

ФРАНСКИЕ ГРАУВАККИ ХУДОЛАЗОВСКОЙ МУЛЬДЫ. СООБЩЕНИЕ 1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ

© 2019 г. А. М. Фазлиахметов

Реферат. Впервые проведено описание разреза франских отложений на широте озера Ялангаскуль, где их мощность максимальна для Южного Урала — около 2500 м. Разрез сложен граувакками и кремнями верхней части улутауской свиты, мукасовской свиты и нижней подсвиты биягодинской свиты.

Мощность слоев кремней, граувакк и их количественное соотношение меняются по разрезу и по простиранию. Это обуславливает линзовидное строение франской последовательности. Наиболее явно это видно в нижней подсвите биягодинской свиты. В ней выделено три линзы: ялангасская, идяш-кускаровская и худолазовская. Их размер и состав обломочного материала отличаются. Ялангасская линза сложена кластикой вулканитов кислого состава. Ее мощность — 350 м, протяженность — около 30 км. Идяш-кускаровская линза мощностью 150 м сложена обломочным материалом вулканитов разного состава. Худолазовская линза имеет мощность 1500 м и протяженность более 30 км. Слагающие ее граувакки состоят из зерен кварца, плагиоклаза, обломков магматических, метаморфических и осадочных пород.

Выделенные линзы являются морфологическим выражением глубоководных конусов выноса. Первые две — сравнительно небольших. Худолазовская линза является сечением крупного конуса выноса, состоящего из нескольких лопастей.

Формирование худолазовской линзы коррелируется с глобальным событием «Upper Kellwasser».

Ключевые слова: улутауская свита, мукасовская свита, биягодинская свита, граувакки, турбидит, глубоководный конус выноса, верхний девон, франский ярус, глобальное событие, Upper Kellwasser, Южный Урал

FRASNIAN GREYWACKES OF THE KHUDOLAZ SYNCLINE. MESSAGE 1. BRIEF DESCRIPTION OF DEPOSITS

© 2019 A. M. Fazliakhmetov

Abstract. The first description of the Frasnian deposits at the Lake Yalangaskul region is given. Their thickness is maximal for the Southern Urals (about 2500 m). The section is composed of greywackes and cherts of the upper part of the Ulutau formation, the Mukasevo formation and the lower part of the Biyagoda formation.

The thickness of cherts and greywackes, and their quantitative ratio vary. This leads to the lenticular structure of the Frasnian deposits. This is most clearly seen in the lower level of the Biyagoda formation. Three lenses are distinguished in it: Yalargas, Idyash-Kuskarovo and Khudolaz. Their size and composition of clastic material differ. The Yalargas lens is composed of an acidic volcanic clastic. Its thickness is 350 m, length is about 30 km. The 150 m-thick Idyash-Kuskarovo lens is composed of volcanic clastic material of different composition. The Khudolaz lens has a thickness of 1500 m and a length of more than 30 km. Khudolaz lens greywackes are composed of quartz, plagioclase, fragments of magmatic, metamorphic and sedimentary rocks.

Lenses are cross sections of deep-water fans. The first two are relatively small. The Khudolaz lens is a cross section of a large fan cone consisting of several blades.

The formation of a Khudolaz lentil is correlated with the global Upper Kellwasser event.

Key words: the Ulutau formation, the Mukasevo formation, Biyagoda formation, greywacke, turbidite, deep-water fan, the Upper Devonian, the Frasnian, global event, Upper Kellwasser, South Urals

Для цитирования: Фазлиахметов А.М. Франские граувакки Худолазовской мульды. Сообщение 1. Краткая характеристика отложений // Геологический вестник. 2020. № 2. С. 3–23. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2020-2-1>.

For citation: Fazliakhmetov A.M. Frasnian greywackes of the Khudolaz syncline. Message 1. Brief description of deposits // Geologicheskii vestnik. 2020. No.2. P. 3–23. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2020-2-1>.

Введение

Франские отложения в Западно-Магнитогорской зоне Южного Урала изучаются уже на протяжении нескольких десятилетий. За это время собран и проинтерпретирован представительный фактический материал по их биостратиграфии, петрографии, геохимии и палеогеографии [Смирнов и др., 1974; Аржавитина, 1976, 1978; Маслов, 1980; Маслов и др., 1999; Мизенс, 2002, 2009; Мизенс, Свяжина, 2007; Маслов, Артюшкова, 2010].

Особенный интерес вызывают результаты биостратиграфических исследований [Маслов и др., 1999; Маслов, Артюшкова, 2010; Артюшкова, 2014], позволившие сопоставить удаленные друг от друга разрезы, увязать их с Международной стратиграфической шкалой и выявить весьма контрастные фациальные изменения одновозрастных интервалов. Ярким тому примером служат два разреза. Первый расположен в окрестностях города Сибай, у д. Мукасево-1 (рис. 1, 2). Он имеет мощность всего около 100 м и сложен в равных соотношениях кремневыми и обломочными породами. Второй, находящийся в 60 км к северу, у д. Идяш-Кускарово, сложен в основном кластолитами, а мощность его превышает 1100 м.

Экспедиционные работы 2014–2016 годов имели цель проследить изменения от одного разреза к другому, но привели к неожиданному результату. Непосредственно между двумя упомянутыми разрезами, у оз. Ялангаскуль, явно выделяется третий. Его строение существенно отличается, а мощность

превышает 2500 м. Это обстоятельство послужило поводом для комплексного изучения франских отложений западного крыла Худолазовской мульды, включающего маршрутные описания, поиск отпечатков конодонтов, анализ аэро- и космоснимков, петрографическую характеристику и литохимическое опробование граувакк.

В данном сообщении представлена характеристика разреза и особенности залегания разных интервалов разреза франских отложений на западном крыле Худолазовской мульды.

Краткая геологическая характеристика района работ

Худолазовская мульда (Кизило-Худолазовская синклиналь) является крупным структурным элементом в центральной части Западно-Магнитогорской зоны Южного Урала. Ее геологическое строение изучалось при геологосъемочных и научно-исследовательских работах [Кривоносов и др., 1960 г.; Салихов, Пшеничный, 1984; Цабадзе и др., 1984 г.; Павлов и др., 1988 г.; Серавкин и др., 2001; Знаменский, 2009]. Она имеет субмеридиональное простирание и размеры около 40×15 км. В обрамлении мульды располагаются брахиантиклинальные структуры (Карамалыташская, Сибайская, Бакр-Узякская, Юлдашевская), ядра которых сложены вулканитами карамалыташской свиты. Западное крыло Худолазовской мульды представляет собой протяженную меридионально-ориентированную моноклираль восточного падения с непрерывной



Рис. 1. Расположение района работ

Fig. 1. Location of the work area

последовательностью средне- и верхнедевонских отложений. С запада на восток, от периферии мульды к ее центральной части сменяют друг друга отложения ирендыкской, ярлыкаповской, улутауской, мукасовской, биягодинской и зилаирской свит.

Первый из ранее упомянутых разрезов франкских отложений расположен на юге, на восточном крыле Карамалыташской брахиантиклинали в непосредственной близости от ее сочленения с Худолазовской мульдой, в окрестностях д. Мукасево-1,

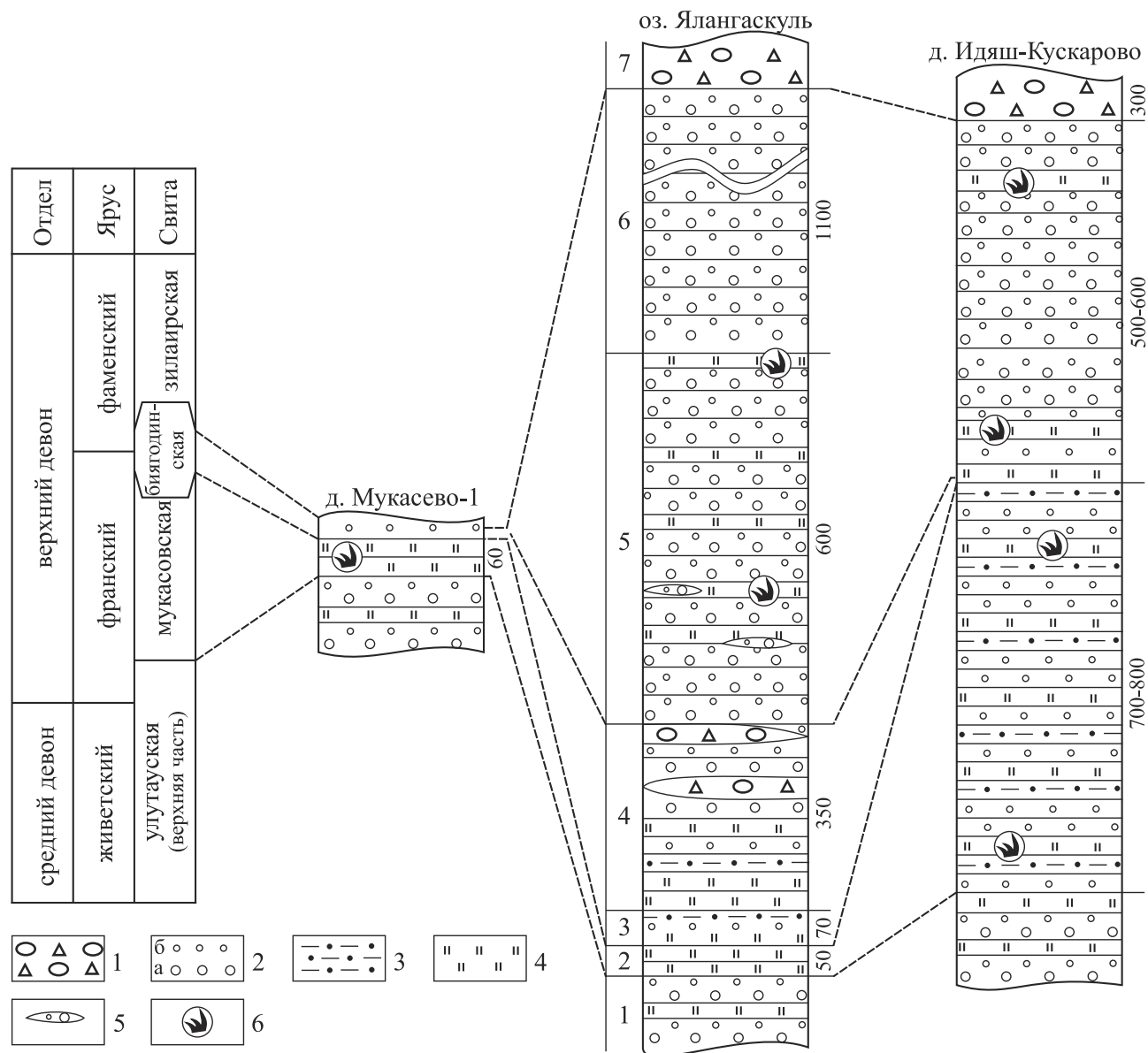


Рис. 2. Корреляция разрезов франкских отложений. Колонки по разрезам у д. Мукасево-1 и Идяш-Кускарово построены с использованием материалов [Маслов, Артюшкова, 2010]

Условные обозначения: 1 — псефитолиты; 2 — песчаники крупно- и грубозернистые (а) и песчаники тонко-, мелко- и среднезернистые (б); 3 — алевролиты и аргиллиты; 4 — кремни; 5 — линзы кислых вулканокластических граувакк; 6 — находки конодонтов в разрезах у д.д. Мукасево-1 и Идяш-Кускарово по [Маслов, Артюшкова, 2010], в разрезе у оз. Ялангаскуль — неопубликованные данные О.В. Артюшковой.

