя 6 **обнажения 119** практически перекрывают друг друга, близки по составу, строению и облику и в сводной литолого-стратиграфической колонке показаны одним слоем мощностью 270–300 м (рис. 4).

2. Алевролиты кварцевые вишнево-красные, прослоями с примесью псаммитового материала, иногда переходят в мелкозернистые песчаники того же состава и облика, на плоскостях наслоения в них видны пластинки аргиллитов размером от 1–2×3–5 мм до 3–5×7–8 мм при толщине 2 мм. Нижняя граница слоя четкая и проведена по кровле подстилающих песчаников. Мощность 2 м.

3. Песчаники кварцевые, мелкозернистые, светло-серые с розоватым оттенком, трещиноватые. По трещинам и нитевидным слойкам песчаники ожелезненные и являются своеобразным маркирующим горизонтом. Граница с подстилающим слоем четкая и резкая. Падение слоистости В 90–100°∠25–35°.

В 1000 м от **обнажения 21** в выемке высотой 12 м в **обнажении 22** (N54°17′ E57°21′) (рис. 5) вскрыты песчаники кварцевые, мелкозернистые, светло-серые, слюдистые, массивные, разноплитчатые (от 15–20 см до 40–60 см). Падение слоистости В 90°∠25°. В этих песчаниках в 4 м выше маркирующих ожелезненных разностей отмечается слоистая пачка, представленная неравномерным чередованием тех же песчаников часто ожелезненных и алевролитов, близких к описанным в слое 2. Преобладают песчаники (85% мощности). Падение слоистости В 90°∠30–35°. Мощность 40 м.

4. Песчаники полевошпат-кварцевые, мелкозернистые, светло-серые, неяснослоистые, разноплитчатые (от 3–10 см до 20–40 см и реже 60–80 см),

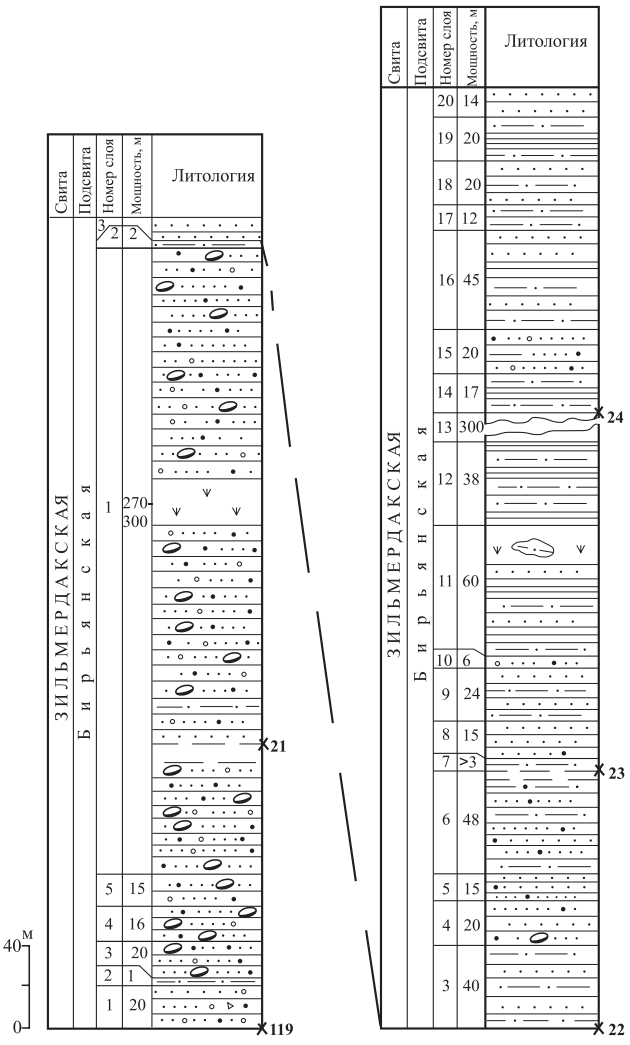

Рис. 4. Стратиграфическая колонка отложений бирьянской подсвиты зильмердакской свиты. Обнажения 119, 21–24

Условные обозначения см. рис. 1 (Б) и 2.

Fig. 4. Stratigraphic column of the Biryan Subformation of the Zilmerdak Formation. Outcrops 119, 21–24

For legend see fig. 1 (Б) and 2.

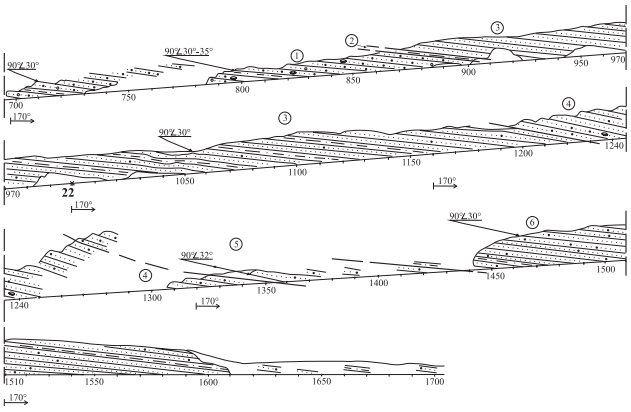

Рис. 5. Разрез отложений бирьянской подсвиты зильмердакской свиты по автотрассе Уфа — Инзер — Белорецк на западном склоне хр. Зильмердак. Обнажения 21 (продолжение разреза бирьянской подсвиты обн. 21, начало зарисовки см. рис. 3) и 22

Условные обозначения см. рис. 2.

Fig. 5. Cross-section of the deposits of the Biryan Subformation of the Zilmerdak Formation along the Ufa — Inzer — Beloretsk highway on the western slope of the Zilmerdak ridge. Outcrops 21 (continuation of the cross-section Biryan Subformation outcrop 21, the beginning of the cross-section see fig. 3) and 22

For legend see fig. 2.

с мелкой кварцевой галькой размером 3×5×15 мм. Нижняя граница слоя не обнажена. Падение слоистости В 85–90°∠30°. Мощность 20 м.

5. Песчаники полевошпат-кварцевые, мелкозернистые, розовато-серые, разноплитчатые, трещиноватые. По трещинам развивается ожелезнение. Вверх по разрезу в них увеличивается количество аркозового материала, и они переходят в субаркозовые мелкозернистые светло-серые разности с хорошо окатанными гравийными зернами розового полевого шпата. Нижняя граница слоя не обнажена. Падение слоистости В 90°∠32°. Мощность 15 м.

6. Неравномерное чередование песчаников полевошпат-кварцевых и аркозовых, разнозернистых, желтовато-серых, разноплитчатых (от 5–7 до 10–15 см). Песчаники содержат рассеянные угловато-окатанные гравийные зерна розового полевого шпата и очень редкую мелкую хорошо окатанную гальку жильного кварца. Песчаники трещиноватые, трещины ориентированы, как правило, перпендикулярно слоистости. Участками песчаники пористые (поры величиной от 0.5 до 1 мм). В подошве и кровле слоя отмечаются прослои алевролитов, по составу и облику аналогичные песчаникам. Нижняя граница слоя резкая и проведена по подошве прослоя алевролита. Падение слоистости В 90–100°∠20–35°. Мощность 48 м.

В **обнажении 23**, находящемся на западном склоне хр. Зильмердак в 2 км от тригопункта с отметкой 780.3 м и в 800 м от предыдущего обнажения (N54°17′ E57°37′) (см. рис. 1), описан следующий разрез (рис. 6).

7. Алевролиты полевошпат-кварцевые, буровато-коричневые, отдельными прослоями они более глинистые и более ожелезненные, иногда содержат прослои (1–5 см) песчаников полевошпат-кварцевых, мелкозернистых, розовато-серых, разводами и пятнами ожелезненных. Нижняя граница слоя не обнажена. Падение слоистости В 90°∠25–30°. Вскрытая мощность 3 м.

8. Песчаники кварцевые и полевошпат-кварцевые, мелкозернистые, буровато-коричневые в неравномерном чередовании. В основании слоя отмечаются песчаники светло-розовые с пятнами (от 1×2 см до 2×2 см) и гнездами темно-бурого ожелезнения. Нижняя граница слоя четкая и проведена по подошве светлых песчаников. Падение слоистости В 90–100°∠32°. Мощность 15 м.

