

УДК 551.263.23:736 (470.57)

DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-10>

## НИЖНЯЯ ПЕРМЬ ГЕОПАРКА «ТОРАТАУ»: РИТМИЧНО-СЛОИСТЫЕ ДЕПРЕССИОННЫЕ И ФЛИШЕВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПРЕДУРАЛЬСКОГО ПРОГИБА

© 2019 г. В. М. Горожанин, Е. Н. Горожанина

**Реферат.** На территории геопарка «Торатау» находятся уникальные обнажения ритмично-слоистых карбонатно-глинистых и глинисто-карбонатно-песчаных пород нижней перми, которые выполняют Предуральский краевой прогиб — структуру, образовавшуюся в позднем карбоне на фронте растущего складчатого Урала. Они подразделяются на депрессионные осадки, сложенные черными и темно-серыми аргиллитами, алевролитами с прослоями мергелей и тонкозернистых известняков, и флишевые отложения, представленные ритмично-слоистыми песчано-глинистыми породами с прослоями конгломератов и экзотическими глыбами (олистолитами) окремненных известняков. Нижнепермский флиш западного Приуралья представляет собой индикаторную формацию, связанную с образованием и ростом Уральского складчатого пояса в результате коллизии континентов в раннепермское время.

*Ключевые слова:* нижняя пермь, Предуральский прогиб, флишевая формация, олистолиты

## THE LOWER PERMIAN IN “TORATAU” GEOPARK: RHYTHMICALLY LAYERED DEPRESSIONAL AND FLYSCH DEPOSITS OF THE PREURALIAN FOREDEEP

© 2019 V.M. Gorozhanin, E.N. Gorozhanina

**Abstract.** On the territory of the “Toratau” Geopark there are unique exposures of rhythmically layered carbonate-clay and clay-carbonate-sand rocks of the Lower Permian, which fill the Preuralian Foredeep — the structure formed in the Late Carboniferous at the front of the growing folded Urals. They are divided into basinal sediments composed of black and dark gray mudstones, siltstones with interlayers of marls and fine-grained limestone, and flysch deposits represented by rhythmically layered sand and clay rocks with interlayers of conglomerates and exotic blocks (olistolites) of silicified limestone. The lower Permian flych of the Western Urals is an indicator formation associated with the growth of the Ural fold belt as a result of the collision of continents in the early Permian time.

*Key words:* Lower Permian, Preuralian Foredeep, Permian flysch formation, olistolite