Fig. 2. Correlation chart of the Frasnian deposits. Columns of Mukasevo-1 and Idyash-Kuskarovo sections made using [Maslov, Artyushkova, 2010]

Legend: 1 — psephites; 2 — coarse-grained sandstones (a), fine- and medium-grained sandstones (b); 3 — siltstones and argillites; 4 — cherts; 5 — lenses of acidic volcanoclastic greywackes; 6 — finds of conodonts near Mukasevo-1 and Idyash-Kuskarovo villages by [Maslov, Artyushkova, 2010]. Finds of conodonts near Lake Yalngaskul is unpublished data of O.V. Artyushkova.

что в 10 км к северу от г. Сибай (см. рис. 1). Франские отложения имеют здесь мощность немногим более 100 м и сложены как кремнистыми, так и обломочными породами [Маслов и др., 1999; Мизенс, 2002; Мизенс, Клещенок, 2005; Маслов, Артюшкова, 2010].

Второй разрез находится в 60 км к северу от первого, на севере Худолазовской мульды, в 10 км к югу от с. Аскароро, на широте д. Идяш-Кускарово (см. рис. 1). В этом пересечении мощность франских отложений превышает 1100 м. Они главным образом представлены обломочными породами различного гранулометрического и минералого-петрографического состава [Маслов и др., 1999; Артюшкова, 2014].

Третий, ранее практически не охарактеризованный разрез, расположен на широте оз. Ялангаскуль (рис. 1–3), в 50 км к юго-западу от города Магнитогорск, на юге Абзелиловского и севере Баймакского районов Республики Башкортостан, в 4–8 км к западу от д. Халилово, непосредственно к югу от руч. Дарывды. Ниже впервые приведена детальная характеристика данного разреза, смежных

разрезов франских отложений и геологическая схема области распространения франских отложений на западном крыле Худолазовской мульды (рис. 4).

Описание разреза

Начало разреза находится в подножии западного склона вершины 495.6, в 1.5 км к северо-западу от оз. Ялангаскуль (см. рис. 1, 3, 4). Разрез наращается в восточном направлении.

Интервал 1

После задренованного участка, соответствующего средней части улутауской свиты, следуют граувакки полевошпатовые и кварцево-полевошпатовые, собственно граувакки, кремнистые алевролиты и кремни верхней части улутауской свиты. Видимая мощность интервала 200–250 м.

Граувакки от мелко- до грубозернистых, иногда с примесью дресвяных и щебневых обломков. Цвет неизменных пород светло-серый. В большинстве случаев присутствует зеленый оттенок, обусловлен-



Рис. 3. Озеро Ялангаскуль и его окрестности

Внизу слева космоснимок из Google Earth. Красными точками показано расположение обнажения, изображенного на рис. 12; синими точками — места находок конодонтов. Пунктиром на космоснимке показаны границы интервалов разреза.

Fig. 3. Lake Yalangaskul and its surroundings

A space image from Google Earth is in the left lower corner. Red points indicate the location of the outcrop shown in fig. 12; blue points are sites of conodonts. The dotted lines in the space image show the boundaries of section intervals.

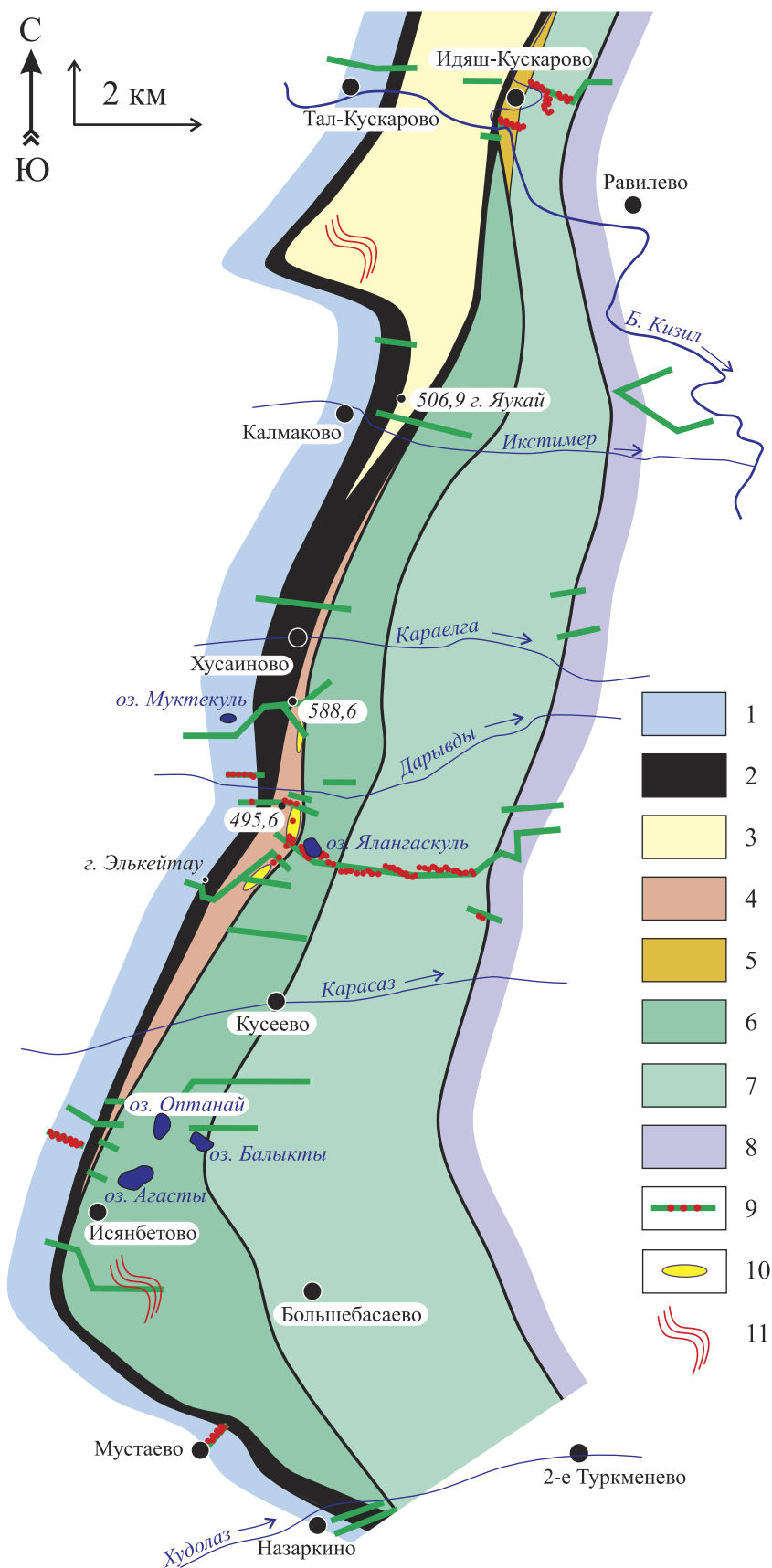
ный развитием вторичных минералов. Обломки пород представлены плагиоклазовыми порфиритами и кварцевыми порфирами. Редко встречаются эпидотизированные вулканиты с интерсертальной структурой и единичные зерна поликристаллического кварца (кварциты?). Характерна градационная сортировка. Мощность отдельных слоев колеблется от 0.4 до 1.3 м.

Рис. 4. Схематическая геологическая карта западного крыла Худолазовской синклинали

Условные обозначения: 1 — улутауская свита (интервал 1); 2–3 — мукасовская свита, представленная преимущественно кремнями (2) и тонкообломочными породами (3) (интервалы 2–3); 4–7 — нижняя подсвита бягодинской свиты: 4 — интервал 4 (ялангасская линза), 5 — песчаники нижней части разреза у д. Идыш-Кускарово (идыш-кускарская линза), 6 — интервал 5 разреза на широте оз. Ялангаскуль, 7 — песчаники верхней части разреза у д. Идыш-Кускарово и интервал 6 разреза на широте оз. Ялангаскуль; 8 — интервал 7 — верхняя подсвита бягодинской свиты (Биягодинский олистостром); 9 — абрисы маршрутов (зеленые линии) и пункты геохимического опробования (красные точки); 10 — области распространения складок (внемасштабный знак); 11 — линзы псефитолитов в верхней части интервала 4. Масштабы по широте и по меридиану разные, см. графический масштаб вверху слева.

Fig. 4. Schematic geological map of the western limb of the Khudolaz syncline

Legend: 1 — the Ulutau Formation (interval 1); 2–3 — the Mukasevo Formation, consisted mainly of cherts (2) and fin-grained clastic rocks (3) (intervals 2–3); 4–7 — the lower member of the Bijagoda Formation: 4 — interval 4 — Yalanga lentic, 5 — sandstones of the lower part of the section near the Idyash-Kuskarovo village (Idyash-Kuskarovo lentic), 6 — interval 5 of section near Lake Yalangaskul, 7 — sandstones of the upper part of the section near the Idyash-Kuskarovo village and interval 6 of section near Lake Yalangaskul; 8 — the upper member of Bijagoda Formation — Bijagoda olistostrom (interval 7); 9 — track outlines (green lines) and geochemical sampling points (red points); 10 — fold areas (non-scale mark); 11 — lenses of psephitoliths in the upper part of interval 4. Latitude and meridian scales are different, see the graphic scale at the top left.



