

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ РЕЖЕВСКОЙ ИЗОЛИРОВАННОЙ КАРБОНАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ (ВЕРХНИЙ ДЕВОН – НИЖНИЙ КАРБОН, ВОСТОЧНЫЙ СКЛОН СРЕДНЕГО УРАЛА)

© 2018 г. С. А. Дуб, Г. А. Мизенс

Институт геологии и геофизики УрО РАН, г. Екатеринбург

Фрагменты Режевской карбонатной платформы, существовавшей в позднем девоне и раннем карбоне на территории современного восточного склона Среднего Урала, обнажаются на р. Реж напротив сел Першино и Мироново, а также вблизи д. Сохарево и на р. Бобровке в окрестностях с. Покровское (рис. 1). В современном тектоническом плане указанные фрагменты входят в состав Режевской структурной зоны и приурочены к Ощепковско-Першинскому и Покровско-Мироновскому субмеридионально-ориентированным блокам, разделенным участками распространения вулканогенных и карбонатно-терригенных пород [9, 25].

Разрез у с. Першино является наиболее полным. Он охватывает стратиграфический диапазон от губинского горизонта франского яруса верхнего девона до кизеловского горизонта турнейского яруса нижнего карбона включительно [14, 20]. Его общая мощность составляет около 1100 м. Верхняя часть турнейского яруса (косьвинский горизонт) вскрыты в скале Соколиный камень в 2 км ниже по реке Реж [13, 24]. В окрестностях деревни Сохарево и в восточной части села Покровское обнажаются верхнедевонские отложения [3, 4, 17], а в разрезах «Покровское» (на западной и северо-западной окраине села) и «Мироново» представлены только нижневизейские известняки [25]. Карбонаты турнейского возраста объединяются в першинскую свиту, а ранневизейского — в мироновскую (с соответствующими стратотипами «Першино» и «Мироново»). Среди верхнедевонских пород свиты не выделены. В пределах Режевской структурной зоны известны и другие, менее представительные разрезы верхнедевонско-нижнекаменноугольной платформы, в том числе вскрытые многочисленными скважинами. Однако непосредственно к югу и к северу от рассматриваемой территории мелководные франско-нижневизейские известняки отсутствуют [13, 18; Казаков и др., 2016ф].

Предполагается, что основанием для данной платформы являлась потухшая вулканическая дуга [14, 21]. Как известно [23], в этом районе присутствует несколько островодужных комплексов ранне-среднедевонского возраста, которые могли служить фундаментом. В настоящее время западнее, южнее и севернее фрагментов платформы распространены разновозрастные с ней кремнистые, карбонатно-глинистые и вулканические (в том числе рифтогенные) отложения, свидетельствующие о глубоководных обстановках, существовавших на этой территории [10, 13]. К востоку от известняков турнейский ярус представлен преимущественно континентальными угленосными толщами. Однако контакты с известняками повсюду тектонические [13]. Анализ условий образования перечисленных комплексов заставляет предполагать, что они первоначально находились на значительном удалении друг от друга [12].

В основании разреза «Першино» залегают массивные и неяснослоистые биоморфные известняки губинского горизонта франского яруса с многочисленными остатками кальцимикробов и строматопороидей, в том числе амфипор [14, 19, 27 и др.] — рис. 2а и 2б, что указывает на существование здесь органогенных построек, вероятнее всего, представлявших собой атоллы. Верхнедевонские (предположительно разновозрастные с отмеченными) кальцимикробно-амфипоровые биогермы были описаны и в основании разреза «Сохарево» [4] вблизи автомобильного моста через р. Реж. Известняки губинского горизонта с многочисленными остатками амфипор обнажаются также и на р. Бобровка [3].

С течением времени в пределах мелководной области бассейна начали накапливаться слоистые зернистые известняки, что ознаменовало собой непосредственное становление платформы. При этом расчлененный первоначальный рельеф, несомненно, способствовал образованию карбонатных брекчий и текстур оползания между отдельными возвышенностями, а на большей глубине — также и известняковых турбидитов [11] — рис. 2в, 2г и 2д. Такие отложения обнаружены



Рис. 1. Расположение разрезов Режевской изолированной карбонатной платформы

На р. Реж: 1 — «Першино», D_3f-C_1t ; 2 — «Соколиный камень», C_1t_2 ; 3 — «Сохарево», D_3f-fm ; 4 — «Мироново», C_1v_1 ;
на р. Бобровке: 5 — «Покровское» — восток, D_3f-fm ; 6 — «Покровское» — запад, C_1v_1 .

в девонской части разреза, однако нельзя исключать, что их присутствие обусловлено разломной тектоникой. Так, на основании изучения конодонтов, А.З. Бикбаев с соавторами [5], пришли к выводу, что здесь имеет место тектоническое сдвигание разреза. В то же время в «нормальной фораминиферовой последовательности» каких-либо нарушений не выявлено [15].

Известно, что к франско-фаменскому рубежу приурочены глобальные аноксидные события — нижнее и верхнее Кельвассерские события [28, 33, 34 и др.]. В карбонатах платформы их следы проявлены в виде экскурсов на кривой $\delta^{13}C$ до значений 3.3‰ от первоначальных 1.4‰ [15, 16], что свидетельствует о связи бассейна осадконакопления с Мировым океаном. Однако предполагаемые для этого рубежа обстановки черносланцевой седиментации непосредственно на акваторию платформы не распространялись.