9. Алевролиты полевошпат-кварцевые, буровато-коричневые, разноплитчатые. В подошве слоя

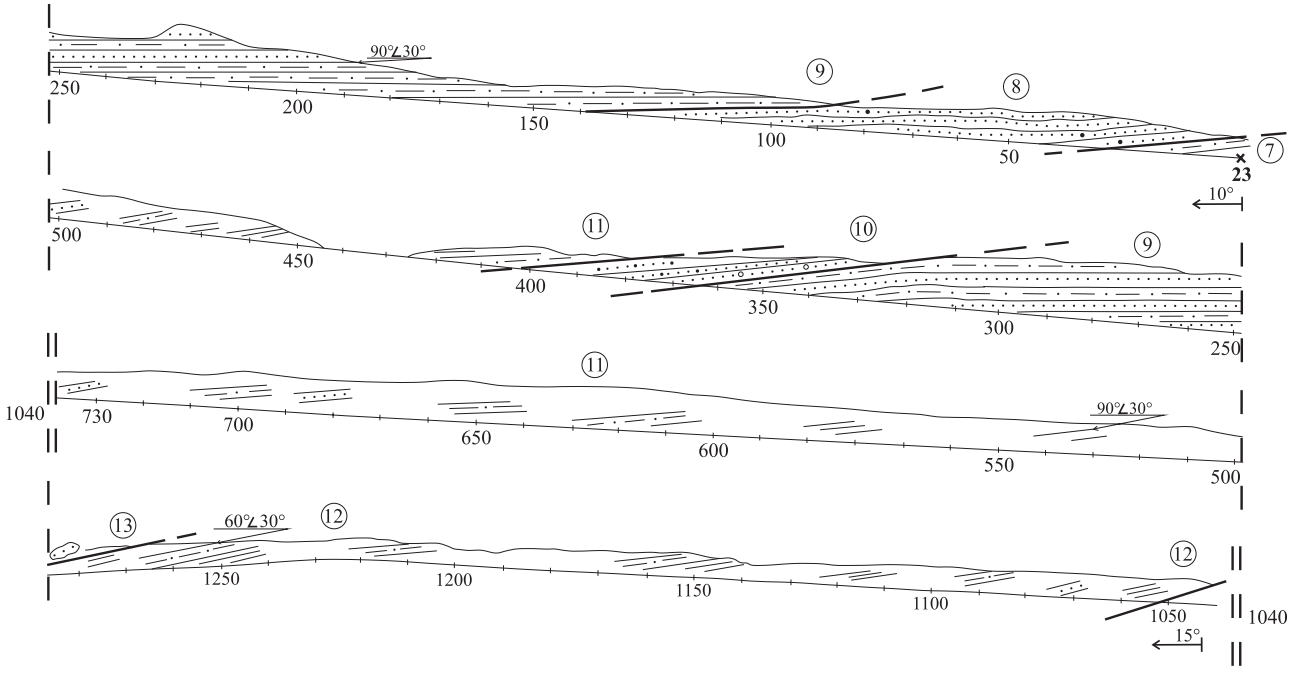

Рис. 6. Разрез бирьянской подсвиты зильмердакской свиты по автотрассе Уфа — Инзер — Белорецк на западном склоне хр. Зильмердак. Обнажение 23

Условные обозначения см. рис. 2.

Fig. 6. Cross-section of the Biryan Subformation of the Zilmerdak Formation along the Ufa — Inzer — Beloretsk highway on the western slope of the Zilmerdak ridge. Outcrop 23

For legend see fig. 2.

отмечаются прослои (от 1–3 см до 5 см) песчаников, аналогичных описанным в слое 8. В верхней части слоя песчаники (мощность 30–50 см) кварцевые, мелко- и среднезернистые, глинистые, зеленовато-желтовато-серые, розовато-серые с узловатой текстурой за счет неравномерного ожелезнения. Среди алевролитов отмечаются прослои (от 0.2–0.4 м до 0.8 м) аргиллитов преимущественно буровато-серых, реже зеленовато-серых с голубоватым оттенком. Нижняя граница слоя резкая и проведена по кровле подстилающих песчаников. Падение слоистости В 90°∠30. Мощность 24 м.

10. Разрозненные выходы песчаников полевошпат-кварцевых и аркозовых, мелко- и среднезернистых, сиреневато-серых. Нижняя граница слоя не обнажена. Мощность 6 м.

11. Разрозненные коренные выходы и щебенка алевролитов, по составу и облику близких к описанным в слое 9, также содержащих прослои песчаников и аргиллитов. Преобладают алевролиты (70%), песчаники (20%) и аргиллиты (10%) подчинены. Нижняя граница слоя не обнажена. Мощность 60 м.

12. Аргиллиты вишнево-красные, с прослоями алевролитов и песчаников, близких к описанным в слое 11. Нижняя граница слоя не обнажена. Падение слоистости СВ 60°∠30°. Мощность 38 м.

13. Задерновано по мощности 300 м.

Далее разрез наращивается в **обнажении 24** (N54°18′ E57°39′) (рис. 7), которое находится на вершине хр. Зильмердак по автотрассе Уфа — Инзер — Белорецк (см. рис. 1).

14. Алевролиты кварцевые, крупнозернистые, зеленовато-серые, разноплитчатые, с прослоями (от 0.5 до 1.5 см) аргиллитов, по облику близких к алевролитам. В породах обнаружены микрофоссилии верхнего рифея [Козлов и др., 1997]. Отдельными прослоями (1–2 см) алевролиты содержат псаммитовый материал и даже переходят в песчаники кварцевые, мелкозернистые, зеленовато-серые, плитчатые, с пятнами ожелезнения. В верхней части слоя алевролиты становятся вишнево-красными и содержат слойки малиновых аргиллитов. Нижняя граница слоя не обнажена. Падение слоистости ЮВ 105°∠40°. Мощность 17 м.

15. Песчаники полевошпат-кварцевые, мелко- и среднезернистые, розовато-серые с вишневым оттенком, с округлыми стяжениями гематита. В верхней части слоя песчаники сиреневато-серые, массивные, с точечным ожелезнением и разномасштабной косой слоистостью. На верхних 1.5–2 м отмечаются прослои (5–10 см) алевролитов глинисто-кварцевых, табачно-зеленых, аналогичных описанным в слое 14. Нижняя граница слоя четкая и проведена по кровле подстилающих алевролитов. Падение слоистости ВЮВ 95°∠40°. Мощность 20 м.

16. Неравномерное переслаивание алевролитов (толщина прослоев от 0.6–0.8 м до 1.5 м) глинисто-кварцевых, желтовато-зеленых, тонкоплитчатых, слюдистых, плотных и песчаников (толщина прослоев от 0.5–1 м до 2 м) кварцевых с полевым шпатом, мелкозернистых, желтовато- или розовато-серых, глинистых. В алевролитах обнаружены микрофоссилии верхнего рифея [Козлов и др., 1997]. Нижняя граница слоя проведена по подошве первого 1.5 м прослоя алевролита. Мощность 45 м.

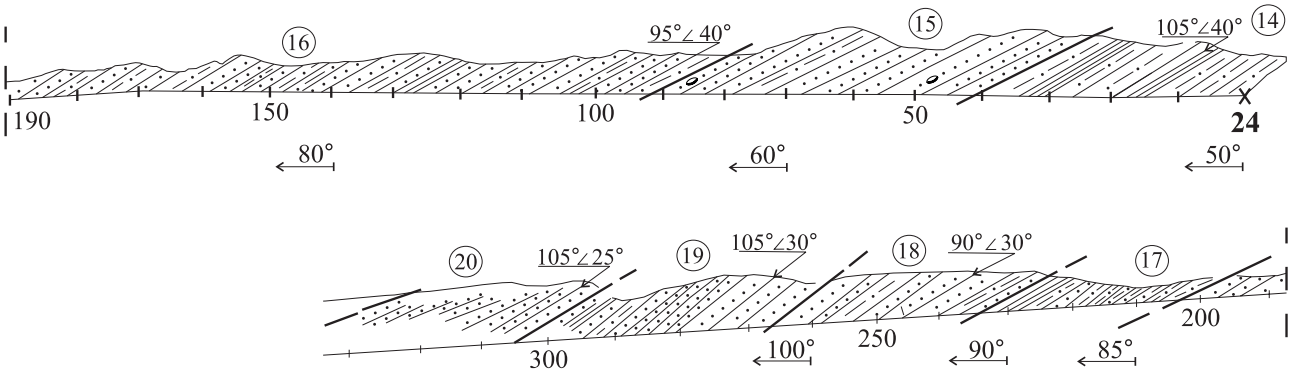

Рис. 7. Разрез бирьянской подсвиты зильмердакской свиты по автотрассе Уфа — Инзер — Белорецк на вершине хр. Зильмердак. Обнажение 24

Условные обозначения см. рис. 2.