В переслаивании с граувакками находятся кремни. В зависимости от примеси цвет их зеленовато-серый, темно-серый, черный или светло-зеленый. Кремни группируются в слоистые пачки мощностью от нескольких сантиметров до 6 м. Толщина отдельных, отличающихся цветом слоев варьирует от миллиметра до нескольких сантиметров.

К югу от оз. Ялангаскуль отложения первого интервала не испытывают видимых изменений. Можно лишь отметить, что в некоторых пачках слоистых черных и серых кремней наблюдаются оползневые структуры. Наиболее часто они встречаются в разрезе у д. Назаркино (рис. 5).

По простиранию на север данный интервал не прослежен. На широте д. Тал-Кускарово он, по всей видимости, имеет меньшую мощность, а песчаники представлены более тонкими разностями — не грубее крупнозернистых.

Интервал 2

Кремни и кремнисто-глинистые сланцы черные и темно-серые тонкослоистые, алевролиты кремнистые коричнево-бежевые выветрелые, относящиеся, вероятно, к мукасовской свите. В некоторых прослоях по трещинам развиты корочки выветривания бледно-красного, оранжевого и желтого цвета.

Изредка среди кремней и сланцев встречаются единичные прослои смешанных обломочных пород. Их мощность составляет 0.7–1.0 м. Сложены они обломками разных гранулометрических классов (алевроитовые, псаммитовые, псефитовые), не достигающих по своему содержанию 50%. Самыми крупными обломками, содержание которых превышает 10%, являются гравийные и щебневые.

Подобные породы в соответствии с [Систематика..., 1998] определяются как гравийно-щебневые микститы. Обломочный материал представлен кварцем, полевым шпатом, кальцитом, микрокристаллическими известняками, вулканитами кислого состава. Карбонатные обломки обычно выщелочены, что придает образцам и обнажениям характерный ноздреватый вид, позволяющий уверенно опознавать их при маршрутных наблюдениях (рис. 6).

Мощность 50 м.

Интервал 3

Задренованный интервал. Лишь в одной заповушке встречены сильно выветрелые породы, являющиеся, по всей видимости, полевошпатовыми граувакками. Мощность 70 м.

Вероятно, этот интервал сложен в основном кремнями и/или алевро-аргиллитовыми породами. В пересечениях к югу и к северу от оз. Ялангаскуль никаких других пород не встречено. Исключением являются полевошпатовые граувакки мощностью 2.5 м, обнаженные в 10 км к югу от оз. Ялангаскуль, в 1 км к северо-западу от оз. Агасты (точка 16–25, N 52° 56' 35.44", E 58° 22' 36.19"). По петрографическим характеристикам они близки к песчаникам верхней части улутауской свиты (интервал 1), но их отличает положение в разрезе и присутствие единичных обломков аргиллитов и алевролитов. Эти обломки существенно отличаются от прочих своими размерами. В одном из образцов крупнозернистых полевошпатовых граувакк они имеют размеры по короткой оси от 2.5 до 5.0 мм, а по длинной — до 2 см. Контуры их неровные из-за вдавливания окружающих зерен. По всей видимости, присутствие обломков аргиллитов и алевролитов

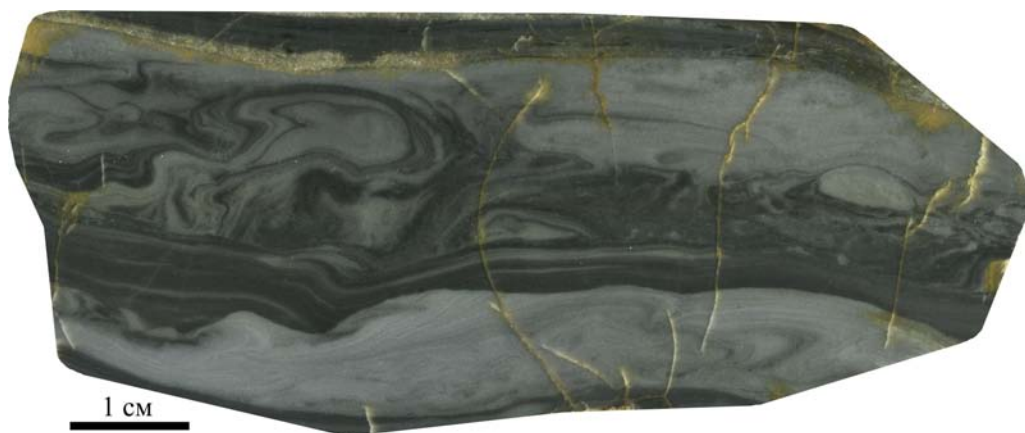


Рис. 5. Оползневые текстуры в кремнистых породах верхней части улутауской свиты у д. Назаркино
Fig. 5. Landslide structures in cherts of the upper member of the Ulutau Formation at the Nazarkino village



Рис. 6. Микститы гравийно-щебневые из интервала 2

Fig. 6. The mudstones with gross-sandy admixture from interval 2

обусловлено размывом нелитифицированных донных осадков гравитационными потоками.

На широте д. Тал-Кускарово на уровне интервалов 2 и 3, т. е. выше полевошпатовых граувакк улутауской свиты, обнажена толща кремней, кремнисто-глинистых пород и алевролитов с редкими прослоями песчаников от тонко- до крупнозернис-

тых. Ее мощность 700 м [Маслов, Артюшкова, 2010], но рассматривается она как условная ввиду плохой обнаженности и наличия складчатых и разрывных дислокаций. Мощность отдельных слоев 1–10 см, чаще 3–5 см. Иногда на поверхностях напластования наблюдаются многочисленные скопления растительных остатков (рис. 7).

Характерной особенностью пород является плитчатая отдельность по напластованию и присутствие светло-серых алевролитов. Аналогичные породы известны в отложениях мукасовской свиты в районе д.д. Мукасево-1, Салаватово и установлены ниже пород интервала 4 в 800 м восточнее д. Калмаково (между д. Идяш-Кускарово и оз. Ялангаскуль), на юго-восточном склоне южного отрога горы Яукай с вершиной 506.9.

Интервал 4

Кислые вулканокластические граувакки, микститы, кремни, ранее описанные в публикациях [Фазлиахметов и др., 2016]. Мощность 350 м.

В нижней части интервала залегают черные кремни (40 м). Вверх по разрезу среди них появляются прослой алевролитов, мелко- и тонкозернистых песчаников с рябью течения и с градационной сортировкой (рис. 8). Мощность их от первых миллиметров до 3 см. Выше мощность прослоев песчаников постепенно увеличивается до 0.3–0.7 м,



Рис. 7. Растительные остатки в песчаниках интервалов 2–3 в районе д. Тал-Кускарово

Fig. 7. Plant fossils in the sandstones of intervals 2–3 in the area of the Tal-Kuskarovo village

они становятся крупно- и грубозернистыми, часто с примесью псефитовых обломков. Цвет кремней меняется с черного на серый и светло-серый (рис. 9). Образующие ими слои уменьшаются в мощности до 5–30 мм и встречаются все реже. Приблизительно в 300-х метрах по мощности от первого появления

песчаников залегает несколько (от 5 до 8 в разных пересечениях) линзовидных горизонтов щебнево-древянных микститов мощностью 0.5–1.7 м (рис. 10). В них присутствуют редкие глыбы слоистых кремней, не отличимых от тех, что переслаиваются с кластолитами.



Рис. 8. Переслаивание тонкозернистых песчаников, алевролитов и черных кремней из нижней части интервала 4
Fig. 8. Intercalation of fine-grained sandstones, siltstones and black cherts from the bottom of interval 4

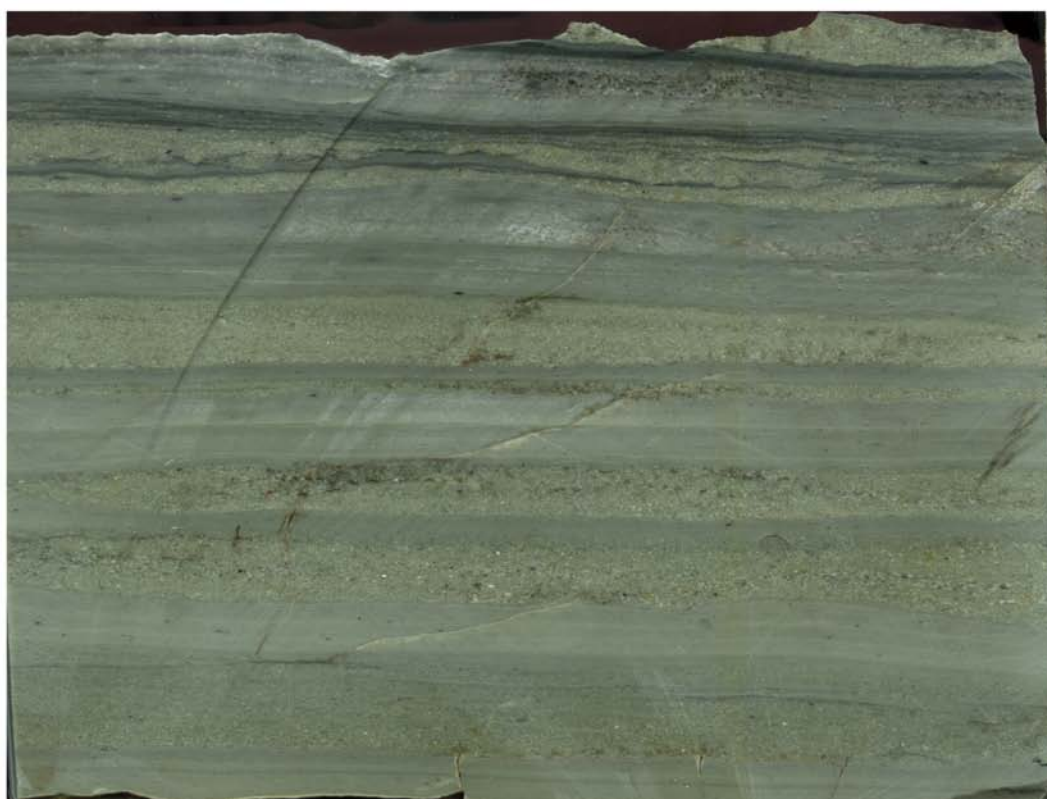


Рис. 9. Переслаивание серых кремней с мелко- и тонкозернистыми песчаниками (турбидиты) из верхней части интервала 4

Fig. 9. Intercalation of grey cherts and fine-grained sandstones (turbidities) from the top of interval 4



Рис. 10. Обнажения кластолитов верхней части интервала 4
 Fig. 10. Outcrop of clastic rocks from the upper part of interval 4

Обломочный материал представлен кварцем, полевыми шпатами, кварцевыми порфирами и кварц-плагиоклазовыми порфиритами. В подчиненном количестве содержатся обломки вулканитов среднего и основного состава и поликристаллического кварца (кварциты?).