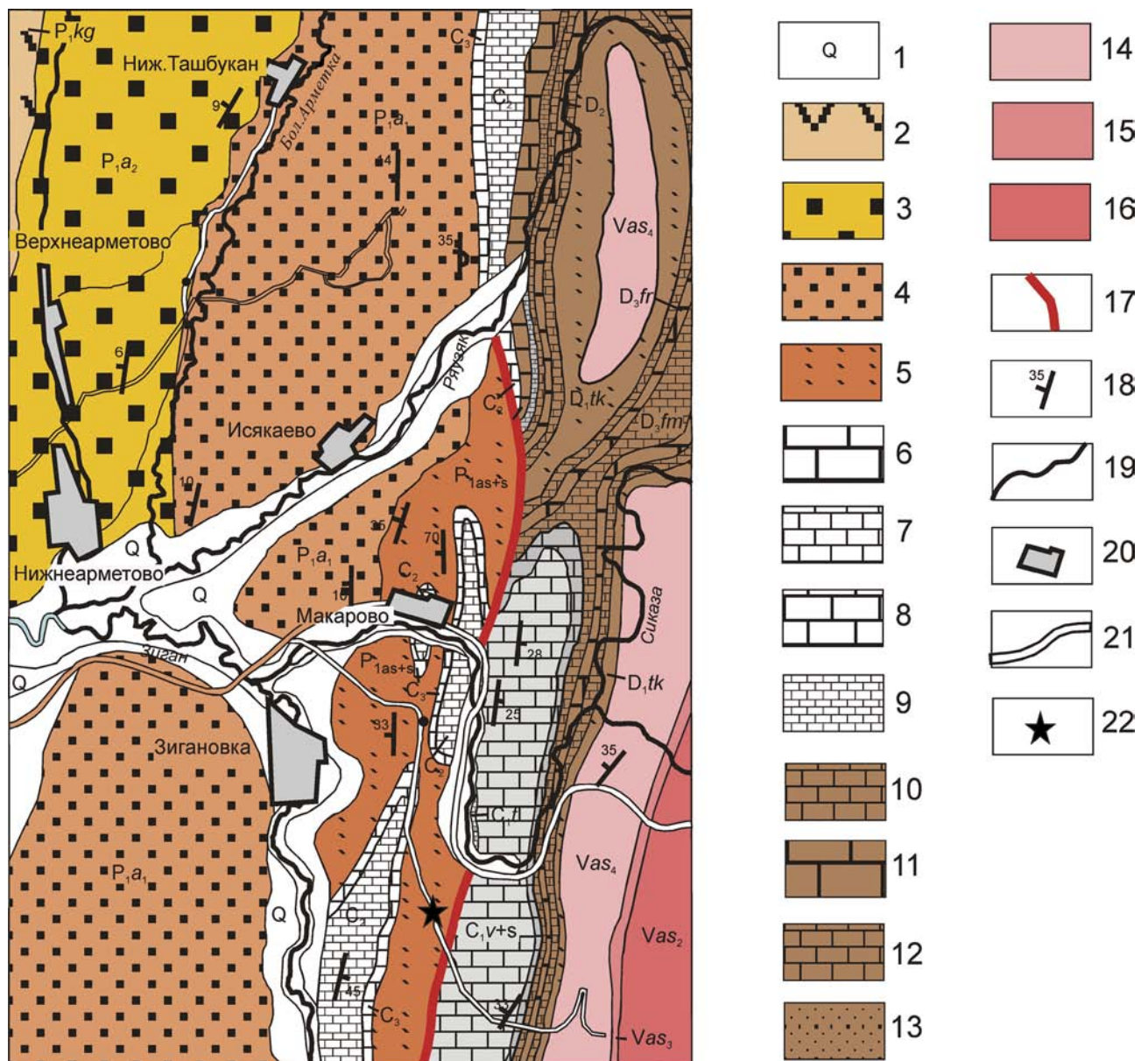
### Введение

Скальные выходы ритмично-слоистых карбонатно-глинистых и глинисто-карбонатно-песчаных отложений нижней перми можно наблюдать в обнажениях вдоль автодорог к востоку от Стерлитамака — у д.д. Макарово и Верхнеарметово

(рис. 1). Отложения относятся к осадкам, заполняющим Предуральский прогиб — структуру, образовавшуюся в позднем карбоне на фронте растущего складчатого Урала. Они подразделяются на депрессионные осадки, сложенные черными и темно-серыми аргиллитами, алевролитами с прослоями

**Для цитирования:** Горожанин В. М., Горожанина Е. Н. Нижняя пермь геопарка «Торатау»: ритмично-слоистые депрессионные и флишевые отложения Предуральского прогиба // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 153–160. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-10>.

**For citation:** Gorozhanin V. M., Gorozhanina E. N. The Lower Permian in “Toratau” Geopark: rhythmically layered depressional and flysch deposits of the Preuralian Foredeep // Geologicheskii vestnik. 2019. No. 3. P. 153–160. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-10>.



**Рис. 1.** Геологическое строение Ишимбайского Приуралья (фрагмент геологической карты N-40-XXI масштаба 1:200000, И.И. Синицин, 1962 г.)

*Условные обозначения:* 1 — четвертичные отложения; 2–4 — нижняя пермь: 2 — кунгурский ярус ( $P_1k$ ), гипсоносные осадки; 3–4 — артинский ярус ( $P_{1a_1}$ ,  $P_{1a_2}$ ), терригенные флишевые и молассовые осадки; 5 — ассельский и сакмарский ярусы ( $P_{1a+s}$ ), терригенно-карбонатные флишевые осадки; 6–9 — известняки верхнего ( $C_3$ ), среднего ( $C_2$ ) и нижнего ( $C_1$ ,  $C_{1v+s}$ ) карбона; 10–12 — известняки верхнего ( $D_{3fm}$ ,  $D_{3f}$ ) и среднего ( $D_2$ ) девона; 13 — песчаники такатинского горизонта нижнего девона ( $D_{1tk}$ ); 14–16 — ашинская свита верхнего протерозоя ( $Vas$ ); 17 — разломы; 18 — элементы залегания; 19 — реки; 20 — населенные пункты; 21 — дороги; 22 — точки наблюдений.