Fig. 7. Cross-section of the Biryan Subformation of the Zilmerdak Formation along the Ufa — Inzer — Beloretsk highway at the top of the Zilmerdak ridge. Outcrop 24

For legend see fig. 2.

17. Алевролиты глинисто-кварцевые, кирпично-красные, рыхлые, слюдистые. С прослоями аргиллитов кирпично-красных, алевритистых, тонкоплитчатых и редко песчаников полевошпат-кварцевых, мелкозернистых, розовато-серых с вишневым оттенком, слюдистых. Алевролиты разбиты трещинами на плитки от 2–5 см до 30 см. Нижняя граница слоя четкая и проведена по кровле подстилающих песчаников. Мощность 12 м.

18. Песчаники полевошпат-кварцевые, мелко- и среднезернистые, розовато-серые с вишневым оттенком, разно плитчатые с крупномасштабной косой слоистостью. В нижней части слоя отмечаются прослои (от 10 см до 30 см) алевролитов, аналогичных описанным в подстилающем слое, часто пережатых и имеющих линзовидную слоистость. Нижняя граница слоя четкая и проведена по подошве песчаников. Падение слоистости В 90°∠35°. Мощность 20 м.

19. Неравномерное переслаивание: алевролитов глинисто-кварцевых, кирпично-красных, слюдистых; аргиллитов кирпично-красных, плотных с прослоями (2–3 мм) песчаников кварцевых с полевым шпатом, мелкозернистых, темно-серых и песчаников полевошпат-кварцевых, мелкозернистых, розовато-серых, грубоплитчатых. Толщина прослоев алевролитов от 0.4–0.8 м до 2 м, аргиллитов от 0.1–0.3 м до 0.5 м, песчаников от 0.2–0.4 м до 1 м. Нижняя граница слоя четкая и проведена по кровле подстилающих песчаников. Падение слоистости ЮВ 105°∠30°. Мощность 20 м.

20. Песчаники полевошпат-кварцевые, мелко- и среднезернистые, розовато-серые с вишневым оттенком, разно плитчатые. Нижняя граница слоя проведена по кровле подстилающих песчаников. Падение слоистости ЮВ 130°∠25°. Мощность 14 м.

Разрез бирьянской подсвиты продолжается на восточном склоне хр. Зильмердак в **обнажении 10** (N54°17′ E57°24′) **(**рис. 8, 9), расположенном (см. рис. 1) в 3675 м западнее горы Шурабиик (отм. 724.5) и в 3.4 км ЮВ 128° отметки 780.3 м. Описание разреза приводится по материалам В. И. Козлова (НИР ИГ УФИЦ РАН, 2000 г.).

1. Песчаники полевошпат-кварцевые, прослоями аркозовые и субаркозовые, разнозернистые (от мелко- до крупнозернистых и гравийных), розовато-серые, с прослоями (от 1–2 и 5–7 см до 10 см) редко- и мелкогалечниковых конгломератов. В цементе конгломератов — описанные выше песчаники, в гальке — преимущественно молочно-белый жильный кварц и розовый поле-

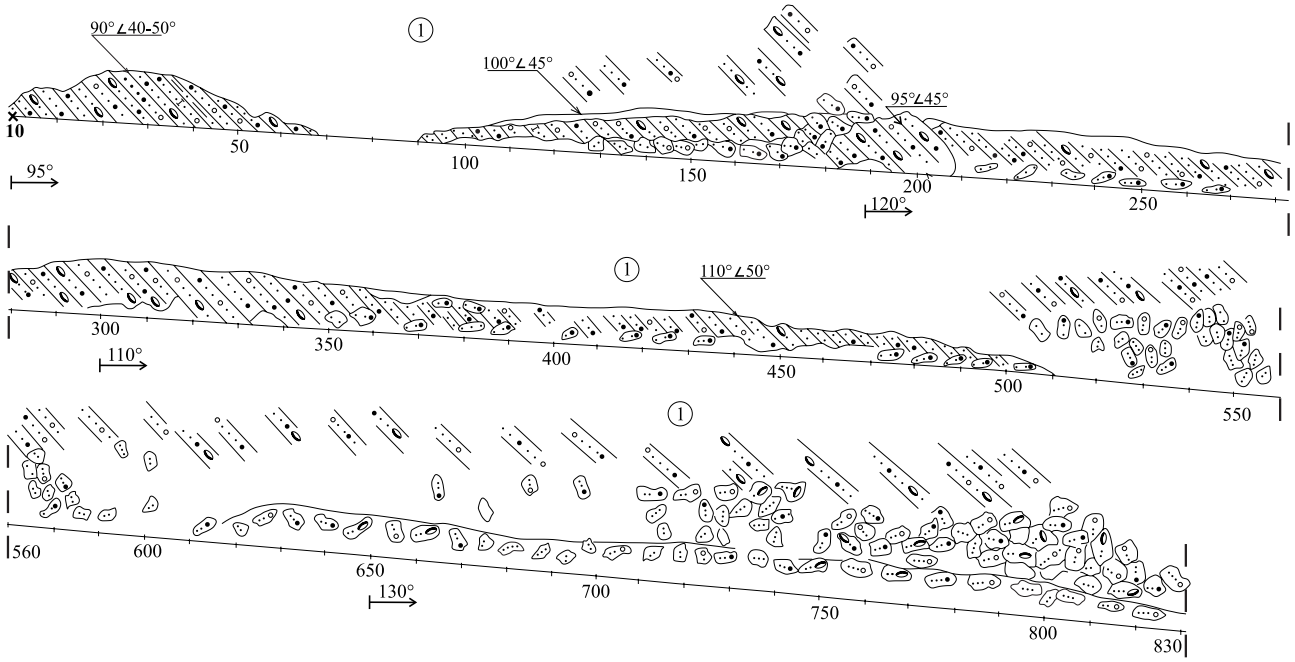

Рис. 8. Разрез бирьянской подсвиты зильмердакской свиты по автотрассе Уфа — Инзер — Белорецк на восточном склоне хр. Зильмердак. Обнажение 10

Условные обозначения см. рис. 2.

Fig. 8. Cross-section of the Biryan Subformation of the Zilmerdak Formation along the Ufa — Inzer — Beloretsk highway on the eastern slope of the Zilmerdak ridge. Outcrop 10

For legend see fig. 2.

вой шпат. Размер гравия и угловато-окатанной гальки от 1–2 до 5 мм. Кварцевая галька размером от 5 мм до 10–20 и 90 мм, большей частью хорошо окатанная. Нижняя граница слоя не обнажена. Падение слоистости В 90°∠40–50°.

Небольшими по мощности прослоями (5–10 см) песчаники слабо известковистые. Местами на плоскостях напластования в песчаниках видны пластинки темно-вишневых аргиллитов размером от 1×3×0.5 мм до 8×15×1 мм. Толщина гравийных прослоев от 5 мм до 2 см, в них есть галька розового полевого шпата размером 0.5–1 см. Породы совершенно аналогичны таковым в основании разреза, и часто имеют четкую косую слоистость. В 40 м по ходу разреза встречено несколько прослоев алевролитов кварцевых, вишнево-красных, тонкоплитчатых. Падение слоистости В 95°∠40–50°.

В 440–460 м по ходу разреза обнажены те же породы: песчаники, гравелиты и конгломераты в крайне неравномерном чередовании. По внешнему облику и составу они аналогичны породам, описанным в разрезе по левому берегу р. Мал. Инзер ниже д. Реветь. Падение слоистости ЮВ 100–110°∠50°.

В 830–920 м по линии разреза (см. рис. 8) в скалах обнажены:

1. Песчаники аркозовые и полевошпат-кварцевые, разнозернистые, прослойками (от 1–3 см до 5–7 см) переходящие в гравелиты, содержащие редкую гальку, аналогичную таковой из описанных выше конгломератов. Породы серые, розовато- и желтовато-серые, в самом верху примерно на 20 см розовато-коричневые, здесь на верхних 50 м появляются редкие прослои (2–5 см) малиново-красных, глинистых разностей. Здесь же отмечаются слойки (1–3 мм), обогащенные глинисто-железистым материалом и невыдержанные по простиранию слойки (1–5 мм) с рудными минералами. Падение слоистости ЮВ 100–110°∠40–50°. Вскрытая мощность 550–600 м.