Отложения данного интервала прослежены по простиранию при стереоскопическом изучении аэрофотоснимков и непосредственно при маршрутных наблюдениях [Фазлиахметов и др., 2016].

В 4 км к северу от оз. Ялангаскуль, на восточном склоне вершины 588.6, мощность отдельных слоев песчаников редко достигает 50 см. Преимущественно она составляет менее 30 см. Сами песчаники представлены средне- и крупнозернистыми разностями в основании слоев и мелкозернистыми в их кровле (градационная сортировка). В этом пересечении встречен лишь один прослой грубозернистых песчаников, а мощность его составляет всего 30 см. Мощность толщи в целом около 120 м.

В 6 км к югу от оз. Ялангаскуль, в 800 м к северо-западу от северного берега оз. Оптанай, мощность интервала 4 составляет около 100 м. Сложен он многочисленными ритмично чередующимися слоями средне- и крупнозернистых песчаников и кремнистых пород мощностью до 0.5 м. Прослой грубозернистых песчаников единичные.

Обобщение маршрутных данных по интервалу 4 показало, что мощность его по простиранию на

север и на юг от широты оз. Ялангаскуль постепенно сокращается до 80–120 м на расстоянии 5–10 км. При этом из разреза выклиниваются микститы и грубозернистые разности песчаников. На еще большем расстоянии — 20–25 км, породы данного интервала не встречены.

Грубозернистые песчаники с примесью псефитовых обломков, гравелиты и микститы, встречающиеся в верхней части толщи, распространены не повсеместно. Они образуют изолированные друг от друга линзовидные в плане скопления, состоящие из нескольких (5–8) слоев грубообломочных пород мощностью от 1.0 до 2.0 м и разделяющих их песчаников и кремнисто-тонкообломочных слоистых пачек. Всего таких скоплений три. Первое обнажено в 1.5 км к юго-западу от южного берега оз. Ялангаскуль, в 500 м к востоку от вершины Элкейтау. Здесь насчитывается 7 слоев грубозернистых песчаников с примесью гравийных и мелкогалечных обломков содержанием около 20–25%. Они залегают кулисообразно или друг над другом. Видимая протяженность каждого 50–70 м.

Второе скопление залегает непосредственно к западу и северо-западу от оз. Ялангаскуль. Третье — в 3.5 км к северу от оз. Ялангаскуль, в 400 м к югу от вершины 588.6.

Интервал 4 отчетливо выделяется в разрезе, является его самостоятельной частью и картируется. В связи с этим предлагается выделить его

в самостоятельное стратиграфическое подразделение, назвав ялангаской линзой.

Интервал 5

Граувакки, гравелиты, кремни, кремнистые алевролиты, аргиллиты. Мощность 600 м.

Граувакки от мелко- до грубозернистых серого и темно-серого цвета. В обломочном материале преобладают кварц, плагиоклаз, вулканогенные, осадочные и метаморфические породы, в том числе хлоритолиты и серпентиниты. Повсеместно в отложениях интервала 5 и следующего выше интервала 6 распространена система разноориентированных трещин (кливаж) (рис. 11). Причем частота их находится в прямой зависимости от гранулометрического состава пород. Наиболее редки трещины в грубозернистых песчаниках — через 5–10 см. С уменьшением размера зерен частота трещин возрастает. Максимальна она — через доли миллиметра — в глинистых сланцах.

Граница отложений интервалов 4 и 5 наилучшим образом обнажена в оврагоподобном понижении на юго-западном берегу оз. Ялангаскуль (рис. 12). Верхняя часть интервала 4 сложена чередованием микститов, кислых вулканокластических граувакк и тонкослоистых кремнистых и кремнисто-глинистых пород. Среди них встречены единичные прослои мощностью до 4 см, сложенные граувакками, типичными для интервала 5. Восточнее и выше по разрезу следуют граувакки интервала 5.

Внешний вид обнажения создает впечатление тектонической природы контакта, прежде всего из-за ярко-выраженного кливажа в граувакках интервала 5 (см. рис. 12). Однако его согласный характер подтвержден еще в двух пересечениях — к востоку от вершины 588.6 и в 800 м к северо-западу от оз. Оптанай. В них признаков тектонической природы нижнего контакта интервала 5 не обнаружено. Повсеместно он постепенный: в верхней части интервала 4 присутствуют единичные прослои граувакк, характерных для интервала 5.

В песчаниках в большинстве случаев наблюдается градационная сортировка. В зависимости от их гранулометрического состава и мощности можно выделить три типа слоев.

К первому типу отнесены слои с градационной сортировкой и мощностью 0.3–0.8 м. Они сложены среднезернистыми песчаниками в основании и тонкозернистыми песчаниками или алевролитами в кровле. В ассоциации с ними находятся аргиллиты, кремни и кремнистые алевролиты мощностью от нескольких миллиметров до 30–40 см и более.

Во второй тип включены слои с градационной сортировкой и мощностью 0.8–1.2 м. В нижней части они представлены песчаниками грубо- и крупнозернистыми, а в верхней — мелко- и тонкозернистыми. Отдельные слои песчаников залегают друг на друге или разделяются пакетами кремней, кремнистых аргиллитов или аргиллитов мощностью до 10 см. К третьему типу отнесены песчаники грубо- и крупнозернистые, иногда с несущественной примесью гравийных обломков. Градационная сортировка проявлена слабо. Мощность слоев составляет 0.8–1.1 м. Прослои кремней, аргиллитов и алевролитов в ассоциации со слоями третьего типа не встречены.

В большинстве случаев слои каждого типа образуют пачки мощностью по 50–300 м. Они сменяют друг друга по разрезу и по простиранию, образуя многочисленные линзы протяженностью до первых километров.

Эти линзы хорошо распознаются как при маршрутных наблюдениях, так и при анализе аэро- и космоснимков. Наиболее ярким примером служит линза, расположенная в 3.5 км к юго-юго-востоку от д. Кусеево, в 500 м к северу от оз. Балыкты (рис. 13). Ее кровля в плане прямолинейная, ориентирована меридионально; подошва — корытообразная, обращенная выпуклостью на запад, т. е. вниз по разрезу. Протяженность линзы с севера на юг превышает 1 км. Мощность в центральной части составляет 300 м, в выклинках — менее 75 м.

На северном и южном концах линзы преобладают слои первого типа. Кроме них встречаются слои меньшей мощности — до 15 см, сложенные в основании мелкозернистыми песчаниками, а в кровле — тонкозернистыми песчаниками и алевролитами. Вверх по разрезу мощность слоев и размерность обломочного материала возрастают, приближаясь по своим параметрам к слоям второго типа. В северной выклинке линза подстилается последовательностью граувакк третьего типа. В южной части под линзой залегает тело выветрелых габброидов, имеющее на космоснимке округлую форму (см. рис. 13).

Нижняя центральная часть линзы сложена слоями второго типа. В песчаниках встречаются обломки кремней гравийной размерности. Вверх по разрезу мощность слоев незначительно сокращается, грубозернистые разности становятся более редкими.

В интервале 5 среди граувакк на разных уровнях залегает несколько горизонтов кремней и кремнистых



Рис. 11. Кливаж и трещиноватость в породах интервала 5

а — наращивание разреза слева направо: на мелкозернистых песчаниках с частыми трещинами кливажа залегают песчаники грубозернистые с более редкими трещинами кливажа; б — крупнозернистые песчаники залегают на кремнях, кливаж бьет породы почти под прямым углом к поверхности напластования; в — многочисленные разноориентированные трещины на поверхности напластования крупнозернистых песчаников.

Fig. 11. Cleavage and jointing set in interval 5 rocks

а — bottom of the section is in the left part of picture: on fine-grained sandstones with frequent joints there are coarse-grained sandstones with more rare joints; б — coarse-grained sandstones overlie cherts, joints divide rocks almost at right angles to the bedding surface; в — numerous multi-oriented joints on the surface of coarse-grained sandstones.

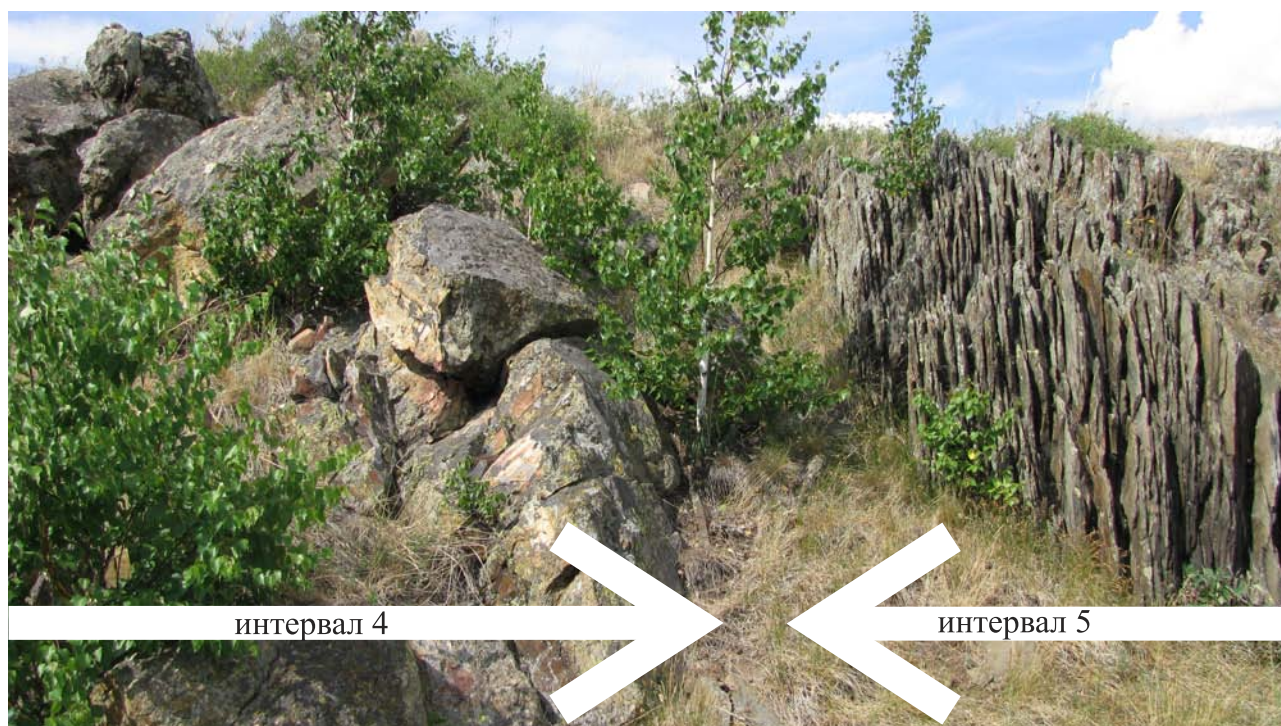


Рис. 12. Зона контакта отложений интервалов 4 и 5 к западу от оз. Ялангаскуль
 Fig. 12. Contact zone of intervals 4 and 5 to the west of Lake Yalangaskul



Рис. 13. Космоснимок с изображением одной из линз интервала 5. Источник — Google Earth
 Fig. 13. Lens from the interval 5. Source of picture is Google Earth

алевролитов серого, темно-серого, иногда почти черного цвета, с характерными белыми корочками выветривания. Мощность их от 1 до 3 м.

