

Popov M.G., Seliverstov N.I., Shevnin V.A. Geofizicheskie metody issledovaniy [Geophysical research methods]. Petropavlovsk-Kamchatskiy, KGPU, 2004. 229 p. (In Russian).

7. Baykov V.A., Zhonin A.V., Konovalova S.I., Martynova Yu.V., Mikhaylov S.P., Rykus M.V. Petrofizicheskoe modelirovanie slozhnopostroennogo terrigenogo kollektora [Petrophysical modeling of heterogeneous terrigenous reservoir]. Territoriya Neftegas – Oil and Gas Territory, 2018, no. 1, pp. 34–38. (In Russian).

8. GOST R 53375-2009. Skvazhiny neftyanye i gazovye. Geologo-tehnologicheskie issledovaniya. Obshchie trebovaniya [Oil and gas wells. Geological and technological research. General requirements]. Moscow, Standartinform, 2009. 19 p. (In Russian).

9. Bayguzin R.V., Konovalova S.I. Izuchenie gidrodinamicheskoy svyaznosti kollektorov v zavisimosti ot ikh peschanistosti i kharakteristik geologicheskoy modeli [Studying the hydrodynamic connectivity of reservoirs depending on their sandiness and characteristics of geological model]. Geologiya, geoeкологиya i resursnyy potentsial Urala i sopredelnykh territoriy – Geology, Geocology and Resource Potential of the Urals and Adjacent Territories 2019, no. 7, pp. 121–123. (In Russian).

10. Hovadik J.M., Larue D.K. Static characterizations of reservoirs: Refining the concepts of connectivity and continuity. Petroleum Geoscience, 2007, vol. 13, no. 3, pp. 195–211.

11. Tarasevich Yu.Yu. Perkolyatsiya: teoriya, prilozheniya, algoritmy [Percolation: Theory, applications, algorithms]. Moscow, URSS, 2002. 112 p. (In Russian).

УДК 551.7.022

DOI: 10.24411/1728-5283-2020-10105

ФАЦИАЛЬНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНОГО БОРТА ПРЕДУРАЛЬСКОГО ПРОГИБА

© **Е.А. Володина**,
 аспирант,
 Московский Государственный
 Университет им. М.В. Ломоносова,
 геологический факультет,
 Ленинские горы, д. 1,
 119234, г. Москва, Российская
 Федерация,
 e-mail: ekaterina.volodina2015@
 yandex.ru

В статье приведены исследования фациальной зональности отложений позднего палеозоя в Юрюзано-Сылвенской впадине Предуральского краевого прогиба. Во многих работах описана поперечная фациальная зональность отложений. Целью данной работы является выяснение фациальной зональности позднепалеозойских отложений прогиба в продольном направлении с юга на север. Вторая цель – установление источников и направлений сноса материала при формировании этих отложений. В ходе работы изучены отложения на территории следующих листов масштаба 1:200 000: N-40-XI (Бакал), N-40-VI (Куса), O-40-XXXVI (Нязепетровск) и O-40-XXX (Ревда). Автором были подробно описаны разрезы с детальным отбором шлифов. В ходе работы были выделены несколько групп литотипов, отражающих структурно-текстурные особенности пород, их состав и территориальное распространение. Построена корреляционная схема позднепалеозойских отложений на основании всех изученных разрезов. Анализ распределения литотипов по площади и по разрезу позволил реконструировать источники и направления сноса материала. Главным источником сноса был Тараташский выступ и его западное обрамление. К западу от Тараташского выступа, на территории Кусинского листа склон был очень крутой, а территория приподнята выше соседних. Это подтверждается литологическими и структурными особенностями разрезов. Такая ситуация объясняется

тем, что Тараташский выступ является индентором, пережимающим основные зоны Уральской складчатой системы. Для Бакальского листа реконструируются три источника сноса – основной на северо-востоке, а также два побочных: Сулеймановская антиклиналь и шиханы Дуванской системы рифов, образовавшиеся на шельфе Восточно-Европейской платформы. На территории Нязепетровского и Ревдинского листов снос шел, скорее всего, с востока и юго-востока. Однако источник для валунных конгломератов, расположенных на севере Ревдинского листа, пока остается невыясненным.