2. Алевролиты полевошпат-кварцевые, слюдистые, вишнево-красные, часто с тонкими слойками (доли — 1 мм) более светло окрашенных разностей, с тонкими (доли 1–2 мм) слойками темно-вишневых аргиллитов, на плоскостях наслоения которых кое-где наблюдается рябь течений. Нижняя граница слоя четкая и проведена по кровле подстилающих песчаников. Мощность 20 м.

3. Алевролиты, по облику и составу близкие к подстилающим, но более песчанистые. Прослоями (1–3 см, редко 5 см) в алевролитах наблюдаются

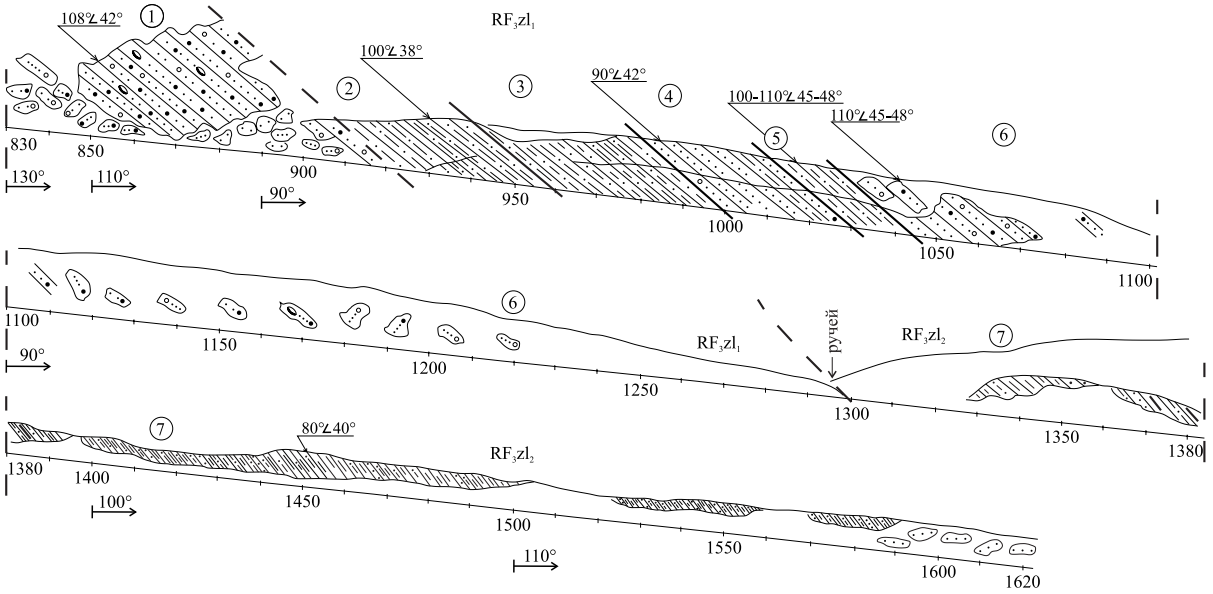

Рис. 9. Разрез бирьянской и нугушской подсвит зильмердакской свиты по автотрассе Уфа — Инзер — Белорецк на восточном склоне хр. Зильмердак. Обнажение 10 (продолжение разреза бирьянской подсвиты обн. 10, начало см. рис. 8)

Условные обозначения см. рис. 2.

Fig. 9. Cross-section of the Byryan and Nugush Subformation of the Zilmerdak Formation along the Ufa — Inzer — Beloretsk highway on the eastern slope of the Zilmerdak ridge. Outcrop 10 (continuation of the cross-section Biryan Subformation outcrop 10, the beginning of the cross-section see fig. 8)

For legend, see fig. 2.

пустоты выщелачивания с мелкими зернами сульфидов. Мощность 23 м.

4. Песчаники полевошпат-кварцевые, мелко- и среднезернистые, розовато-серые массивные, в основании слегка рыхловатые. Нижняя граница песчаников резкая, четкая, слабоволнистая и проведена по подошве песчаников. Мощность 16 м.

5. Алевролиты полевошпат-кварцевые, вишнево-красные, слюдистые, разноплитчатые, с тонкими 1–2 мм извилистыми слойками темно-вишневых аргиллитов. Мощность 8 м.

6. Песчаники полевошпат-кварцевые, мелкозернистые, желтовато-розовато-серые, разноплитчатые. Нижняя граница слоя четкая и проведена по подошве песчаников. Падение слоистости ЮВ 110°∠45–48°. Мощность 150 м.

Мощность бирьянской подсвиты на хребте Зильмердак 2360 м.

Максимальная мощность (2200 м) бирьянской подсвиты была определена на горе Бахмур А. И. Олли [1948], но она несколько меньше мощности посвиты (2360 м) хр. Зильмердак в пересечении его автотрассой Уфа-Инзер-Белорецк.

Отложения нугушской, лемезинской и бедерешинской подсвит вскрыты по автотрассе только на восточном склоне хр. Зильмердак (см. рис. 1).

Нугушская подсвита (RF_3zl_2) на восточном склоне хребта слабо обнажена. Отдельные фрагменты разреза её описаны В. И. Козловым в выемках по автотрассе Уфа — Инзер — Белорецк (см. рис. 1). Выходы пород нугушской свиты начинаются в 1330 м от **обнажения 10** (см. рис. 9).

7. Алевролиты полевошпат-кварцевые и кварцевые и аргиллиты зеленовато-серые, прослоями более темноокрашенные с тонкими, нитевидными слойками темно-серого, углеродисто-глинистого материала; в аргиллитах обнаружены микрофоссилии верхнего рифея [Козлов и др., 1997]. В 1450 м в дорожной выемке вскрыты те же породы, но с прослоями (от 0.5–1 см до 3 см) песчаников кварцевых, мелкозернистых, серых. Падение слоистости ВСВ 80°∠40°. Породы нугушской подсвиты в дорожных выемках отмечались до 1560 м по ходу разреза, а затем начались курумы лемезинских песчаников (см. рис. 9). Нижняя граница слоя не обнажена. Мощность нугушской подсвиты на восточном склоне хр. Зильмердак по автотрассе Уфа — Инзер — Белорецк около 200 м.

Лемезинская подсвита (RF_3zl_3) вскрыта на восточном склоне хребта примерно в 3.5 км восточнее его вершины по автотрассе Уфа-Инзер-Белорецк. Фрагмент разреза подсвиты описан В. И. Козловым в обнажении 11, расположенном в 1620 м от обнажения 10 (N54°17′ E57°24′) (рис. 10).

8. Песчаники кварцевые, кварцитовидные, мелкозернистые, светло-серые, плотные, креп-

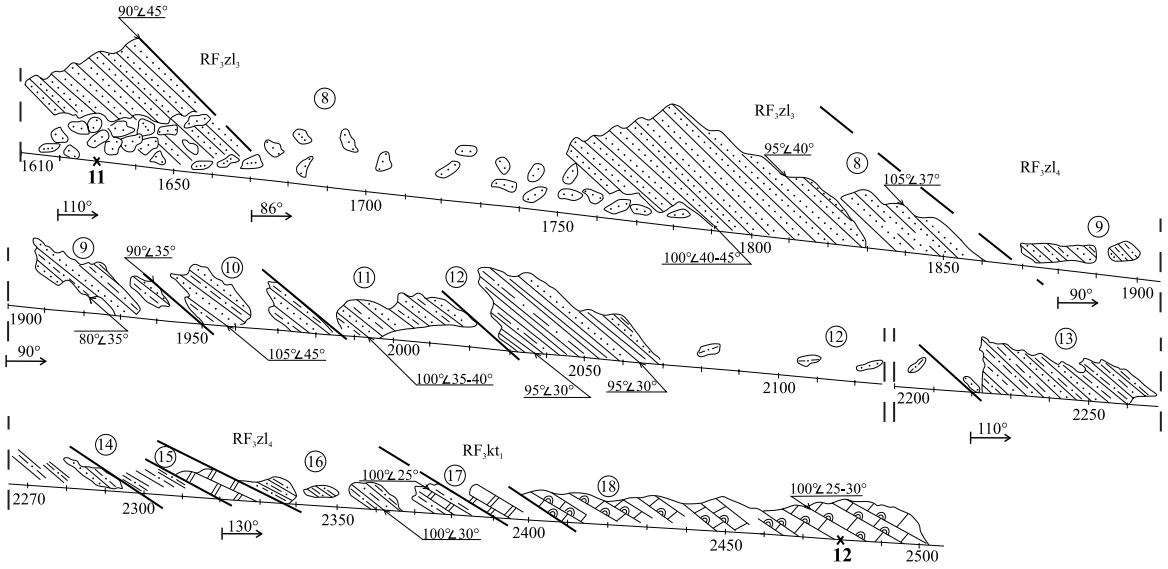

Рис. 10. Разрез лемезинской и бедерышинской подсвит зильмердакской свиты и фрагмент катавской свиты по автотрассе Уфа — Инзер — Белорецк на восточном склоне хр. Зильмердак. Обнажение 11 и 12

Условные обозначения см. рис. 1 (Б), 2.