У оз. Ялангаскуль насчитывается пять подобных слоев кремней. В 2–3 км южнее их количество возрастает до семи.

Изменения количества слоев кремней вызваны их замещением по простиранию глинистыми сланцами и расщеплением одного слоя на два. Это установлено при маршрутных описаниях (рис. 14, 15).

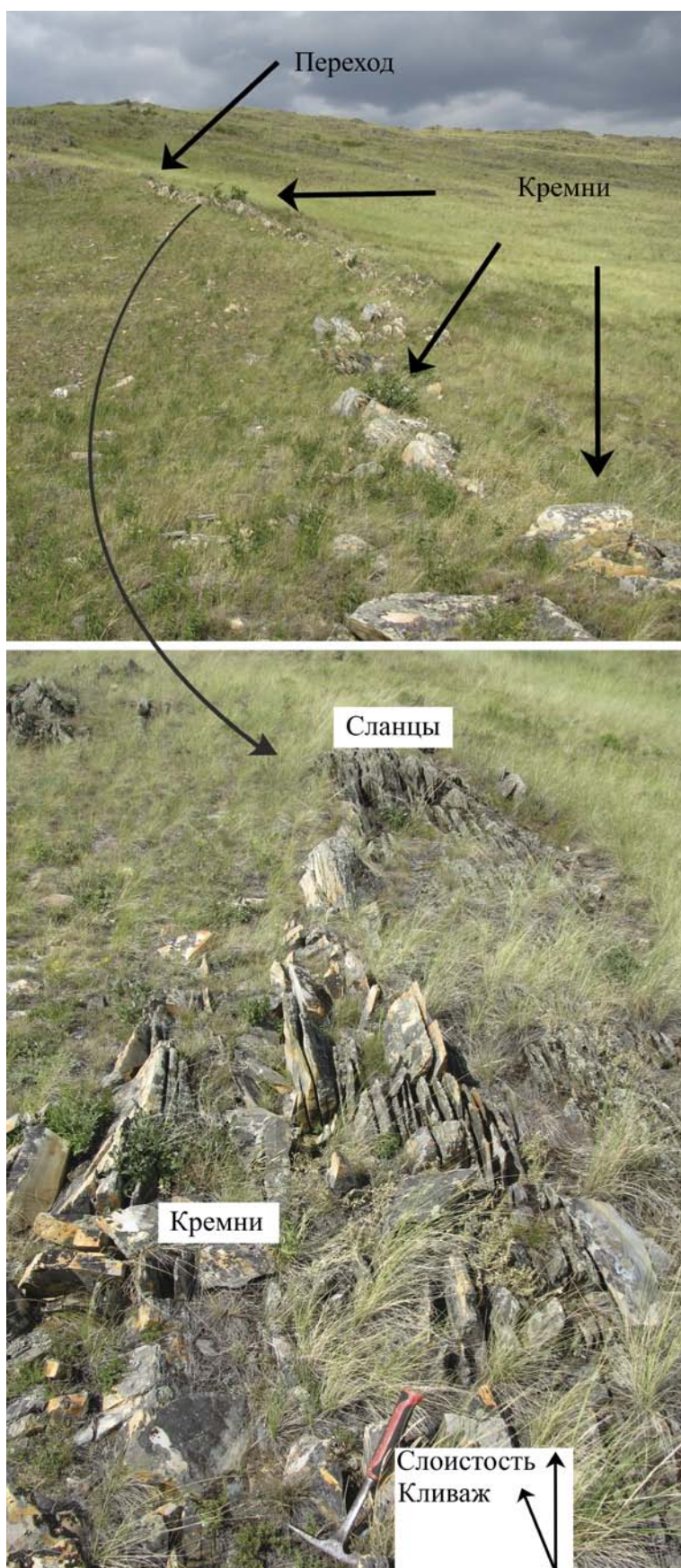
Важной особенностью интервала 5 является наличие в его нижней половине прослоев грубозернистых песчаников и гравийно-щебневых микститов, по составу весьма отличающихся от вмещающих их граувакк, но близких к кластолитам интервала 4. Встречены они более чем в шести пунктах. Мощность их меняется от 5 см до 0.7 м, а протяженность формируемых ими линз достигает 100 м. Примечательно то, что тяготеют эти линзы к прослоям кремней, т. е. к тем интервалам разреза, при формировании которых поступление полимиктовых граувакк было подавлено. Аналогичными кислыми вулканокластическими гравелитами сложен блок размером 150×10–25 см, ориентированный перпендикулярно к наслению вмещающих его полимиктовых граувакк (точка 15–19, N 53° 00' 22.04", E 58° 25' 12.05").

По простиранию на юг мощность отложений интервала 5 сокращается. На широте д. Назаркино, на северо-восточном отроге вершины с триангуляционным пунктом 629.8, она, по-видимому, не превышает 80–100 м.

По простиранию на север отложения данного интервала плохо обнажены и прослеживаются с трудом. Песчаники, вероятно, выклиниваются из разреза.

Рис. 14. Замещение кремней глинистыми сланцами

Fig. 14. Transition of cherts to shales



Остаются лишь черные и темно-серые кремни мощностью до 20 м. Они обнажены в 700 м к югу от д. Идяш-Кускарово, в скальном выходе высотой 5 м на правом берегу р. Большой Кизил (N 53° 13' 49.23", E 58° 29' 35.06").

Интервал 6

Граувакки, аналогичные грауваккам интервала 5, но без выдержанных и относительно мощных горизонтов кремней. В ассоциации с ними находятся алевролиты и аргиллиты темно-серого и почти черного цвета, которые слагают как самостоятельные пачки мощностью в первые метры, так и миллиметровые прослои. Кремни мощностью не более 1 м единичны и встречены лишь в нижней части интервала. Верхняя часть интервала обнажена плохо, часто прорвана телами габброидов размерами от первых метров до нескольких десятков метров.

Мощность на широте оз. Ялангаскуль 1100 м.

К северу от оз. Ялангаскуль, в окрестностях д. Идяш-Кускарово, разрез, соответствующий интервалу 6, разделен на две части, контрастно отличающиеся по петрографическому и геохимическому составу граувакк и разделяющих их прослоев [Мельничук, Фазлиахметов, 2017]. Особенно явно граувакки отличаются по содержанию Ni и Cr (рис. 16), а по макроскопическим признакам — практически одинаковые.

В нижней части, имеющей мощность 150 м, в переслаивании с граувакками находятся слоистые кремни и глинистые кремни. Граувакки сложены кварцем, плагиоклазом и зернами вулканитов разного состава. По результатам анализа аэро- и космоснимков и маршрутным описаниям отложения данной части разреза не образуют выходов южнее, но слагают невысокие холмы, протягивающиеся от д. Идяш-Кускарово на север по левому (восточному) берегу руч. Идяш на расстоянии 3 км.

В верхней части мощностью 300 м прослой кремней единичны, многочисленные слои граувакк разделены прослоями глинистых сланцев. Состав граувакк типичен для граувакк интервалов 5 и 6 разреза у оз. Ялангаскуль.

Отложения верхней части интервала 6 прослеживаются в южном направлении до широты оз. Ялангаскуль и далее на юг до д. Назаркино.

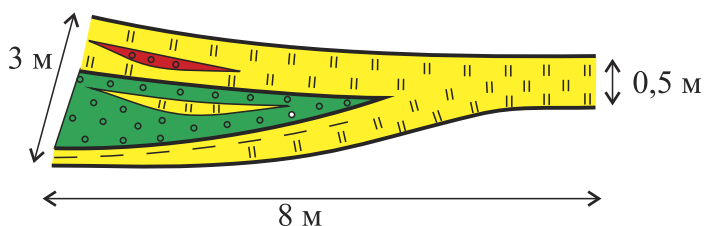


Рис. 15. Раздвоение слоя кремней

Красная заливка — кислые вулканокластические граувакки. Остальные условные обозначения см. рис. 2.

Fig. 15. Bifurcation of cherts

Red fill — acidic volcanoclastic greywackes. For the legend see fig. 2.

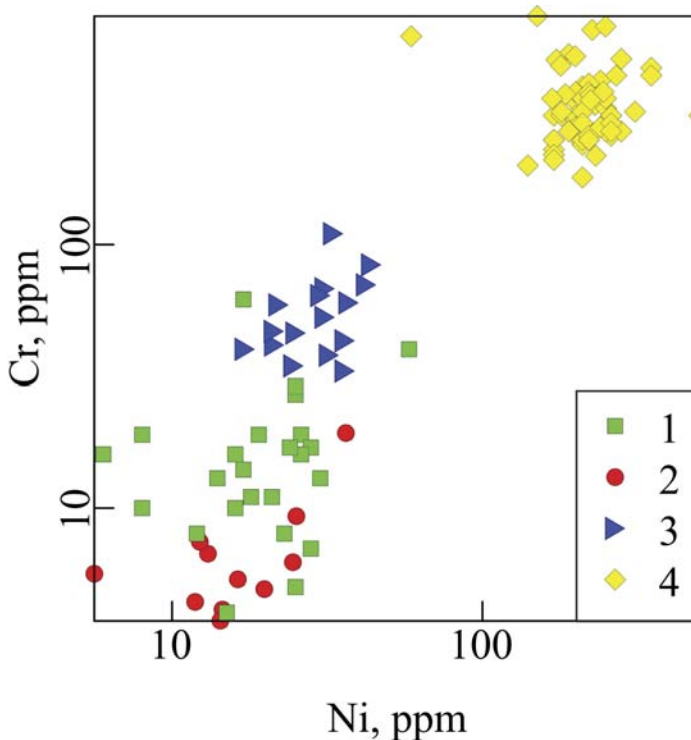


Рис. 16. Содержание Ni и Cr в верхнефранских граувакках Худолазовской мульды

1 — улутауская свита, 2 — ялангасская линза, 3 — идяш-кускаровская линза, 4 — худолазовская линза.