**Fig. 1.** Geological structure of the Ishimbay Pre-Urals (fragment of the geological map N-40-II scale 1:200 000, I.I. Sinitsin, 1962)

*Legend:* 1 — Quaternary deposits; 2–4 — Lower Permian: 2 — Kunguran ( $P_1k$ ), gypsum bearing sediments; 3–4 — Artinskian ( $P_{1a_1}$ ,  $P_{1a_2}$ ), terrigenous flysch and molasses sediments; 5 — Asselian and Sakmarian ( $P_{1a+s}$ ) terrigenous-carbonate flysch sediments; 6–9 — limestone of the Upper ( $C_3$ ), Middle ( $C_2$ ) and Lower ( $C_1$ ,  $C_{1v+s}$ ) Carboniferous; 10–12 — Upper ( $D_{3fm}$ ,  $D_{3f}$ ) and middle ( $D_2$ ) Devonian limestones; 13 — sandstones of the Takata horizon of the lower Devonian ( $D_{1tk}$ ); 14–16 — Asha Series of the Upper Proterozoic ( $Vas$ ); 17 — faults; 18 — elements of strike; 19 — rivers; 20 — settlements; 21 — roads; 22 — observation point.

мергелей и тонкозернистых известняков, и флишевые отложения, представленные ритмично-слоистыми песчано-глинистыми породами с прослоями конгломератов. Нижнепермский флиш западного Приуралья представляет собой индикаторную формацию, связанную с образованием и ростом Уральского складчатого пояса в результате коллизии континентов в раннепермское время [Келлер, 1949; Хворова, 1961; Мизенс, 1997; Чувашов, 1998; Пучков, 2010; и др.].

### Схема образования Предуральского краевого прогиба и заполнения его осадками

Во время образования Уральского складчатого пояса погруженная часть шельфа Восточно-Европейской платформы отделилась с востока растущими горами от мирового океана. Образовавшаяся в результате впадина, называемая Предуральским краевым прогибом, стала заполняться обломочным материалом, который выносился водными потоками с растущего горного сооружения (орогена). Прогиб был достаточно глубоким — 1–2 км, и потоки материала не достигали его центральной части. Там формировались депрессионные отложения — маломощные, не более первых десятков метров, осадки глубоководных илов, обогащенных органикой глин и кремнистых осадков — радиоляритов.

Вблизи орогена, на восточном борту прогиба, в осадках увеличивалась доля обломочных пород — песчаников, гравелитов, конгломератов. Их мощность достигала нескольких сотен метров (рис. 2).

### Характеристика пород

Флишевые осадки имеют характерную особенность: они образуют пакеты, сложенные набором осадочных пород — конгломератов, гравелитов, песчаников и глинистых пород — аргиллитов, которые построены закономерно: в нижней части ритма находятся грубообломочные породы, которые к верхней части ритма постепенно (градационно) сменяются тонкообломочными разностями — алевролитами и аргиллитами. Такая ритмичность, известная как циклы Боума, показывает, что данный пакет пород (ритм) формировался из турбулентного потока, переносившего обломочный материал во взвешенном виде. Обломочные осадки, накопившись на борту впадины, лавинообразно сходили вниз до основания склона и веерообразно распределялись по дну, по мере осаждения расслаиваясь на конгломераты, песчаники и глинистые осадки. Взвешенные тонкие частицы, осаждавшиеся медленнее, формировали фоновые иловые глинисто-карбонатные и кремнистые илы, образуя верхнюю или промежуточную часть ритма. Конечно, не все флишевые ритмы имеют полный набор пород, это