Fig. 10. Cross-section of the Lemeza and Bedyrysh Subformation of the Zilmerdak Formation and the fragment of Katav Formation along the Ufa — Inzer — Beloretsk highway on the eastern slope of the Zilmerdak ridge. Outcrop 11 and 12

For legend, see fig. 1 (Б), 2.

кие, разноплитчатые (1–2–3 см, 5–6, редко 7–8 и 10 см), слоистые. Слоистость подчеркивается тонкими (доли — 1 мм) слойками ожелезнения (кварц в «железистых рубашках» характерен для лемезинских песчаников). В песчаниках на плоскостях наслоения видны овальные пластинки (1×1 мм, 2×3, 5×7–10 мм и 2×3 см и 3×5 см при толщине 1–3 мм) вишнево-красных аргиллитов слюдистых. В 1760–1860 м по ходу разреза (см. рис. 10) наблюдались почти непрерывные скалы тех же песчаников, иногда содержащих пластинки и прерывистые нитевидные слойки аргиллитов большей частью зеленого цвета. Падение слоистости ЮВ 100°∠40–45° и В 90°∠35–40°. В верхней части слоя песчаники светло-серые, массивные, грубо- и неравномерно наслоенные: 1 м, 5 см, 40 см, 25 см, 1.1 м, 35 см, 6 см, 11 см. На последних 30 см песчаники серые и местами содержат округлые пластинки (1×1, 23–5 мм и 1–2×3 см при толщине от долей — 1 до 3 мм) зеленых аргиллитов. Нижняя граница слоя не обнажена.

Мощность лемезинской подсвиты в приведенном фрагменте разреза на восточном склоне хр. Зильмердак вдоль автотрассы около 150 м.

Бедерышинская подсвита (RF_3zl_4) описана В. И. Козловым в **обнажении 11** (N54°17′ E57°25′) стратиграфически выше лемезинских песчаников (см. рис. 9).

9. Песчаники кварцевые, мелкозернистые, прослоями глинистые, с 1–3 мм слойками буровато-серых алевролитов. Породы неравномерно тонкослоистые от 1–3–10–15 мм до 5–7 см. Падение слоистости В 95°∠32°. В 250 м от **обнажения 11** в гривке высотой 10–15 м наблюдалось неравномерное чередование описанных выше песчаников (преобладают и составляют около 70%) и алевролитов.

В 300 м от **обнажения 11** (в 1930 м по ходу разреза) в гривках наблюдались в неравномерном чередовании песчаники кварцевые, мелкозернистые, зеленовато-серые, алевролиты кварцевые, зеленовато-серые, тонкоплитчатые и аргиллиты зеленовато-серые в тонких прослоях. Местами песчаники кварцевые, светло-серые и серые (лемезинского типа). Падение слоистости В 90°∠35° и ВЮВ 100°∠40°. Нижняя граница слоя не обнажена. Мощность 46 м.

10. Песчаники кварцевые, мелкозернистые, серые, с прослоями (3–5–8 см) темно-серых алевролитов и черных углеродисто-глинистых сланцев. Толщина прослоев последних от долей — 1 мм до 1 см. Нижняя граница слоя не обнажена. Падение слоистости ВЮВ 100°∠45°. Мощность 24 м.

11. Песчаники кварцевые, мелкозернистые, зеленовато-серые, местами желтовато-серые и серые, плотные, разноплитчатые (3–5 см, 5–7 см), с прерывистыми и волнистыми, темно-серыми, углеродисто-глинистыми слойками, чередующиеся с алевролитами того же состава, также содержащими темно-серые, углеродисто-глинистые слойки и прослои (от 2–3 мм до 5–7 мм) черных аргиллитов. Чередование алевролитов и аргиллитов обычно тонкое (1–2 мм). Падение слоистости ЮВ 110°∠40°. Примерно в 370 м от **обнажения 11** (в 2000 м по ходу разреза) количество и мощность углеродисто-глинистых прослоев уменьшается, преобладают серые и желтовато-серые кварцевые алевролиты, содержащие тонкие (от 2–3 мм до 1–2 см) слойки глинистого, а местами и глинисто-карбонатного материала. Нижняя граница слоя не обнажена. Падение слоистости ЮВ 110°∠35–40°. Мощность 21 м.

12. Алевролиты кварцевые, глинистые, серые с зеленовато-голубоватым оттенком прослоями вишнево-красные и голубовато-серые, тонкоплитчатые и аргиллиты того же цвета с редкими прослоями (3–5 см) песчаников кварцевых, мелкозернистых, зеленовато-серых, плотных, крепких. Толщина прослоев песчаников колеблется от 2–3 см, 5–7 до 15–20 см. Иногда на плоскостях наслоения видна мелкая рябь течения. В аргиллитах обнаружены микрофоссилии верхнего рифея [Козлов и др., 1997]. Нижняя граница слоя четкая, резкая и проведена по подошве алевролитов. Падение слоистости ВЮВ 95°∠30°. Мощность 117 м.

13. Алевролиты глинисто-кварцевые, голубовато-серые, прослоями известковистые и переходящие в серые мергели, образующие с алевролитами постепенные переходы и тонкое переслаивание. Нижняя граница слоя не обнажена. Мощность 40 м.

14. Алевролиты кварцевые, глинистые, зеленовато-серые, неравномерно тонкоплитчатые и аргиллиты зеленовато-серые, часто алевритистые с тонкими (1–3 см) прослойками песчаников кварцевых, мелкозернистых, зеленовато-серых. В аргиллитах обнаружены микрофоссилии верхнего рифея [Козлов и др., 1997]. Нижняя граница слоя не обнажена. Падение слоистости ВЮВ 100°∠40°. Мощность 9 м.

15. Доломиты мелкозернистые, темно-серые, плотные, неравномерно плитчатые (от 5–7 см

до 20 см), в верхней части с прослоями серых доломитовых мергелей. Нижняя граница слоя резкая и проведена по подошве доломита. Мощность 6 м.

16. Алевролиты карбонатно-кварцевые, зеленовато-серые, переслаивающиеся с аргиллитами, в которых обнаружены микрофоссилии верхнего рифея [Козлов и др., 1997]. Через 0.7 м преобладают аргиллиты мягкие, тонкоплитчатые, прослоями алевритистые и часто переходящие в алевролиты, с редкими (0.7–1.2 см) прослоями песчаников кварцевых, мелкозернистых, зеленовато-серых. Падение слоистости ЮВ 105°∠20–25°.

В 750 м от **обнажения 11** (в 2370 м по ходу разреза) описанные алевролиты содержат на 1 м частые прослои доломитов серых, глинистых, тонкоплитчатых (1–2 см). В 760 м от **обнажения 11** (в 2380 м по ходу разреза) наблюдалось неравномерное чередование алевролитов кварцевых (толщина прослоев от 2–3 см до 10 и редко 20 см) и доломитовых мергелей (толщина прослоев от 1–2 см до 5–6 и редко 13 см). Породы темно-серые, разноплитчатые (в зависимости от толщины прослоев). Нижняя граница слоя резкая и проведена по подошве доломитов. Падение слоистости ВЮВ 100°∠25°. Мощность 22 м.

Мощность бедерышинской подсвиты в описанном разрезе на восточном склоне хр. Зильмердак составляет 285 м.

Катавская свита (RF_3kt_1)

17. Доломиты мелкозернистые, желтовато-серые, толстоплитчатые, плотные (катавская свита). Нижняя граница слоя четкая, ровная и проведена по подошве доломитов. Мощность 10 м.