Ключевые слова: Предуральский прогиб, Юрюзано-Сылвенская впадина, Симская впадина, фациальная зональность, источники сноса, литотипы, корреляция

© E.A. Volodina

FACIES ZONING OF LATE PALEOZOIC DEPOSITS ON THE EASTERN FLANK OF THE CIS-URAL FORELAND BASIN

Lomonosov Moscow
State University,
1, Leninskie gory,
119234, Moscow,
Russian Federation,
e-mail: ekaterina.volodina2015@
yandex.ru

This article presents research on the facies zoning of Late Paleozoic deposits in the Yuryuzan-Sylva depression of the Cis-Ural foreland basin. The cross zoning of the deposits have been described in many works. The purpose of this article is to determine the facies zoning of the Late Paleozoic deposits of the foreland basin in the longitudinal direction from south to north. The second goal is to reconstruct the source areas and directions in which the material was supplied during the formation of these deposits. During this work the author studied the deposits placed on the following map sheets on a scale of 1:200 000: N-40-11 (Bakal), N-40-6 (Kusa), O-40-36 (Nyzepetrovsk) and O-40-30 (Revda) and described stratigraphic sequences with a detailed selection of thin sections. Several groups of lithotypes were identified that represented the structural and textural features of the rocks, their composition and areal distribution. A correlation diagram of the Late Paleozoic deposits was constructed using all the sequences under investigation. Analysis of the distribution of lithotypes by areas and sequences made it possible to reconstruct the sources and directions of the material input. The main source area was the Taratash ledge and its western frame. To the west of the Taratash ledge, within the Kusa sheet, the slope was very steep and the area was more elevated than the neighbouring ones. This is verified by lithological and structural features of the stratigraphic sequences. Such a situation is explained by the fact that the Taratash ledge is an indenter that constricts all zones of the Ural fold system. Three source areas are recorded for the Bakal sheet. These are the main one in the north-east as well as two secondary source areas: the Suleymanovo anticlinorium and Duvan reef system formed on the shelf of the East European platform. On the Nyzepetrovsk and

Revda sheets the material input was most likely from the east and south-east. However, the source for boulder conglomerates located in the north of the Revda sheet is still unclear.

Key words: Ural foreland basin, Yuryuzan-Sylva depression, Sim depression, facies zoning, source areas, lithotypes, correlation.

Актуальность. Отложения Предуральского краевого прогиба изучаются различными исследователями с начала XX века. Наличие поперечной фациальной зональности было доказано уже давно: выявлены 4 главные зоны: грубообломочная, глинисто-песчаниковая, карбонатно-глинистая, карбонатная. Однако данная зональность, описанная только для поперечного сечения Предуральского прогиба, показывает постепенную смену отложений с востока на запад. Всегда считалось, что снос материала идет исключительно с востока. Вместе с тем продольная зональность прогиба осталась вне поля зрения исследователей [1–3] так же, как и определение конкретных источников сноса.

Цель: выяснение фациальной зональности позднепалеозойских отложений прогиба в продольном направлении с юга на север. Вторая цель – установление источников и направлений сноса материала при формировании этих отложений.

При составлении и подготовке к изданию Государственных геологических карт масштаба 1:200 000 в разное время были изучены позднепалеозойские отложения Предуральского прогиба на территории следующих листов: N-40-XI (Бакал), N-40-VI (Куса), O-40-XXXVI (Нязепетровск) и O-40-XXX (Ревда). При написании данной работы наибольшее внимание отводилось послойному изучению разрезов с отбором шлифов. Автором было описано около 40 разрезов, а также изготовлено и описано 250 шлифов.

Территория Бакальского листа была изучена наиболее детально. В его пределах располагаются восточная часть Симской впадины, которая будет рассматриваться как отдельный район (Симский), и юго-восточная часть Юрюзано-Сылвенской впадины, где присутствуют многочисленные надвиги.