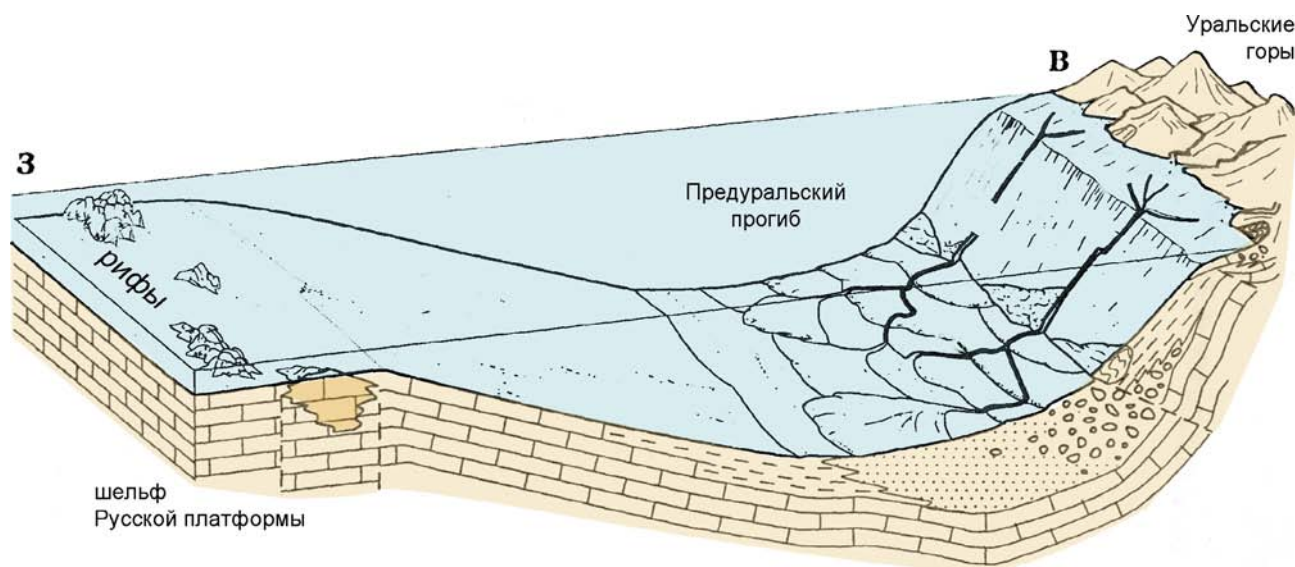


Рис. 2. Модель строения и типы осадков Предуральского краевого прогиба в раннепермское время [Мизенс, 1997]

Fig. 2. Model of the structure and types of sediments in the Preuralian Foredeep in early Permian time [Mizens, 1997]

скорее исключение. Наиболее часто встречаются ритмы, сложенные только песчаниками и аргиллитами, или только алевролитами и аргиллитами. Флиш сложен турбидитами — ритмично-слоистыми песчано-глинистыми породами, которые накапливались в результате действия мутьевых суспензионных потоков, и содержат грубообломочные прослои гравитационных (грейнитовых и дебритовых) потоков, а также мощные горизонты обвального-оползневых конглобрекций («дикий» флиш). Термин флиш отражает формационную принадлежность отложений и относится к комплексу осадков, формирующемуся в орогенную (коллизийную) геодинамическую стадию. Особенностью флишевых отложений является полимиктовый (смешанный) состав обломочного материала в осадках, показывающий, что в зону эрозии тектонически выведены разнородные и разновозрастные комплексы пород. Присутствие грубообломочных горизонтов конглобрекций (олистостром) является характерной чертой флишевых формаций. Флиш накапливается в глубоководных морских условиях. Мелководные осадки, образующиеся при поднятии горного сооружения, называются молассой. Они сложены дельтовыми, лагунными, прибрежно-морскими и аллювиальными осадочными комплексами и не имеют закономерной ритмичности, в них отсутствуют фоновые иловые прослои. К молассе в Предуральском прогибе относятся породы поздней перми — красноцветные песчаники, гравелиты, мергели, перекрывающие нижнепермский флиш.

Нижнепермский флиш Южного Урала — типичный элемент строения предгорного прогиба, характерный для многих орогенных сооружений мира. Как и во многих других флишевых формациях, в уральском флише можно видеть литологические

индикаторы, указывающие на его генезис из турбидных потоков на склонах и в каньонах глубоководной впадины. К ним относятся: градационная сортировка песчано-галечного материала, отпечатки нагрузки, следы течения, синседиментационные подводно-оползневые складки, обвальное-оползневые горизонты («олистостромы») с крупными отторженцами инородных пород — «олистолитов». В нижнепермских флишевых отложениях Урала можно встретить углефицированные остатки наземной растительности, и среди обломков — раковины морских беспозвоночных организмов — кораллов, брахиопод, аммоноидей, криноидей, фузулинид и т. д. Стратиграфическое расчленение флишевой толщи выполнено по фауне аммоноидей [Хворова, 1961].