18. Известняки светло-серые, местами розовато-коричневые со сплошными постройками столбчатых строматолитов (см. рис 10, **обнажение 12**), совершенно аналогичных таковым восточного крыла Инзерского синклинория. Известняки мелкозернистые, плотные, массивные, неравномерно глинистые. Нижняя граница слоя не обнажена. Падение слоистости ВЮВ 100°∠ 25–30°. Мощность около 60 м.

Наличие переслаивания пород, характерных для бедерышинской подсвиты и карбонатных пород, типичных для катавской свиты, свидетельствует о постепенном переходе между катавской и зильмердакской свитами. Граница проведена по подошве доломитов тонкозернистых, желтовато-серых, известковистых, грубослоистых, массивных (толщина пласта 2 м).

Особенности состава и строения отложений зильмердакской свиты восточного склона хр. Зильмердак отражены на сводной литолого-стратиграфической колонке (рис. 11). Общая мощность свиты в разрезе составляет около 3000 м.

Литолого-петрографические особенности пород

В строении зильмердакской свиты участвуют преимущественно терригенные породы, литолого-петрографическая характеристика которых приведена с использованием материалов петрографического описания шлифов Гениной Л. А. — сотрудника Института геологии УФИЦ РАН.

В *бирьянской подсвите* преобладают *песчаники* аркозовые (кварц — 45–65 и 75%, полевой шпат — 25–45%), субаркозовые (полевой шпат — 15–25%) и полевошпат-кварцевые (кварц — 75–

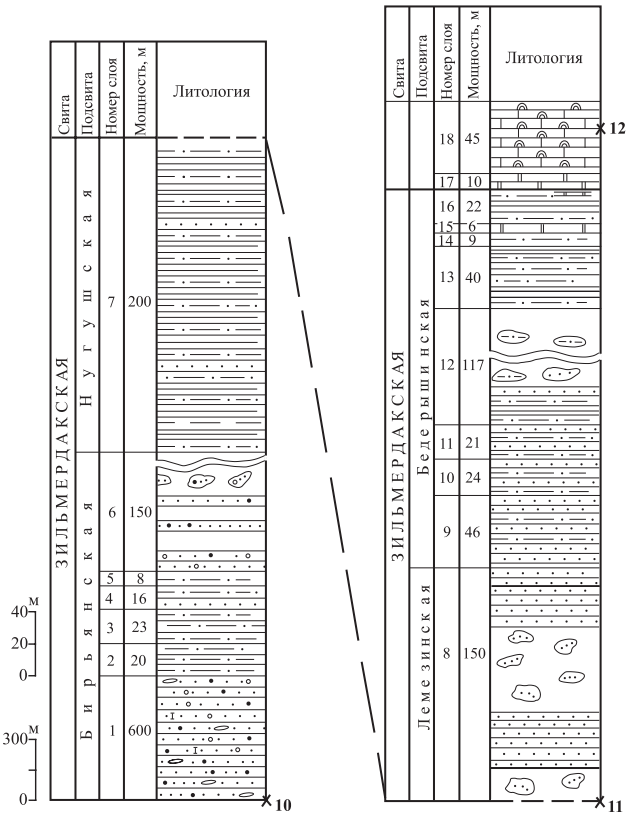

Рис. 11. Сводная литолого-стратиграфическая колонка отложений зильмердакской свиты восточного склона хр. Зильмердак по автотрассе Уфа — Инзер — Белорецк. Обнажения 10–12

Условные обозначения см. рис. 1 (Б), 2.

Fig. 11. Summary lithological and stratigraphic column of the Zilmerdak Formation deposits on the eastern slope of the Zilmerdak ridge along the Ufa — Inzer — Beloretsk highway. Outcrops 10–12

For legend, see fig. 1 (Б), 2.

90% и полевой шпат — 8–15%). В нижней части разреза подсвиты распространены мономинеральные песчаники (кварц — 90–100% и полевой шпат — 5–7%). Полевые шпаты представлены микроклином и ортоклазом (примерно в равных количествах) и меньше плагиоклазом. Калиевые полевые шпаты частично или полностью замещаются глинистыми минералами или (иногда) хлоритом. Плагиоклазы в различной степени серицитизированы, часть зерен переходит в альбит или замещается аутигенным кварцем. В песчаниках присутствуют фрагменты жильных гранитных пород (около 1%), кремней (редкие зерна), листочки и чешуйки мусковита, реже биотита (1–2%), зерна глауконита (от ед. зн. до 1%); в единичных зернах — циркон, турмалин, рутил и сфен лейкоксенизированный, иногда апатит. В отдельных прослоях отмечается значительная примесь гематита (от 2 до 5–10%). Грубозернистые песчаники содержат хорошо окатанную и угловато-окатанную гальку (от 0.5–1 до 2–3 см) кварца, кварцитов, микрокварцитов, кварц-серицитовых, полевошпат-кварцевых (гнейсовидных) и кремнистых пород, кварцито-песчаников. Обломочный материал (от 1–3 до 5, реже 10 см) в маломощных и быстро выклинивающихся прослоях гравелитов и конгломератов угловато-окатанный и угловатый, а по составу аналогичен таковому в грубозернистых разностях песчаников. *Алевролиты* по составу близки песчаниками и образуют с ними постепенные переходы. *Аргиллиты* состоят из тонко- и дисперсно-чешуйчатого агрегата гидрослюд, со значительной примесью железистых минералов, часто алевритистые. *Доломиты* состоят (75–80%) из агрегата плотно прилегающих неправильных или округленно-ромбоэдрических зерен доломита размером от долей до 0.1–0.2 мм.

Одной из характерных особенностей бирьянской подсвиты является наличие в песчаниках тончайших (доли — 1–2 мм, редко в местах раздува до 5–8 мм) слойков («рудных прослоев»), обогащенных мелкими зернами магнетита, ильменита, рутила и циркона с примесью гематита, турмалина и полевого шпата [Чайка, 1960].

Для *нугушской подсвиты* характерно переслаивание кварцевых алевролитов (преобладают) с аргиллитами, присутствуют прослои кварцевых песчаников. *Алевролиты* зеленовато- и желтовато-серые, мелко- и крупнозернистые. Обломочный материал представлен кварцем (45–80%), слюдами (5–36%). В алевролитах присутствуют полевые шпаты (1–10% — микроклин, ортоклаз и плагиоклаз), обломки кремней, лейкоксенизированный титаномагнетит и гематит (1–5%); отмечаются единичные зерна глауконита, циркона, турмалина, барита, апатита, рутила и лейкоксенизированного сфена. Цемент (10–35%, редко 45%) гидрослюдный, гидрослюдисто-хлоритовый, тонко- и дисперсно-чешуйчатого строения, часто с примесью железистого материала, пленочный, пленочно-поровый и базальный. *Аргиллиты* зеленовато- и темно-серой окраски отмечаются в прослоях (от 1–2 мм до 1.5–2, редко 5–15 см) среди алевролитов. В аргиллитах наблюдается микротекстура взмучивания. Для пород нугушской подсвиты характерно наличие волнистой слойчатости, валиков ряби и трещин усыхания на плоскостях напластования.

Лемезинская подсвита сложена *песчаниками* светло-серыми с зеленоватыми, желтоватыми и розовыми оттенками, средне- (5–10 см) и крупнослоистые (15–40 см, редко 1 м). На поверхностях напластования песчаников наблюдаются симметричная волновая рябь и трещины усыхания; отмечается косая слоистость. Обломочный материал представлен кварцем (95–99%), окатанными зернами (2–3%) микроклина, редко ортоклаза и плагиоклаза, и обломками пород (кварцитов, песчаников, глинистых сланцев, кремней, гранитов). Отмечаются единичные зерна циркона, турмалина, рутила и иногда апатита, листочки и чешуйки мусковита и биотита. Для песчаников характерен поровый, базальный и порово-базальный тип цементации с новообразованным кварцево-регенерационным цементом (1–5%). На плоскостях напластования отмечаются плоские пластинки (1–3×1–2 см, толщина 1–3 мм) розового или ярко-зеленого аргиллита. Алевролиты и аргиллиты по составу аналогичные таковым из нугушской подсвиты.