В соответствии со структурой впадины удобно выделять районы: Ахуновский, Ибраевский и Старомухаметовский. Кроме того, эти две впадины разделены поднятием Каратау, где также присутствуют отложения позднего палеозоя, соответственно, выделяется еще один район – Каратауский (рис. 1).

При изучении шлифов было выделено 20 литотипов, в распределении которых наблюдается нечетко выраженная закономерность. С одной стороны, многие из них являются «проходящими», то есть встречаются во многих разрезах на разных уровнях. С другой стороны, есть литотипы, встречающиеся практически однократно. Поэтому уместно выделить некоторые группы литотипов, различающихся по структурно-текстурным особенностям, составу и территориальному распространению (рис. 2):

1-я группа. Конгломераты от галечных до валунных имеют широкое распространение

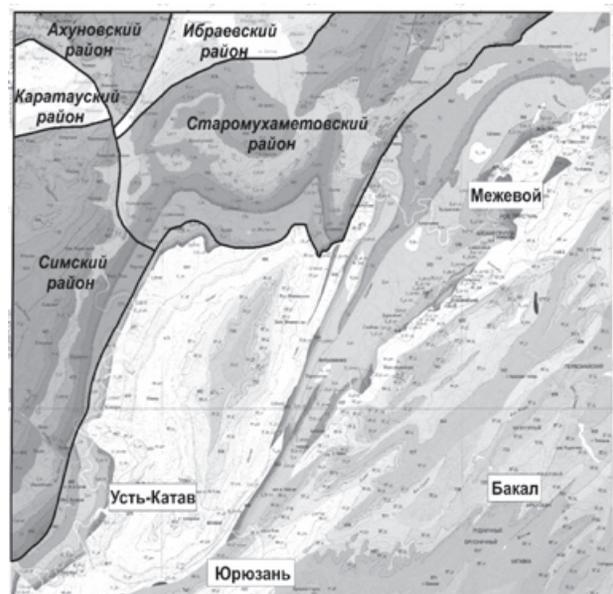


Рис. 1. Районы, выделенные на территории листа N-40-XI (Бакал)

ние. Наибольшее количество таких пород встречено на территории Кусинского листа, где они присутствуют почти во всех подразделениях – малоикская толща (C_2mk), азамская (C_2az), абдрезяковская (C_2ab), васелгинская (C_3vs), шариповская (P_1sp), капысовская (P_1kp) и белокатайская (P_1bk) свиты. В значительно меньшем количестве подобные породы есть на территории Бакальского листа – в бальзякской (P_1bl), капысовской и янгантауской (P_1jn) свитах, а также Нязепетровского и Ревдинского листов – в сергинской (C_2sr), уткинской (C_3ut), капысовской,

Условные обозначения:

- Группа 1 - конгломераты от мелкогалечных до валунных
- Группа 2 - песчаники граувакковые, средне-грубозернистые
- Группа 3 - песчаники тонко-мелкозернистые
- Группа 4 - известняки микритовые, без примесей
- △ Группа 5 - известняки спикуловые и с примесью кварца
- ▲ Группа 6 - известняки коралловые, криноидные
- ☆ Группы 7 - известняки биоморфные и биокластовые

Бакал - Населенные пункты

Каратау - Источники сноса

- AR-PR
- R-V
- O-C1
- C2-C3
- P



Рис. 2. Схематическая карта распределения групп литотипов на изученной территории

бисертской (P_1bs) и белокатайской свитах.

2-я группа. Песчаники граувакковые, грубо-среднезернистые. Породы данной группы повсеместно распространены на территории Кусинского листа, а также в самой северной части Бакальского листа (южнее они отсутствуют). На территории более северных листов (Нязепетровского и Ревдинского) встречаются относительно редко в сергинской, капысовской и белокатайской свитах.