### Описание обнажений

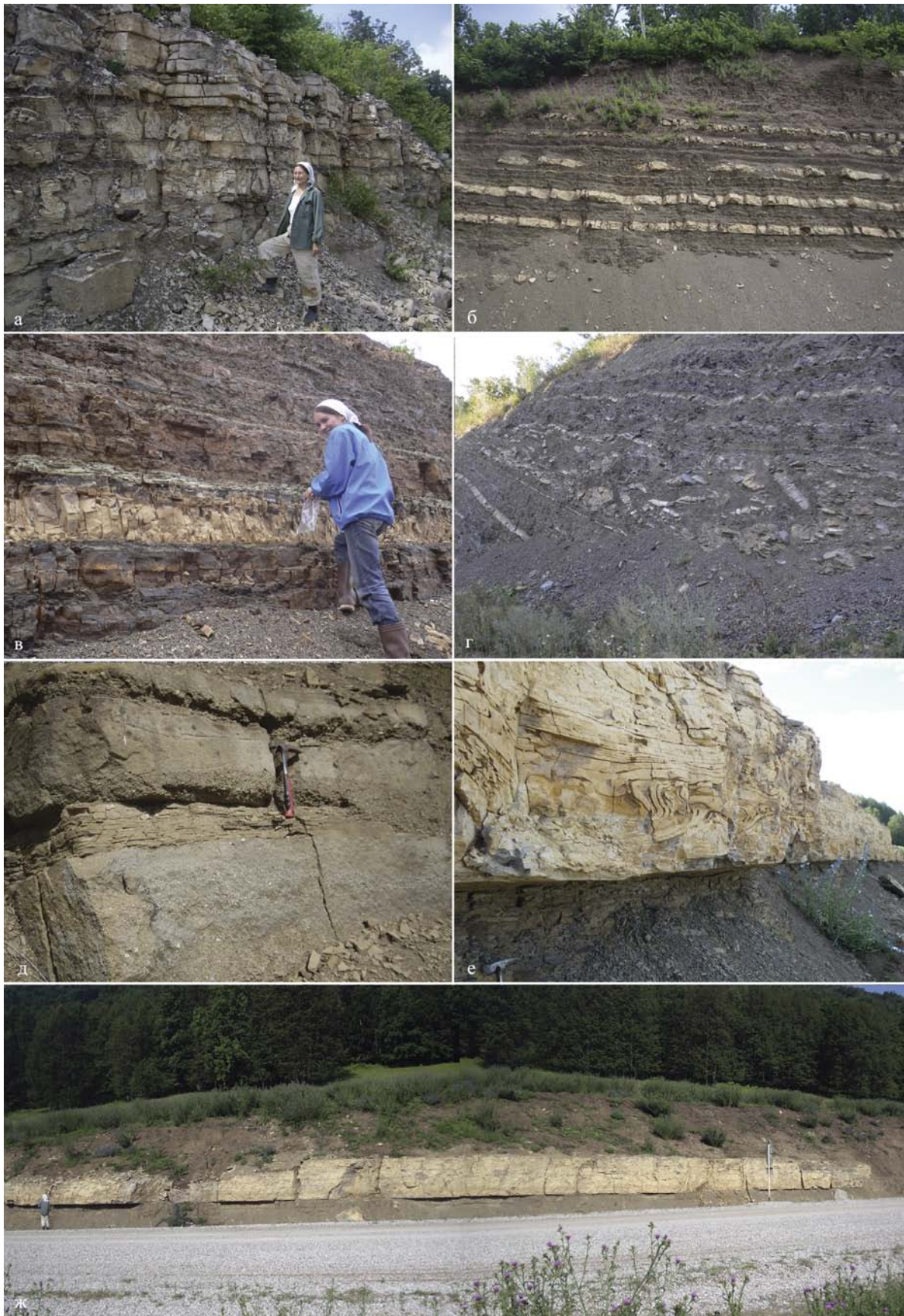
Флишевые отложения нижней перми восточной части Предуральского прогиба вовлечены в тектонические деформации и доступны для наблюдения в зоне передовых складок Южного Урала, где они вскрыты дорожными выемками. Самые впечатляющие и интересные выходы нижнепермского флиша находятся на строящейся дороге Стерлитамак–Магнитогорск в 3 км к ЮВ от с. Макарово (N 53° 37' 22.1", E 56° 36' 47.5") (рис. 1 и 3). Здесь в дорожных выемках наблюдается пологое залегание пластов во флишевой толще и их согласный стратиграфический контакт с подстилающими каменноугольными известняками (рис. 3а). Каменноугольные известняки тонкозернистые, слоистые, с характерным гороховидным и пластовым диагенетическим окремнением, занимающим иногда более 50% породы. Такое обилие кремней показывает,