Бедерышинская подсвита сложена алевролитами, аргиллитами, песчаниками и доломитами. *Алевролиты* зеленовато- и темно-серые, розовато- и вишнево-красные, разноплитчатые, тонкослоистые. Слоистость обусловлена градацией обломочного материала или обогащением отдельных слойков глинистым или железистым материалом. Обломочный материал большей частью полуокатанный, реже не окатанный и окатанный, представлен кварцем (75–95%), полевым шпатом (около 5% и 10–15%), слюдистыми минералами (1–2%, редко 10%). Отдельные слойки обогащены микрозернами гематита (около 10–15% породы). Присутствуют глауконит и обломки пород (крем-

ни, обломки с микрографическим и микроаплитовым прорастанием), циркон, турмалин, апатит, рутил, сфен и лейкоксен. Цемент алевролитов (10–45% породы) поровый, контактовый, базальный, реже пленочный, наблюдаются смешанные типы цементации; по составу цемент гидрослюдистый, гидрослюдисто-хлоритовый, реже гидрослюдисто-железистый и железистый. Иногда алевролиты содержат доломит (от 10 до 30–50%) и переходят в алевритистые доломиты или в алевролитах формируется доломитовый цемент. В *аргиллитах,* по составу аналогичных таковым из нугушской подсвиты, присутствуют тонкие слойки (0.5–1, реже 2–3 мм) углеродистого материала, а также окислов и гидроокислов железа. *Песчаники* серые, зеленовато- и темно-серые, разнозернистые. Обломочный материал окатанный, полуокатанный, овальной или сглаженно-угловатой формы и представлен кварцем (85–99%), полевым шпатом (от ед. зн. до 10–15%), единичными листочками и чешуйками мусковита и биотита, и обломками пород (около 1% — гранитами, кварцевыми песчаниками и кремнями); акцессорные минералы по составу близки описанным в алевролитах. Цемент (от 5–15% до 25% породы) по составу гидрослюдистый, гидрослюдисто-хлоритовый, хлоритовый, железистый, гидрослюдисто-железистый, отмечаются песчаники с доломитовым цементом (5–35% породы) и переходные разности к песчаным доломитам. Для песчаников характерны поровый, контактово-поровый, базальный, крустификационный и коррозионный типы цементации. *Доломиты* тонко- и мелкозернистые, реже оолитовые, темно-серые, серые и буровато-серые, тонкослоистые. Зерна доломита (размерность от 0.05 до 0.1 мм, редко 0.2–0.4 мм) округлой, изометричной и реже ромбоэдрической формы.

Заключение

Отложения зильмердакской свиты в широтном пересечении хр. Зильмердак автотрассой Уфа — Инзер — Белорецк представлены разнозернистыми аркозовыми, полевошпат-кварцевыми и реже кварцевыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами, присутствуют линзы и маломощные прослои гравелитов, конгломератов и карбонатных пород. Мощность отложений в изученном разрезе максимальная (3000 м), а практически непрерывный характер вскрытых в дорожных карьерах пород свиты позволяет получить наиболее полное представление о её составе и строении и использовать разрез в качестве эталонного при стратиграфических построениях.

На хр. Зильмердак соотношение с подстилающими образованиями зильмердакской свиты нарушено Зильмердакским надвигом, по линии которого песчаники бирьянской подсвиты надвинуты на карбонатные породы верхнего девона. Вскрытая часть бирьянской подсвиты в этом разрезе имеет самую большую мощность (2360 м), ранее максимальная (2200 м) мощность была определена на г. Бахмур [Олли, 1948].

Представление [Кузнецов, Романюк, 2022] об ошибочности отнесения бирьянской подсвиты к низам верхнего рифея и необходимости изменения её стратиграфического положения: отнесение к ашинской серии венда, не согласуется с данными многих исследователей [Горяинова и др., 1931; Горяинова и Фалькова, 1933; Олли, 1948; Козлов, 1982].

Во-первых, наличие постепенных переходов между подсвитами зильмердакской свиты. В том числе, для бирьянской подсвиты наблюдается постепенный переход как с перекрывающей нугушской подсвитой, так и с подстилающей авзянской свитой (тюльменская переходная толща авзянской свиты среднего рифея) [Козлов, 1982].

Во-вторых, по мощности бирьянская подсвита (2360 м) практически соизмерима с мощностью (2500 м) отложений всей ашинской серии (см. рис. 1Б), а по литологическому составу аркозы бирьянской подсвиты могут быть соотнесены только с аркозами урюкской свиты ашинской серии. Но мощности бирьянских (2360 м) и урюкских (300 м) отложений несопоставимы. Допустить сдвоенность разреза бирьянской подсвиты хр. Зильмердак не позволяет характер залегания пород.

Отложения бирьянской подсвиты зильмердакской свиты верхнего рифея и ашинской серии венда различаются и особенностью состава акцессорных минералов. В частности, породы ашинской серии венда характеризуются значительным распространением гранатов [Сергеева, 2014], которые в рифейских толщах, включая зильмердакскую свиту, встречаются крайне редко.

Таким образом, по геологическим, литолого-стратиграфическим и минералогическим данным нет оснований для пересмотра стратиграфического положения бирьянской подсвиты зильмердакской свиты.

Список литературы

Вейс А. Ф., Козлов В. И., Сергеева Н. Д., Воробьева Н. Г. Микрофоссилии типового разреза верхнего рифея (каратавская серия Южного Урала) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2003. Т. 11. №6. С. 20–45.

Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200000. Лист N-40-XVI (серия Южно-Уральская). Автор Г. В. Яковлев, редактор А. И. Иванов. Геосгеолтехиздат Министерства геологии и охраны недр СССР, 1961.

Геологическая карта Российской Федерации и сопредельной территории Республики Казахстан. Масштаб 1:1000000 (новая серия). Лист N-40 (41) — Уфа (ответственный редактор и один из авторов Козлов В. И.). СПб: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2002.

Горохов И. М., Зайцева Т. С., Кузнецов А. Б., Овчинникова Г. В., Аракелянц М. М., Ковач В. П., Константинова Г. В., Турченко Т. Л., Васильева И. М. Изотопная систематика и возраст аутигенных минералов в аргиллитах инзерской свиты Южного Урала // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2019. Т. 27. №2. С. 3–30.

Горяинова О. П., Дорофеев Н. В., Наливкин Д. В., Наливкин Д. В., Петров А. М., Рябинин В. Н., Фалькова Э. А. Стратиграфия древних «немых» толщ западного склона Южного Урала // Известия ВГРО. 1931. Т. 52. Вып. 70. С. 75–88.

Горяинова О. П., Фалькова Э. А. Отчет о геологических исследованиях в бассейне рр. Большой Инзер и Зилим // Труды ВГРО. 1933. Вып. 272. 36 с.

Козлов В. И. Верхний рифей и венд Южного Урала. М.: Наука, 1982. 128 с.

Козлов В. И., Сергеева Н. Д., Ларионов Н. Н., Генина Л. А., Михайлов П. Н. Верхний докембрий Южного Урала и сопредельных районов востока Русской плиты // Рифей Северной Евразии. Геология. Общие проблемы стратиграфии. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. С. 85–93.

Кузнецов Н. Б., Романюк Т. В. Arumberia banksi и «ашинское» распределение возрастов циркона в песчаниках «бирьянской подсвиты» зильмердакской свиты сводного типового разреза верхнего рифея Башкирского поднятия — указание на поздневендский возраст «бирьянской подсвиты» и её принадлежность ашинской серии // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса: от океана к континенту. XX конференция (18–21 октября 2022 г., ИЗК СО РАН, г. Иркутск). 2022. Вып. 20. С. 155–157.

Маслов А. В., Ерохин Е. В., Гердес А. (A. Gerdes), Ронкин Ю. Л., Иванов К. С. Первые результаты U-Pb LA-ICP-MS-изотопного датирования обломочных цирконов из аркозовых песчаников бирьянской подсвиты зильмердакской свиты верхнего рифея (Южный Урал) // ДАН. 2018. Т. 482. №5. С. 558–561.

Олли А. И. Древние отложения западного склона Урала. Саратов: СГУ, 1948. 414 с.