3-я группа. Песчаники тонко-мелкозернистые. Наиболее широкое распространение данные породы имеют на территории Кусинского листа, а также в северной части Бакальского – в чигишанской ($P1cg$), шариповской, капысовской и янгантауской свитах. Изредка породы данной группы встречаются в самом южном, Симском, районе в шариповской свите. На территории более северных листов – О-40-XXX (Ревда) и О-40-XXXVI (Нязепетровск) – мелкозернистые песчаники встречаются относительно редко и приурочены к сергинской, бисертской, капысовской и белокатайской свитам.

4-я группа. Известняки микритовые, без примесей. Породы данной группы распространены довольно равномерно по всей изучаемой территории, за исключением северной части Кусинского листа.

5-я группа. Известняки спикуловые и с примесью кварца. Породы данной группы выделены не столько по сходным литологическим признакам, сколько по территориальному распространению. Подавляющая их часть распространена на территории Бакальского листа. Определенной принадлежности к какой-либо свите не наблюдается.

6-я группа. Известняки коралловые и криноидные. Породы данной группы встречаются редко, однако они довольно четко привязаны территориально – располагаются преимущественно на территории Бакальского листа, в его западной части и приурочены к капысовской и янгантауской свитам.

7-я группа. Известняки биоморфные и биокластовые. Породы данной группы встречаются часто и в разнообразных подразделениях, но распространены неравномерно (тя-

готеют к западной части Бакальского листа).

Результатом проделанной работы является схема корреляции верхнепалеозойских отложений, построенная на основании изученных разрезов (рис. 3).

Анализ распределения групп литотипов по площади и по стратиграфическому разрезу позволяет реконструировать возможное расположение областей сноса и направление сноса. По выделенным участкам группы литотипов распределены следующим образом.

В **Симском районе** (самом южном) преобладают мелкозернистые породы, мелкогалунные и галечные конгломераты (группа 1) встречены только в одном месте и приурочены к капысовской и бальзякской свитам. Довольно часто встречаются прослои органично-обломочных и биоморфных известняков (группа 7), начиная с низов ахуновской свиты (середина ассельского яруса). Образование подобных пород, возможно, связано с разрушением рифовых массивов (шиханов), возникших на шельфе Восточно-Европейской платформы [4].

В **Ахуновском районе** грубообломочные отложения (группа 1) встречаются только в верхах разреза – в белокатайской, янгантауской и габдрашитовской (P_1gb) свитах (артинский ярус нижней перми). Данный район примечателен тем, что здесь присутствует большое количество спикуловых известняков и известняков с примесью кварца, – данные литотипы объединены в одну группу (группа 5) по территориальному признаку. Подобные породы встречаются начиная с шариповской свиты, но чаще приурочены к янгантауской, что было обусловлено благоприятными условиями для жизни теплолюбивой фауны. В дальнейшем, из-за увеличения гидродинамической активности во время формирования отложений, что отражается на обилии грубообломочных пород и структурных особенностях разрезов, произошло исчезновение губок, а их спикулы разносились донными течениями. Здесь же встречены коралловые и криноидные известняки (группа 6), также являющиеся продуктами разрушения шиханов, как и детритовые известняки.