Fig. 16. Content of Ni and Cr in Upper Frasnian greywackes of the Khudolaz syncline

1 — the Ulutau Formation, 2 — yalangas lens, 3 — idyash-kuskarovo lens, 4 — khudolaz lens.

Интервал 7

Олистостром, состоящий из глыб и блоков вулканических и осадочных пород. Особенно отчетливо в обнажениях и на аэрофотоснимках опознаются блоки известняков размером до нескольких сотен метров (рис. 17). Мощность 200–250 м.



Рис. 17. Олистолиты известняков в Биягодинском олистостроме в районе д. ИшкулOVO (верхний) и на широте оз. Ялангаскуль (нижний)

Fig. 17. Olistoliths of limestones in Biyagoda olistostrome in the area of Ishkulovo village (upper pict.) and near the Lake Yalangaskul (lower pict.)

Сопоставление разреза франских отложений Худолазовской мульды с региональной стратиграфической шкалой

В настоящее время в основе стратиграфической схемы девона Западно-Магнитогорской зоны Южного Урала лежат многочисленные находки отпечатков конодонтов [Маслов и др., 1999; Маслов, Артющкова, 2010; Артющкова, 2014]. Их поиск в разрезе у оз. Ялангаскуль оказался успешным

лишь в отложениях интервала 5. В связи с этим стратиграфическая привязка охарактеризованного выше разреза основана преимущественно на данных по изучению вещественного состава граувакк и на результатах прослеживания отдельных интервалов к разрезам, где фауна была обнаружена ранее (см. рис. 2, 4).

Интервал 1 относится к улутауской свите. Об этом свидетельствует состав граувакк, свойственный ее верхним горизонтам, и залегание под относительно мощной и выдержанной по простиранию

пачкой черных и темно-серых кремней. Данный интервал отнесен к улутауской свите на геологических картах всех поколений и масштабов.

Интервалы 2 и 3, судя по нескольким пересечениям, сложены преимущественно черными кремнями, что позволяет сопоставлять их и, возможно, нижнюю часть интервала 4 с мукасовской свитой.

Интервал 4 (ялангасская линза), по положению выше кремней мукасовской свиты и по преобладанию вулканокластических граувакк, допустимо отнести к нижней подсвите бягодинской свиты.

Интервал 5 разными авторами относился к разным стратиграфическим подразделениям: к улутауской свите [Кривоносов, 1962 г.], к мукасовской свите [Мизенс, Клещенко, 2005; Маслов, Артюшкова, 2010], к зилаирской свите [Павлов, 1988 г.]. Новые находки конодонтов, сделанные О.В. Артюшковой (ИГ УФИЦ РАН, г. Уфа) в двух обнажениях кремней интервала 5, позволили прояснить ситуацию. Первое обнажение — № 02621 (см. рис. 3) расположено на юго-западном берегу оз. Ялангаскуль (N 53° 01' 35.68", E 58° 25' 50.57") и охарактеризовано конодонтами *Ancyrodella* sp., *Palmatolepis* sp., *Pa. nasuta* Müller, *Pa. rhenana* Bischoff. Второе — № 02620 расположено у юго-восточного берега озера и приурочено к самой верхней части интервала 5 (N 53° 01' 25.83", E 58° 26' 23.44"). Конодонты представлены следующими экземплярами: *Ancyrodella* sp., *Palmatolepis foliacea* Youngquist, *Pa. hassi* Müller et Müller, *Pa. aff. kaledai* Ovnatanova et Kononova, *Pa. lyaiolensis* Khrustcheva et Kuzmin, *Pa. ex gr. rhenana* Bischoff. Помимо этого, в образце О.В. Артюшковой № 02621А посредством рентгеновской компьютерной томографии по методике [Фазлиахметов и др., 2015] обнаружены *Ancyrodella nodosa* Ulrich et Bassler и *Pa. hassi* Müller et Müller.

По представленному комплексу конодонтов О.В. Артюшковой сделано заключение о позднефранском возрасте вмещающей толщи. Учитывая очень маленький размер конодонтов, однообразный таксономический набор и положение в разрезе, предполагается, что вмещающие отложения относятся к нижней подсвите бягодинской свиты. Важно также отметить, что составы граувакк интервала 5, вышележащих граувакк и граувакк верхней части нижней подсвиты бягодинской свиты в стратотипе (разрез у д. Идяш-Кускарово) идентичны.

Интервал 6 бесспорно относится к нижней подсвите бягодинской свиты (пограничный франско-фаменский интервал), поскольку явно прослеживается на север и на юг к разрезам с известными находками отпечатков конодонтов и залегает непо-

средственно под бягодинским олистостромом, относящимся к верхней подсвите бягодинской свиты.

Интервал 7 — бягодинский олистостром. Относится к верхней (фаменской) подсвите бягодинской свиты [Маслов, Артюшкова, 2010].

Таким образом, к улутауской свите относится интервал 1; к мукасовской свите — интервалы 2 и 3; к нижней подсвите бягодинской свиты — интервалы 4–6; к верхней подсвите бягодинской свиты — интервал 7.

Обсуждение

Если абстрагироваться от характера примеси в силицитах, состава и особенностей мобилизации обломочного материала, то можно прийти к выводу, что на протяжении всего франского века обстановки седиментации были монотонными, накапливались отложения всего двух генетических типов.

Первый генетический тип представлен силицитами (часто радиоляритами) черного и серого цвета, слоистыми или без видимой слоистости. Он близок к планктоногенной подгруппе хемогенно-биогенного генетического ряда морских отложений по классификации В.Т. Фролова [1984]. Формирование подобных осадков протекает в глубоководных обстановках при подавленном поступлении обломочного материала. Наличие тонкой слоистости свидетельствует о некоторых изменениях условий седиментации (окислительно-восстановительных, поступлении тонкодисперсного обломочного, гидротермального и органогенного материала). К сожалению, силициты девона Магнитогорской мегазоны, несмотря на то, что они несут огромный объем информации об обстановках седиментации, изучены мало. Им посвящены лишь единичные публикации [Хворова и др., 1972; Зайков и др., 1993; Кузнецова, 2005; Мизенс и др., 2005; Фазлиахметов, 2018; и др.].

Второй генетический тип отложений, изученный гораздо лучше [Хворова, Ильинская, 1980; Мизенс, 2002, 2009; Мизенс, Свяжина, 2007; Фазлиахметов, 2011; и др.], относится к механогенному ряду по классификации В.Т. Фролова [1984] и представлен преимущественно турбидитами, в меньшей мере дебритами. Их присутствие в разрезе и суммарная большая мощность, так же как и наличие отложений первого генетического типа, указывают на глубоководные обстановки. О минимальной глубине можно приближенно судить по мощности франских отложений — более 2500 м.

Маршрутные исследования, анализ аэро- и космоснимков позволили выявить, что нижняя подсвета биягодинской свиты имеет линзовидное строение. Причем состоит она на западном крыле Худолазовской синклинали из трех линз, имеющих разный размер и состав обломочного материала. Первая линза — ялангаская. Она отчетливо картируется и выделяется по составу обломочного материала (кварц, обломки кислых вулканитов, кремней и кварцитов). Наличие второй линзы предполагается. Ей соответствует нижняя часть разреза биягодинской свиты у д. Идяш-Кускарово (интервал 5). Эта линза — идяш-кускаровская — плохо обнажена, но явно выделяется по составу слагающего ее обломочного материала (обломки вулканических и субвулканических пород разного состава, плагиоклазы, кварц) и присутствию прослоев глинисто-кремнистых пород в переслаивании с граувакками. Третья линза (худолазовская) наиболее крупная. Ее мощность достигает 1700 м, а протяженность, видимо, превышает протяженность самой Худолазовской мульды, т. е. более 35 км. На широте озера Ялангаскуль худолазовская линза залегает на ялангаской, а севернее — на идяш-кускаровской линзе. Граувакки сложены обломками кислых вулканитов, кварцитов, слюдястых кварцитов, серпентинитов, биотитом и др. В переслаивании с граувакками находятся глинистые сланцы. Сама худолазовская линза состоит из нескольких линз меньшего размера, явно не отличающихся по составу кластики.

Повсеместное присутствие турбидитов и глубоководные обстановки позволяют рассматривать выделенные линзы как «срезы» глубоководных конусов выноса. Первые два конуса (ялангаский и идяш-кускаровский) сравнительно небольшие. Третий (худолазовский) — крупный. Он состоял из нескольких лопастей, о чем свидетельствует наличие нескольких линз в составе самой худолазовской линзы.

Разный состав обломков каждого из конусов выноса указывает на разные источники сноса. Периоды их максимальной активности не совпадали во времени. Вместе с этим постепенный характер контакта ялангаской и худолазовской линз (интервалы 4 и 5 приведенного выше разреза), т. е. переслаивание граувакк разного состава, указывает на периоды одновременного поступления обломочного материала из разных источников.

Как следует из приведенного описания, в самом конце франского века в область седиментационного бассейна, соответствующую современным окрестностям оз. Ялангаскуль, массово поступал

обломочный материал. Учитывая мощность биягодинской свиты (2250 м) и время ее накопления, рассчитанное по данным [Becker et al., 2012] и равное примерно 1.5 млн лет, скорость его накопления превышала 1500 мм/тыс. лет, т. е., по терминологии А.П. Лисицына [1988], была сверхлавинной.