**Рис. 3. Характерные черты и элементы строения фаций нижнепермского флиша в восточном борту Предуральского прогиба. Дорожные выемки автодороги Стерлитамак–Магнитогорск в районе д. Макарово**

а — каменноугольные окремненные известняки на контакте с верхнекаменноугольно(?)-ассельским флишем дистальных фаций; б — кремнисто-карбонатные прослои и конкреции во флишевых ритмах; в — прослои зеленоватого вулканического туфа среди дистальных алевро-аргиллитов — осадков нижнепермского (ассельского) флиша; г — подводно-оползневой слой хаотичного строения во флишевой толще; д — градационный гравийно-песчаный элемент строения цикла флиша, автодорога Ташбукан–Арметово; е — резкий контакт олистолита светлых кремнисто-карбонатных пород и аргиллитовой толщи со структурой волочения в основании блока; ж — общий вид блока кремнисто-карбонатных пород в артинских флишевых осадках в борту дороги Ташбукан–Арметово; для масштаба — фигура человека в левой части снимка.

**Fig. 3. Characteristic features and elements of the structure of the Lower Permian flysch facies in the Eastern part of the PreUralian Foredeep. Road excavation, road Sterlitamak – Magnitogorsk near village of Makarovo**

а — Carboniferous silicified limestone in contact with the Upper Carboniferous-Asselian distal flysch facies; б — siliceous carbonate interlayers and nodules in flysch rhythms; в — interlayers of greenish volcanic tuff layer among the Lower Permian (Asselian) silty argillites — distal flysch sediments; г — underwater landslide layer of chaotic structure in the flysch layer; д — a graded gravelly-sandy structural element of the flysch cycle, road Tashbukan–Armetovo; е — sharp contact of light siliceous-carbonate rocks olistolite with argillites and drag structure at the base of the unit; ж — general view of block of siliceous-carbonate rocks in the Artinskian flysch sediments in the side of the road Tashbukan–Armetovo; for scale, a human figure in the left part of the picture.



что породы формировались в глубокой, погруженной части шельфа, где источником кремнезема служили спикулы (иглы) глубоководных губок и скелеты радиолярий. Перекрывающие их ритмично-слоистые глинистые осадки относятся, предположительно, к ассельскому ярусу нижней перми. Они содержат карбонатно-кремнистые прослои (рис. 3б), отличающиеся светло-желтоватой окраской на фоне темно-серых песчано-глинистых пород. Иногда они разделяются на отдельные линзовидные фрагменты. Отложения представляют собой депрессионные осадки глубоководной впадины, чередующиеся с тонкозернистыми дистальными (удаленными) турбидитами. Привлекают внимание также прослои вулканического туфа, выделяющиеся светло-зеленоватой окраской<sup>1</sup> (рис. 3в), которая указывает на примесь минералов и пород вулканического происхождения в виде остроугольных «рогулек», которые хорошо видны под микроскопом. Несмотря на небольшую — около 10 см, мощность, прослои являются хорошими маркирующими горизонтами и имеют важное значение для реконструкции геологической истории. Наземный вулканизм этого времени на Южном Урале не известен. Значит, где-то в других местах вулканические извержения были настолько мощными, что пепловый материал распространялся повсеместно.

В другом борту дорожной выемки среди флишевых ритмов наблюдается прослой хаотичного строения со структурами оползания слоев [Горожанин, Горожанина, 2011]. Снизу и сверху он ограничен плоскопараллельными тонкими пластами с ненарушенным залеганием. Он также содержит фрагменты слоек, которые частично сгружены в виде лежащих складок (рис. 3г). Горизонт представляет собой типичную для флишевых отложений структуру подводного оползания, когда смятию подверглись литифицированные карбонатно-глинистые отложения, сползшие по склону впадины в результате землетрясений.