В **Ибраевском районе** наблюдается похожая ситуация по отношению к количеству

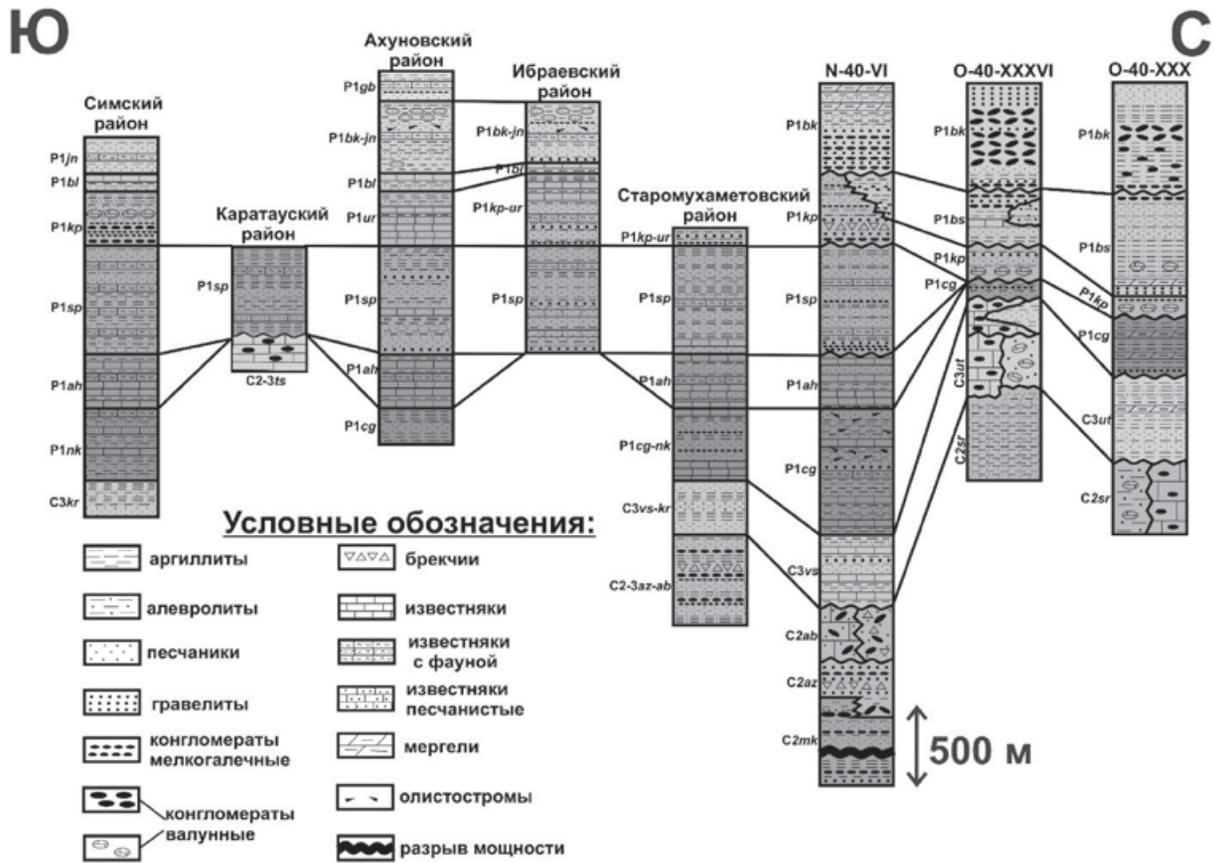


Рис. 3. Схема корреляции позднепалеозойских отложений на изученной территории

грубообломочного материала. Однако прослоев известняков уже значительно меньше, это связано с более восточным расположением района (органогенно-обломочные известняки не распространяются на такие расстояния).

В Старомухаметовском районе грубообломочные отложения присутствуют в восточной его части в азымской и абдрезяковской нерасчлененных свитах ($C_{2-3}az-ab$) и в чигишинской свите, а также в капысовской свите нижней перми. Во всех отложениях отмечается большая примесь терригенного материала (группы 2 и 3), а количество карбонатных пород, а тем более органогенных известняков незначительно.

В разрезе позднепалеозойских отложений Кусинского листа отмечается преобладание грубообломочных пород (группа 1), которые встречаются практически в каждом подразделении. Наибольшее количество приходится на азымскую и абдрезяковскую свиты карбона (обилие валунных и галечных конгломератов), а также капысовскую и бе-

локатайскую свиты нижней перми. Также отмечается значительная мощность отложений, заметно превышающая аналоги в остальных районах.

В отложениях Нязепетровского и Ревдинского листов также присутствует значительное количество грубообломочного материала по сравнению с отложениями Бакальского листа, но подобные породы распространены не повсеместно, а только в сергинской, капысовской и белокатайской свитах. Причем размерность материала заметно уменьшается в северном направлении, где преобладают средне- и мелкозернистые разновидности (группы 2 и 3).