Учитывая глубоководность отложений нижней подсветы биягодинской свиты, их можно сопоставить с отложениями второго уровня лавинной седиментации (турбидиты у подножия пассивных континентальных окраин). Согласно А.П. Лисицину [1988], лавинная и сверхлавинная седиментация на этом уровне происходит в периоды падения уровня океана. Примечательно, что накопление нижней подсветы биягодинской свиты, судя по данным [Becker et al., 2012], совпадает по времени с глубоким падением уровня Мирового океана и с глобальным событием «Upper Kellwasser». По всей видимости, эти события сопряжены, что, однако, требует дополнительного обоснования, поскольку с глобальными изменениями рубежа франского и фаменского веков на восточном склоне Южного Урала обычно связывают образование биягодинского олистострома [Мизенс, 2002, 2003; Artyushkova, Maslov, 2008].

Заключение

Детальные полевые исследования, проведенные на западном крыле Худолазовской мульды, вместе с обобщением данных из опубликованных и фондовых работ позволили уточнить строение франских отложений и прийти к следующим основным результатам.

1. Разрез франских отложений на широте озера Ялангаскуль описан впервые. В нем установлены верхняя часть улутауской свиты, мукасовская свита и нижняя подсвета биягодинской свиты. Мощность франских отложений — около 2500 м — максимальна во всей Западно-Магнитогорской зоне.

2. Отложения представлены двумя группами пород: силициты (кремни, радиоляриты) и кластолиты различных гранулометрических классов, относящиеся, по классификации В.Т. Фролова, соответственно к планктоногенной подгруппе хемогенно-биогенного генетического ряда и к механогенному ряду (турбидиты, дебриты) глубоководных морских отложений.

3. Отложения нижней подсветы биягодинской свиты сформировались при поступлении обломочного материала из трех источников сноса. Соответственно, образовались три конуса выноса, имеющих

в современном эрозионном срезе форму линз, названных ялангасской, идяш-кускаровской и худолазовской.

4. Ялангасская линза залегает в нижней части биягодинской свиты на кремнях мукасовской свиты. Ее максимальная мощность (350 м) и наилучшие обнажения расположены непосредственно к западу от оз. Ялангаскуль. В северном и в южном направлении мощность линзы постепенно сокращается. Протяженность ее около 30 км. Обломочный материал представлен кислыми вулканитами, кварцем, плагиоклазами, кремнями и кварцитами.

5. Идяш-кускаровская линза залегает у д. Идяш-Кускарово либо на отложениях мукасовской свиты, либо на отложениях, соответствующих интервалу 5 разреза у оз. Ялангаскуль (в нижней части биягодинской свиты, несколько выше ее подошвы). Мощность ее 150 м. По простиранию отложения линзы прослеживаются на 3 км к северу от названной деревни и далее не обнажены. Обломочный материал представлен вулканитами и субвулканическими породами кислого, среднего и основного состава, плагиоклазом, небольшим количеством кварца, кремнями.

6. Худолазовская линза наиболее крупная. Она протягивается по всему западному крылу Худолазовской синклинали. Мощность ее на широте озера Ялангаскуль 1700 м, на широте д. Идяш-Кускарово — 350 м. Протяженность — более 35 км. Залегает худолазовская линза на идяш-кускаровской и ялангасской линзах в северной и центральной частях Худолазовской мульды и на кремнях мукасовской свиты — в южной ее части. Обломочный материал представлен вулканическими и субвулканическими породами преимущественно кислого состава, кварцитами, слюдястыми кварцитами, биотитом, серпентинитами и др. В структуре Худолазовской линзы выделяются линзы меньших размеров, что служит свидетельством сложного строения конуса выноса и наличия в его структуре нескольких лопастей.

7. Большие объемы кластического материала, поступающего в область седиментации при формировании отложений биягодинской свиты, предположительно обусловлены падением уровня океана и сопряжены с глобальным событием «Upper Kellwasser».

Благодарности: Автор благодарен сотрудникам Лаборатории стратиграфии палеозоя ИГ УФИЦ РАН [В.А. Маслову] и О.В. Артюшковой за консультацию и демонстрацию некоторых разрезов.

Неоценимую помощь при проведении полевых работ и обработке образцов оказали студенты кафедры геологии и полезных ископаемых Башкирского государственного университета А.А. Гилязов, И.Х. Сафин, Н.И. Тимуршин, А.Ф. Атнагулов, Д.В. Миниярова, А.А. Демидова и водитель И.М. Мунасипов.

Исследования выполнены по теме государственного задания № 0246-2019-0118.

Список литературы:

Аржавитина М.Ю. К геохимии пород зилаирской свиты Магнитогорского мегасинклинория // Вопросы минералогии и геохимии руд и горных пород Южного Урала. – Уфа: БФАН СССР, 1976. – С. 105–111.

Аржавитина М.Ю. Особенности минерального состава терригенных пород зилаирской свиты Магнитогорского мегасинклинория // Минералого-геохимические особенности колчеданных месторождений, вулканогенных и осадочных образований Южного Урала. – Уфа: БФАН СССР, 1978. – С. 48–55.

Артюшкова О.В. Девонские конодонты из вулканогенно-кремнистых отложений Магнитогорской мегазоны Южного Урала. – Уфа: ДизайнПресс, 2014. – 152 с.

Зайков В.В., Масленников В.В., Зайкова Е.В. Вулканизм и металлогенные отложения девонской островодужной системы Южного Урала. – Екатеринбург: Уро РАН, 1993. – 146 с.

Знаменский С.Е. Структурные условия формирования коллизионных месторождений золота восточного склона Южного Урала. – Уфа: Гилем, 2009. – 348 с.

Кузнецова Е.В. Петрохимические модули в применении к среднепалеозойским силицитам Магнитогорской мегазоны (Южный Урал) // Ежегодник–2005 / ИГГ Уро РАН. – Екатеринбург, 2005. – С. 63–67.

Лисицын А.П. Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах. – М.: Наука, 1988. – 309 с.

Маслов В.А. Девон восточного склона Урала. – М.: Наука, 1980. – 224 с.

Маслов В.А., Артюшкова О.В. Стратиграфия и корреляция девонских отложений Магнитогорской мегазоны Южного Урала. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. – 288 с.

Маслов В.А., Артюшкова О.В., Нурмухаметов Э.М. Франские отложения Магнитогорского мегасинклинория. – Уфа: ИГ УфНЦ РАН, 1999. – 82 с.

Мельничук О.Ю., Фазлиахметов А.М. К вопросу о существовании микроконтинента в позднедевонское время на Среднем Урале // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. – 2017. – № 20. – С. 148–155.

Мизенс Г.А. Седиментационные бассейны и геодинамические обстановки в позднем девоне – ранней перми юга Урала. – Екатеринбург: ИГГ Уро РАН, 2002. – 192 с.

Мизенс Г.А. Колебания уровня Мирового океана и осадконакопление в девонских глубоководных бассейнах Юга Урала // Литосфера. – 2003. – № 4. – С. 43–64.

Мизенс Г.А. Редкие элементы и особенности источников сноса обломочного материала осадочных формаций девона и карбона в восточных зонах Южного Урала // Геохимия. – 2009. – № 12. – С. 1259–1278.

Мизенс Г.А., Клещенко Н.С. Некоторые особенности геологии мукасовской свиты (верхний девон Южного Урала) // Ежегодник–2005 / ИГиГ им. акад. А.Н. Заварицкого: Информационный сборник научных трудов. Екатеринбург, 2005. – С. 93–97.

Мизенс Г.А., Свяжина И.А. О палеогеографии Урала в девоне // Литосфера. – 2007. – № 2. – С. 29–44.

Мизенс Г.А., Кузнецова Е.В., Ронкин Ю.Л., Лепихина О.П., Попова О.Ю. Редкоземельные элементы в девонских осадочных и вулканогенно-осадочных отложениях Южного Урала // Докл. РАН. – 2005. – Т. 403, № 3. – С. 382–387.

Салихов Д.Н., Пишеничный Г.Н. Магматизм и оруденение зоны ранней консолидации Магнитогорской эвгеосинклинали. – Уфа: БФАН СССР, 1984. – 112 с.

Сервакин И.Б., Знаменский С.Е., Косарев А.М. Разрывная тектоника и рудоносность Башкирского Зауралья. – Уфа: Полиграфкомбинат, 2001. – 318 с.

Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов / Под ред. В.Н. Шванова. – СПб: Недра, 1998. – 352 с.

Смирнов Г.А., Смирнова Т.А., Ключина М.Л., Анфилов Л.В. Материалы к палеогеографии Урала. Очерк 5. Франский век. – М.: Наука, 1974. – 218 с.

Фазлиахметов А.М. Условия седиментации улутауской свиты Западно-Магнитогорской зоны Южного Урала // Литосфера. – 2011. – № 2. – С. 42–52.

Фазлиахметов А.М. Геохимические особенности девонских силицитов Западно-Магнитогорской зоны Южного Урала // Вестник Академии наук РБ. – 2018. – Т. 27, № 2 (90). – С. 89–97.

Фазлиахметов А.М., Аржавитина М.Ю., Гилязов А.А. Петрографические особенности верхнефранских вулканокластических граувакк окрестностей озера Ялангаскуль (Западно-Магнитогорская зона Южного Урала) // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. – 2016. – № 12. – С. 23–30. – doi.org/10.19110/2221-1381-2016-12-23-30.

Фазлиахметов А.М., Стаценко Е.О., Храмченков Э.М., Тагариева Р.С. К методике изучения конodontов, заключенных в кремнистых породах // Геология. Известия Отд. наук о Земле и природных ресурсов. – 2015. – № 21. – С. 113–115.

Фролов В.Т. Генетическая типизация морских отложений. – М.: Недра, 1984. – 222 с.

Хворова И.В., Ильинская М.Н. Верхнедевонские граувакковые отложения Южного Урала и механизм их формирования // Литология и полезные ископаемые. – 1980. – № 4. – С. 55–67.

Хворова И.В., Золотарев Б.П., Гусарева А.И. Микроэлементы в эвгеосинклинальных кремнистых породах Южного Урала // Литология и полезные ископаемые. – 1972. – № 6. – С. 26–41.

Artyushkova O.V., Maslov V.A. Detailed correlation of the Devonian deposits in the South Urals and some aspects of their formation // Bulletin of Geosciences. – 2008. – No. 83 (4). – P. 391–399. – doi.org/10.3140/bull.geosci.2008.04.391.

Becker R.T., Gradstein F.M., Hammer O. The Devonian Period // The Geological Time Scale 2012. – Amsterdam: Elsevier, 2012. – P. 559–601. – doi.org/10.1016/b978-0-444-59425-9.00022-6.