Другой тип флишевых осадков и оползневых образований наблюдается в толще артинских отложений, вскрытых автодорогой с. Ташбукал — с. Верхне-Арметово (N 53° 42' 10.6" E 56° 32' 14.8") (рис. 1). Здесь флишевые ритмы состоят в основном из гравелитов, грубозернистых песчаников и алевроглинистых пород (рис. 3д). Дорожной выемкой вскрыт удлиненный блок светлых слоистых крем-

нисто-карбонатных пород, размером 3×50 м, залегающий согласно в толще аргиллитов. По краям он тупо ограничен хорошо выделяется на фоне тонкослоистой флишевой песчано-глинистой толщи (рис. 3ж). Блок слабо нарушен поздней субвертикальной трещиноватостью, но в целом монолитен. Его нижняя поверхность выражена резко, на ней наблюдаются следы течения в виде гиероглифов и полос сумеридионального скольжения (рис. 3е). Внутренняя структура этого монолитного блока неоднородна — вблизи подошвы находится 40-см слой с ролловидными структурами волочения, что говорит об оползании слабо литифицированного или расжиженного (флюидизированного) пласта осадков.

Олистостромы и олистолиты — наиболее «грубые» элементы флиша. Их наличие является доказательством землетрясений во время накопления флиша и свидетельствует о грандиозности прошедших тектонических процессов.

Еще одним примечательным объектом в тонкозернистых флишевых отложениях нижней перми в этом районе являются слои песчаника, образующие тела мощностью от 1 до 5–6 м. Их можно наблюдать в описанной ранее придорожной выемке (точка с координатами N 53° 35' 27.0", E 56° 36' 47.2"). Они контрастно выделяются среди фоновых тонкозернистых осадков (рис. 4а, б), сложены песчаником средней размерности и не несут признаков градиционной сортировки, характерной для флишевых осадков. Наличие песчаников в разрезе, где они встречаются весьма редко, да еще увеличенной мощности, свидетельствует, вероятно, о крупном цунами или сейсмическом событии, которое резко увеличило приток более грубого материала по сравнению с фоновым глинистым. Такие зерновые потоки, или грейниты, нередко фиксируются во флишевых отложениях, где они образуют линзовидные тела, прослеживаемые по простиранию слоя [Мизенс, 1997].

В данном случае линзовидная форма тела маловероятна, т.к. на противоположной стороне дорожной выемки наблюдается только один прослой песчаника мощностью 0.5–0.7 м. Наиболее вероятным объяснением увеличенной мощности песчаника является предположение о том, что мощный слой грейнита образует подводно-оползневую складку (рис. 4б). Этот слой быстро, на протяжении 20–30 м, выклинивается. В отличие от пакетов литологически различных пород, где конседиментационные складки легко узнаются, в однородном песчаном материале увидеть такие структуры довольно

<sup>1</sup> Прослой туфа прослеживается во многих разрезах этого района, но в более выветрелых породах он превращен в светло-желтоватую глину бентонитового состава.



**Рис. 4.** Мощные тела несортированного песчаника среди тонких глинистых отложений нижнепермского флиша в восточном борту Предуральяского прогиба. Дорожная выемка автодороги Стерлитамак–Магнитогорск в районе д. Макарово

а — выходы слоев песчаника с прослоем алевроаргиллитов; б — одно из возможных объяснений увеличенной мощности песчаника — однородный несортированный материал образует подводно-оползневую складку; в — шарообразные конкреции в песчанике (отмечены белыми стрелками).

**Fig. 4.** Thick bodies of unsorted sandstone among fine deposits of the Lower Permian flysh in the Eastern part of the PreUralian Foredeep. Road excavation Sterlitamak–Magnitogorsk road near village of Makarovo

а — outcrops of sandstone layers with siltstone interlayer; б — one possible explanation for the increased thickness of sandstone — a homogeneous unsorted material forms an underwater landslide fold (slump); в — spherical concretions in sandstone (marked with white arrows).

сложно, но, как показывает опыт изучения песчаных марино-гляциальных отложений вендского возраста [Горожанин, Канипова, 2017], вполне возможно.

Характерной чертой слоя песчаников также является наличие в них своеобразных конкреций шарообразной формы, контрастно выделяющихся на однородном фоне. Конкреции имеют тот же состав песчаного материала, что и вмещающие породы, отличие состоит только в карбонатном цементе, который придает конкреции более «плотный» вид. Такие конкреции также типичны для

флишевых отложений других районов; например, они встречаются в зилаирской серии верхнего девона — одной из самых известных уральских осадочных формаций.