Обсуждение материала. Таким образом, в пределах изученной территории отчетливо прослеживается продольная зональность отложений: несмотря на то, что основным источником материала был Уральский ороген, расположенный на востоке, существовали и побочные источники сноса, которые будут рассмотрены далее. Судя по расположению

групп литотипов на карте, можно заметить, что основное количество грубообломочных пород встречается на территории Кусинского листа. На остальной территории подобные отложения встречаются в значительно меньшем количестве. Из чего следует, что основным источником материала был Тараташский выступ и его западное обрамление, которые активно разрушались во время горообразования и формирования прогиба. Это видно из литологических особенностей пород, а именно, – в азымской и абдрезяковской свите среднего карбона встречены валуны и гальки, представленные в основном кремневыми породами, которые встречаются в отложениях ордовика, силура и девона Маяктауского аллохтона, и кварцитовидными песчаниками, относящимися к зильмердакской свите верхнего рифея и такатинской свите нижнего девона [5]. Кроме того, можно сделать вывод, что склон бассейна был в этом месте очень крутой, что подтверждается большими мощностями отложений и структурными особенностями разрезов: многочисленными складками, крутыми углами падения, олистостромой, тектонической раздробленностью территории, которая видна на геологической карте, особенно в поле распространения карбона. Поэтому снос материала был очень активным.

Помимо этого, можно говорить, что территория здесь была приподнята выше, чем более северная и более южная, так как большинство пород среднего карбона сформированы в условиях шельфа и наиболее приближены к суше. Некоторые породы азымской и абдрезяковской свит были сформированы в континентальных условиях, о чем говорит отсутствие карбонатного цемента, красноватость отложений и отсутствие характерных для морской обстановки структурно-текстурных особенностей пород [5].

Подобную ситуацию на данной территории можно объяснить следующим образом: Тараташский выступ является индентором, переживавшим все основные зоны уральской складчатой системы [6]. Эта зона получила характерное название – Миасский синтаксис. Эксгумация Тараташского блока (когда он и

стал выступом) произошла еще в середине рифея в условиях растяжения [6], а как раз в позднем палеозое Тараташский блок работал как индентор в условиях сжатия. Соответственно, там возникали сильные напряжения сжатия, что и привело к образованию такого крутого склона и ранее описанных условий.

Если говорить об отложениях Бакальского листа, то для них основной источник сноса был с северо-востока. Это подтверждается картой распределения литотипов и корреляционными колонками, из которых видно, как с северо-востока на юго-запад постепенно уменьшается размерность материала и мощность отложений, увеличивается роль карбонатов. Все это говорит о выполаживании склона и о переходе к спокойному гидродинамическому режиму.

Однако сложно не заметить, что и на северо-западе данного листа встречаются валунные и галечные конгломераты в породах капысовской и бальзякской свит. Это связано с размывом ближайшего локального источника сноса – Сулеймановской антиклинали, которая расположена южнее и юго-восточнее описанных грубообломочных отложений. Гальки и мелкие валуны представлены в основном кварцитами и кремнями, а подобные отложения есть в зильмердакской и миньярской свитах верхнего рифея, слагающих Сулеймановскую антиклиналь.

Стоит отметить, что по новым представлениям Каратау-Сулеймановский блок выделяется в качестве единого [7]. Он имеет форму клина, и при широтном сжатии выдавливался не только вверх, но и на север (при этом Симская впадина сформировалась в результате компенсирующего растяжения). Соответственно, севернее поднятия Каратау, возможно, тоже встречаются конгломераты, однако, более северные территории находятся уже на листе N-40-V (к северу от Бакальского и к западу от Кусинского) и к тому же, на изученную территорию попадает лишь самая восточная часть Каратау.

Еще один источник сноса, участвовавший в формировании отложений Бакальского листа, располагается к западу от изученной территории и был упомянут в начале статьи.