Рязанцев А. В., Разумовский А. А., Новиков И. А., Куртукова А. И., Каныгина Н. А., Яшунский Ю. В., Дубенский А. С., Шешуков В. С. Возраст вулканических туфов в разрезах басинской и зиганской свит ашинской серии венда (эдиакария) на Южном Урале: результаты U — Th — Pb (SIMS и LA — ICP — MS) датирования акцессорного циркона // ДАН. 2023. Т. 508. №1. С. 68–78. DOI:10.31857/S2686739722602149

Рязанцев А. В., Разумовский А. А., Новиков И. А., Куртукова А. И., Яшунский Ю. В. Вулканические туфы в разрезах ашинской серии венда (эдиакария) на Южном Урале и их возраст: результаты U-Th-Pb (SIMS) датирования акцессорного циркона. Возраст и корреляция магматических, метаморфических, осадочных и рудообразующих процессов. VIII Росс. конф. по изотопной геохронологии. 2022. С. 125–126.

Сергеева Н. Д. Минералогические особенности отложений венда Южного Урала // Труды Южно-Уральского государственного природного заповедника. 2014. С. 161–176.

Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург: Межвед. Стратигр. Комитет России, 1993. 151 схема.

Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология / Отв. ред. Б. М. Келлер, Н. М. Чумаков. М.: Наука, 1983. 184 с.

Чайка В. М. Докембрийские титано-циркониевые россыпи Рифейского поднятия и Уралтау: закономерности размещения полезных ископаемых. М: Госгеолтехиздат, 1960. Т. 4. С. 135–141.

Янкаускас Т. В. Микрофоссилии рифея Южного Урала // Стратотип рифея: Палеонтология и палеомагнетизм. Научное издание. М.: Наука, 1982. С. 84–120.

Kuznetsov A. B., Bekker A., Ovchinnikova G. V., Gorokhov I. M., Vasilyeva I. M. Unradiogenic strontium and moderate-amplitude carbon isotope variations in early Tonian seawater after the assembly of Rodinia and before the Bitter Springs Excursion // Precambrian Research. 2017. V. 298. P. 157–173. https://doi.org/10.1016/j. precamres. 2017.06.011

References

Veis A. F., Kozlov V. I., Sergeeva N. D., Vorobeva N. G. (2003) Microfossils from the Upper Riphean type section (the Karatau Group of southern Urals). Stratigraphy. Geological correlation. **11** (6), 20–45. (in Russian).

Geological map of the USSR. Scale 1:200,000. Sheet N-40-XVI (South Ural series). Author G. V. Yakovlev, editor A. I. Ivanov. Geosgeoltekhizdat of the USSR Ministry of Geology and Subsoil Protection, 1961.

Geological map of the Russian Federation and the adjacent territory of the Republic of Kazakhstan. Scale 1:1,000,000 (new series). Sheet N-40 (41) — Ufa (responsible editor and one of the authors is V. I. Kozlov). St. Petersburg: Publishing House of the St. Petersburg Map Factory of VSEGEI, 2002.

Gorohov I. M., Zaitseva T. S., Kuznetsov A. B., Ovchinnikova G. V., Arakelyants M. M., Kovach V. P., Konstantinova G. V., Turchenko T. L., Vasil'eva I. M. (2019) Isotope systematics and age of authigenic minerals in mudstones of the Inzer Formation of the Southern Urals. Stratigraphy. Geological correlation. **27** (2), 3–30. (In Russian).

Goryainova O. P., Dorofeev N. V., Nalivkin D. V., Petrov A. M., Ryabinin V. N., Falkova E. A. (1931) Stratigraphy

of ancient “mute” strata of the western slope of the Southern Urals. Izv. VGR. **52** (70), 75–88. (In Russian).

Goryainova O. P., Falkova E. A. (1933) Report on geological studies in the basin of the PP. Big Inzer and Zilim. Tr. VGR. 272, 36 p. (In Russian).

Kozlov V. I. (1982) The Upper Riphean and the Vendian of the Southern Urals. Moscow: Nauka Publ. 128 p. (In Russian).

Kozlov V. I., Sergeeva N. D., Larionov N. N. Genina L. A., Mikhailov P. N. (1997) Upper Precambrian of the Southern Urals and adjacent regions of the east of the Russian Plate. Riphean of Northern Eurasia. Geology. General problems of stratigraphy. Yekaterinburg: Ural Branch of RAS. P. 85–93. (In Russian).

Kuznetsov N. B., Romanyuk T. V. (2022) Arumberia banksi and the Asha age distribution of zircon in the sandstones of the Biryan sub-formation of the Zilmerdak formation of the consolidated type section of the Upper Riphean of the Bashkir Uplift — an indication of the Late Vendian age of the Biryan sub-formation and its affiliation to the Asha series. Geodynamic Evolution of the Lithosphere of the Central Asian Mobile Belt: From Ocean to Continent. XX Conference (October 18–21, 2022, IRC SB RAS, Irkutsk). **20**, 155–157. (In Russian).

Maslov A. V., Erokhin E. V., Gerdes A. (A. Gerdes), Ronkin Yu. L., Ivanov K. S. (2018) The first results of U-Pb LA-ICP-MS isotope dating of clastic zircons from arkose sandstones of the Biryan sub-formation of the Zilmerdak formation of the Upper Riphean (Southern Urals). DAN. **482** (5), 558–561. (In Russian).

Olli A. I. (1948) Ancient deposits of the western slope of the Urals. Saratov: SSU. 414 p. (In Russian).

Ryazantsev A. V., Razumovsky A. A., Novikov I. A., Kurtukova A. I., Kanygina N. A., Yashunsky Yu. V., Dubensky A. S., Sheshukov V. S. (2023) Age of volcanic tuffs in sections of the Basa and Zigan Formations of the Asha Group of the Vendian (Ediacaran) in the Southern Urals: results of U — Th — Pb (SIMS and LA — ICP — MS) dating of accessory zircon. DAN. **508** (1), 68–78. DOI:10.31857/S2686739722602149 (In Russian).

Ryazantsev A. V., Razumovsky A. A., Novikov I. A., Kurtukova A. I., Yashunsky Yu. V. (2022) Volcanic Tuffs in the Sections of the Asha Group of the Vendian (Ediacarian) in the Southern Urals and Their Age: Results of U-Th-Pb (SIMS) dating of accessory zircon. Age and correlation of magmatic, metamorphic, sedimentary, and ore-forming processes. VIII Russian conference on isotopic geochronology. 125–126. (In Russian).

Sergeeva N. D. (2014) Mineralogical features of the Vendian deposits of the Southern Urals. Proceedings of the South Ural State Nature Reserve. 161–176. (In Russian).

Stratigraphic charts of Urals (Pre-Cambrian, Paleozoic) (1993) Ekaterinburg: Interagency Stratigr. Committee of Russia. 151 schemes (in Russian).

The stratotype of the Riphean. Stratigraphy. Geochronology (1983). Moscow: Nauka Publ. 184 p. (In Russian).

Chaika V. M. (1960) Precambrian titanium-zirconium placers of the Riphean uplift and Uraltau: patterns of mineral distribution. Moscow: Gosgeoltekhizdat. 4, 135–141. (in Russian).

Yankauskas T. V. (1982) Microfossils of the Riphean of the Southern Urals. The Riphean stratotype: Paleontology and paleomagnetism. Moscow: Nauka Publ. 84–120. (In Russian).

Kuznetsov A. B., Bekker A., Ovchinnikova G. V., Gorokhov I. M., Vasil’eva I. M. (2017) Unradiogenic strontium and moderate-amplitude carbon isotope variations in early Tonian seawater after the assembly of Rodinia and before the Bitter Springs Excursion. Precambrian Research, **298**, 157–173. https://doi.org/10.1016/j. precamres. 2017.06.011

Сведения об авторах:

Сергеева Нина Дмитриевна, канд. геол.-минерал. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа, Россия, riphey@ufaras ru

Дьякова Светлана Андреевна, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа, Россия, Solodova.IG@yandex.ru

Михненко Май Михайловна, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа, Россия, Институт природы и человека Уфимский университет науки и технологий (ИПЧ УУНиТ), г. Уфа, Россия, dartina21@bk.ru

About the authors:

Sergeeva Nina Dmitrievna, candidate of geological and mineralogical sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia, riphey@ufaras.ru

Dyakova Svetlana Andreevna, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia, Solodova.IG@yandex.ru

Mikhnenko May Mikhailovna, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia, Institute of Nature and Man, Ufa University of Science and Technology (INM UUST), Ufa, Russia, dartina21@bk.ru

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
The authors contributed equally to this article.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 04.08.2025; одобрена после рецензирования 04.09.2025; принята к публикации 15.10.2025

The article was submitted 04.08.2025; approved after reviewing 04.09.2025; accepted for publication 15.10.2025