### Заключение

Выходы нижнепермских ритмично-слоистых отложений Ишимбайского Приуралья представляют собой яркий пример типичных флишевых отложений, формировавшихся в предгорном прогибе

во время роста Уральского орогена. Они могут использоваться как научные и учебные объекты. Перспективы дальнейшего изучения флиша связаны с детальным литологическим описанием, изотопным датированием вулканического туфового горизонта и более детальной стратификацией с помощью фауны конодонтов и фораминифер.

#### Список литературы:

*Горожанин В.М., Горожанина Е.Н.* Подводно-оползневые образования в нижнепермском флише Ишимбайского Приуралья // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2011. – № 3–4. – С. 75–80.

*Горожанин В.М., Канипова З.А.* Подводно-оползневые горизонты в марино-гляциальных отложениях толпаровской свиты неопротерозоя (Южный Урал). Геологический сборник № 14 / ИГ УНЦ РАН. – СПб: Свое издательство, 2017. – С. 3–11.

*Келлер Б.М.* Флишевая формация палеозоя в Зилаирском синклинории на Южном Урале и сходные с ней образования. – М.: Изд-во АН СССР, 1949. 196 с.

*Мизенс Г.А.* Верхнепалеозойский флиш Западного Урала. – Екатеринбург: УрО РАН, 1997. – 229 с.

*Пучков В.Н.* Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. – 280 с.

*Чувашов Б.И.* Динамика развития Предуральского краевого прогиба // Геотектоника. – 1998. – № 3. – С. 22–37.

*Хворова И.В.* Флишевая и нижнемолассовая формации Южного Урала. М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 352 с.

#### References:

*Chuvashov B.I.* Dinamika razvitiya Predural'skogo kraevogo progiba [Dynamics of the Preuralian Foredeep development] // Geotectonics. 1998. No. 3. P. 22–37. (In Russian).

*Gorozhanin V.M., Gorozhanina E.N.* Podvodno-opolznevye obrazovaniya v nizhnepermskom flishe Ishimbayskogo Priural'ya [Underwater-landslide formations in the Lower Permian flysch of the Ishimbay Pre-Urals] // News of the Ufa scientific center of RAS. 2011. No. 3–4. P. 75–80. (In Russian).

*Gorozhanin V.M., Kanipova Z.A.* Podvodno-opolznevye gorizonty v marino-glyacial'nykh otlozheniyah tolparovskoi svity neoproterozoya (Yuzhnyi Ural) [The slump horizons in the marine-glacial sediments of the Tolparovo Formation, Neoproterozoic, Southern Urals] Geological collection No. 14 / IG UNC RAS. St. Petersburg: Svoe Publishing House, 2017. P. 3–11. (In Russian).

*Keller B.M.* Flishevaya formaciya paleozoya v Zilairskom sinklinorii na Juzhnom Urale i shodnye s nei obrazovaniya [Flysch formation of the Paleozoic in the Zilair synclinorium at the Southern Urals and similar education]. M.: AN SSSR Publ, 1974. 196 p. (In Russian).

*Khvorova I.V.* Flishevaya i nizhnemolassovaya formacii Juzhnogo Urala [Flysch and lower molasse Formations of the South. Urals]. M.: AN SSSR Publ., 1961. 352 p. (In Russian).

*Mizens G.A.* Verhnepaleozoiskii flish Zapadnogo Urala [Upper Paleozoic flysch of the Western Urals]. Ekaterinburg: Uro RAS Publ, 1997. 229 p. (In Russian).

*Puchkov V.N.* Geologiya Urala i Priural'ya (aktual'nye voprosy stratigrafii, tektoniki, geodinamiki i metallogenii) [Geology of the Urals and the PreUrals (topical issues of stratigraphy, tectonics, geodynamics and metallogeny)]. Ufa: DisinPoligrafServis Publ., 2010. 280 p. (In Russian).

#### Сведения об авторах:

**Горожанин Валерий Михайлович**, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: Gorozhanin@ufaras.ru

**Горожанина Елена Николаевна**, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: Gorozhanin@ufaras.ru

#### About the authors:

**Gorozhanin Valery Michailovich**, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia. E-mail: Gorozhanin@ufaras.ru

**Gorozhanina Yelena Nikolaevna**, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia. E-mail: Gorozhanin@ufaras.ru