References:

Artyushkova O.V. Devonские конodontы из вулканогенно-кремнистых отложений Магнитогорской мегазоны Южного Урала [Devonian conodonts from volcanic-siliceous deposits of the Magnitogorsk megazone of the Southern Urals]. Ufa: DizaynPress, 2014. 152 p. (In Russian).

Artyushkova O.V., Maslov V.A. Detailed correlation of the Devonian deposits in the South Urals and some aspects of their formation // Bulletin of Geosciences. 2008. № 83 (4). P. 391–399. doi.org/10.3140/bull.geosci.2008.04.391.

Arzhavitina M.Yu. К геохимии пород зилайской свиты Магнитогорского мегаинклинория [To the geochemistry of rocks of the Zilair suite of the Magnitogorsk megasynclinorium] // Voprosy mineralogii i geokhimii rud i gornyx porod Yuzhnogo Urala [Questions of mineralogy and geochemistry of ores and rocks of the Southern Urals]. Ufa: Institut geologii BFAN SSSR, 1976. P. 105–111. (In Russian).

Arzhavitina M.Yu. Osobennosti mineral'nogo sostava terrigennykh porod zilaйской свиты Магнитогорского мегаинклинория [Features of the mineral composition of terrigenous rocks of the Zilair suite of the Magnitogorsk megasynclinorium] // Mineralogo-geokhimicheskie osobennosti kolchedannykh mestorozhdenii, vulkanogennykh i osadochnykh obrazovaniy Yuzhnogo Urala [Mineralogical and geochemical features of pyrite deposits, volcanogenic and sedimentary formations of the Southern Urals]. Ufa: Institut geologii BFAN SSSR, 1978. P. 48–55. (In Russian).

Becker R.T., Gradstein F.M., Hammer O. The Devonian Period // The Geological Time Scale 2012. Amsterdam: Elsevier, 2012. P. 559–601. doi.org/10.1016/b978-0-444-59425-9.00022-6.

Fazliakhmetov A.M. Usloviya sedimentatsii ulutauskoi svity Zapadno-Magnitogorskoi zony Yuzhnogo Urala [Conditions of sedimentation of the Ulutau suite of the West Magnitogorsk zone of the Southern Urals] // Litosfera. 2011. No. 2. P. 42–52. (In Russian).

Fazliakhmetov A.M. Geokhimicheskie osobennosti devonskikh silitsitov Zapadno-Magnitogorskoi zony Yuzhnogo Urala [Geochemical features of the Devonian silicites of the West Magnitogorsk zone of the Southern Urals] // Vestnik Akademii nauk Respubliki Bashkortostan. 2018. T. 27. No. 2 (90). P. 89–97. (In Russian).

Fazliakhmetov A.M., Arzhavitina M.Yu., Gilyazov A.A. Petrograficheskie osobennosti verkhnefranskikh vulkanoklasticheskikh grauvakk okrestnostei ozera Yalangaskul' (Zapadno-Magnitogorskaya zona Yuzhnogo Urala) [Petrographic features of the Upper Frasnian volcanoclastic greywacke surroundings of Lake Yalangaskul (West Magnitogorsk zone of the Southern Urals)] // Vestnik Instituta geologii Komi NC UrO RAN. 2016. No. 12. P. 23–30. (In Russian). doi.org/10.19110/2221-1381-2016-12-23-30.

Fazliakhmetov A.M., Statsenko E.O., Khranchenkov E.M., Tagariyeva R.C. К методике изучения конodontов, заключенных в кремнистых породах [To the method of studying conodonts enclosed in siliceous rocks] // Geologiya. Izvestiya Otdeleniya nauk o Zemle i prirodnym resursom. 2015. No. 21. P. 113–115. (In Russian).

Frolov V.T. Geneticheskaya tipizatsiya morskikh otlozhenii [Genetic typification of marine sediments]. Moscow: Nedra, 1984. 222 p. (In Russian).

Khvorova I.V., Il'inskaya M.N. Verkhnedevonskie grauvakkovyе otlozheniya Yuzhnogo Urala i mekhanizm ikh formirovaniya [Upper Devonian greywacke deposits of the

Southern Urals and the mechanism of their formation] // *Litologiya i poleznye iskopayemye*. 1980. No. 4. P. 55–67. (In Russian).

Khvorova I.V., Zolotarev B.P., Gusareva A.I. Mikroelementy v evgeosinklinal'nykh kremnistykh porodakh Yuzhnogo Urala [Trace elements in eugeosynclinal siliceous rocks of the Southern Urals] // *Litologiya i poleznye iskopayemye*. 1972. No. 6. P. 26–41. (In Russian).

Kuznetsova E.V. Petrokhimicheskie moduli v primenenii k srednepaleozoyskim silitsitam Magnitogorskoj megazony (Yuzhnyi Ural) [Petrochemical modules applied to the Middle Paleozoic silicates of the Magnitogorsk megazone (Southern Urals)] // *Yezhegodnik–2005 [Yearbook–2005]*. Yekaterinburg: IGG UrO RAN, 2005. P. 63–67. (In Russian).

Lisitsyn A.P. Lavinnaya sedimentatsiya i prerivy v osadkonakoplenii v moryah i okeanah [Avalanche sedimentation and interruption in sedimentation in the seas and oceans]. Moscow: Nauka, 1988. 309 p. (In Russian).

Maslov V.A. Devon vostochnogo sklona Urala [The Devonian of the eastern slope of the Urals]. Moscow: Nauka, 1980. 224 p. (In Russian).

Maslov V.A., Artyushkova O.V. Stratigrafiya i korrelyatsiya devonskih otlozhenii Magnitogorskoj megazony Yuzhnogo Urala [Stratigraphy and correlation of the Devonian deposits of the Magnitogorsk megazone of the Southern Urals]. Ufa: DizaynPoligrafServis, 2010. 288 p. (In Russian).

Maslov V.A., Artyushkova O.V., Nurmukhametov E.M. Franskiye otlozheniya Magnitogorskogo megasinklinoriya [Frasnian deposits of the Magnitogorsk megasynclinalorium]. Ufa: IG UNC RAN, 1999. 82 p. (In Russian).

Mel'nichuk O.Yu., Fazliakhmetov A.M. K voprosu o sushchestvovanii mikrokontinenta v pozdne-devonskoe vremya na Srednem Urале [On the question of the existence of a microcontinent in the Late Devonian time in the Middle Urals] // *Problemy mineralogii, petrografii i metallogenii*. Nauchnye chteniya pamyati P.N. Chirvinskogo [Problems of mineralogy, petrography and metallogeny. Scientific readings in memory of P.N. Chirvinsky]. 2017. No. 20. P. 148–155. (In Russian).

Mizens G.A. Sedimentatsionnye basseyny i geodinamicheskie obstanovki v pozdne-devone – ranney permi yuga Urala [Sedimentation basins and geodynamic settings in the Late Devonian of the Early Permian south of the Urals]. Yekaterinburg: IGG UrO RAN, 2002. 192 p. (In Russian).

Mizens G.A. Kolebaniya urovnya Mirovogo okeana i osadkonakoplenie v devonskih glubokovodnykh basseynah yuga Urala [World ocean level fluctuations and sedimentation

in Devonian deep-water basins of the South of Urals] // *Litosfera*. 2003. No. 4. P. 43–64. (In Russian).

Mizens G.A. Trace elements and characteristics of the sources of clastic material in the Devonian and Carboniferous sedimentary formations of the eastern zones of the Southern Urals // *Geochemistry International*. 2009. V. 47, No. 12. P. 1180–1197. doi.org/10.1134/s0016702909120039.

Mizens G.A., Kleshchenok N.S. Nekotorye osobennosti geologii mukasovskoi svity (verkhniy devon Yuzhnogo Urala) [Some features of the geology of the Mukasov Formation (Upper Devonian of the Southern Urals)] // *Ezhegodnik–2005 [Yearbook–2005]*. Ekaterinburg: IGG UrO RAN, 2005. P. 93–97. (In Russian).

Mizens G.A., Kuznetsova E.V., Ronkin Yu.L., Lepikhina O.P., Popova O.Yu. Rare earth elements in Devonian sedimentary and volcanosedimentary rocks of the southern Urals // *Doklady Earth Sciences*. 2005. Vol. 403, No. 6. P. 870–875.

Mizens G.A., Svyazhina I.A. O paleogeografii Urala v devone [On the Ural Paleogeography in the Devonian] // *Litosfera*. 2007. No. 2. P. 29–44. (In Russian).

Salikhov D.N., Pshenichnyi G.N. Magmatizm i orudnenie zony ranney konsolidatsii Magnitogorskoj evgeosinklinali [Magmatism and mineralization of the zone of early consolidation of the Magnitogorsk eugeosyncline]. Ufa: BFAN SSSR, 1984. 112 p. (in Russian).

Seravkin I.B., Znamenskii S.E., Kosarev A.M. Razryvnaya tektonika i rudonosnost' Bashkirskogo Zaural'ya [Fault tectonics and ore deposits of the Trans-Uralian Bashkiria]. Ufa: Poligrafkombinat, 2001. 318 p. (in Russian).

Smirnov G.A., Smirnova T.A., Klyuzhina M.L., Anfimov L.V. Materialy k paleogeografii Urala. Ocherk 5. Franskii vek [Materials for paleogeography of the Urals. Essay 5. The Frasnian]. Moscow: Nauka, 1974. 218 p. (In Russian).

Sistematika i klassifikatsiya osadochnykh porod i ih analogov [Systematics and classification of sedimentary rocks and their analogues] / *V.N. Shvanov (ed.)*. St. Petersburg: Nedra, 1998. 352 p. (In Russian).

Zaykov V.V., Maslennikov V.V., Zaykova E.V. Vulkanizm i metallonosnye otlozheniya devonskoj ostrovoduzhnoi sistemy Yuzhnogo Urala [Volcanism and metalliferous deposits of the Devonian island arc system of the Southern Urals]. Yekaterinburg, 1993. 146 p. (in Russian).

Znamenskiy S.E. Strukturnye usloviya formirovaniya kollizionnykh mestorozhdenii zolota vostochnogo sklona Yuzhnogo Urala [Structural conditions for the formation of collision gold deposits in the eastern slope of the Southern Urals]. Ufa: Gilem, 2009. 348 p. (in Russian).

Сведения об авторе:

Фазлиахметов Александр Маратович, канд. геол.-мин. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН). E-mail: famrb@mail.ru

About the author:

Alexander M. Fazliakhmetov, 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). E-mail: famrb@mail.ru