Весь последующий разрез представлен относительно мелководными слоистыми известняками (фациями внутренних областей карбонатной платформы). Среди пород шамейского горизонта фамена встречаются как оолитовые (формировавшиеся вблизи уреза воды), так и пелоидные (характерные для умеренного мелководья) разности. В составе чепчуговского и хвощевского горизонтов в значительных количествах присутствуют слоеватые узорчатые известняки. Считается

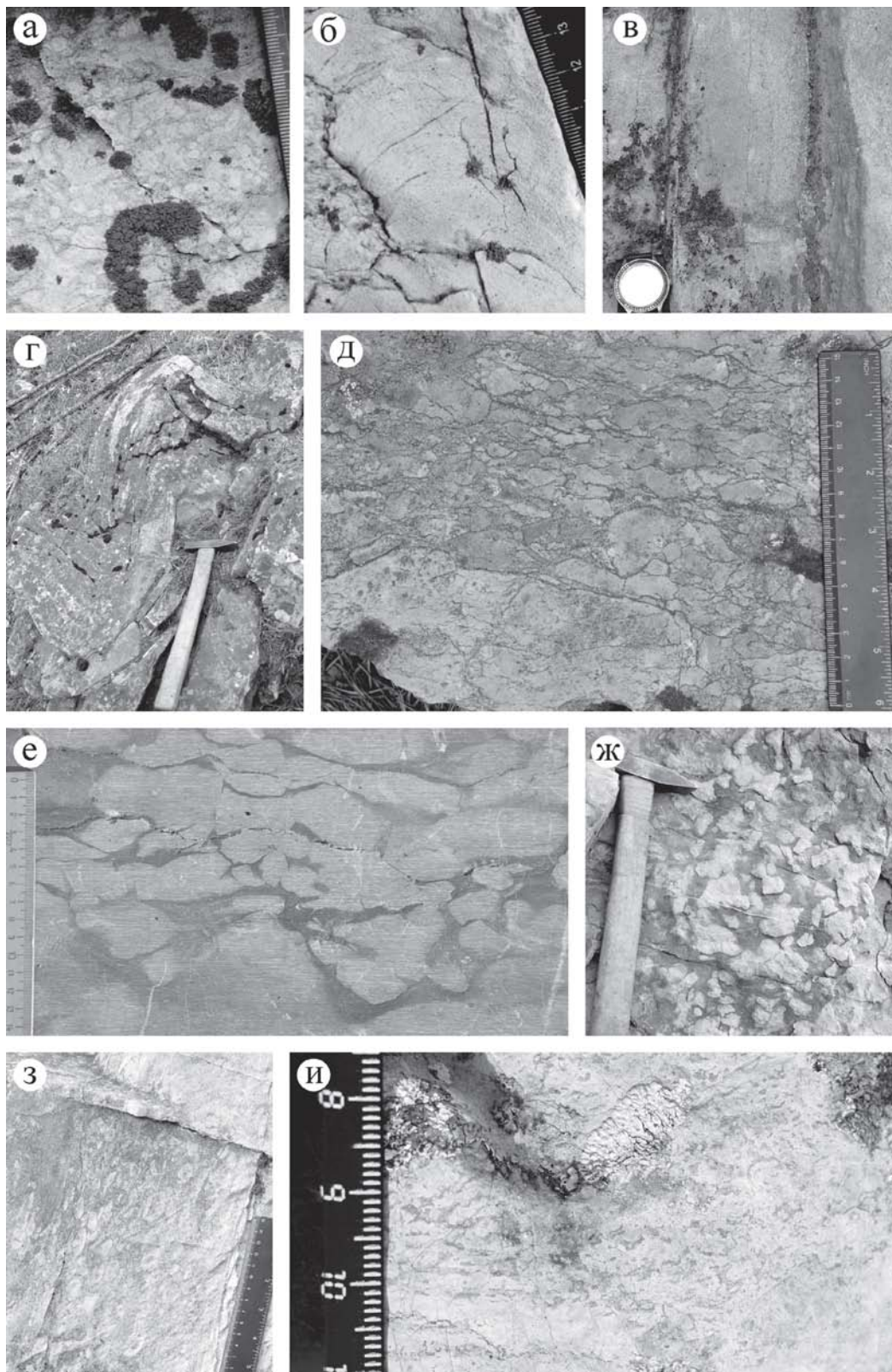


Рис. 2. Особенности литологии разновозрастных известняков Режевской КП

а, б — фрагменты органогенных построек (амфипоровых и строматопоровых соответственно) из основания разреза «Першино»; в — карбонатные турбидиты с градационной сортировкой материала; г — оползневые складки выше границы фран — фамен; д — карбонатные брекчии выше границы фран — фамен; е, ж — нодулярные известняки (е — в поперечном разрезе, ж — на выветрелых пластовых поверхностях) нижнего турне; з — послонные скопления обособленных микробиалитов в известняках кизеловского горизонта; и — цепочки фенестр в нижневизейских известняках разреза «Мироново».

(например, [2]), что образование таких карбонатов обусловлено широким развитием микробильных матов. Последнее вполне закономерно могло произойти на этапе, следовавшим за франско-фаменским биотическим кризисом, от которого в наибольшей степени пострадали морские беспозвоночные, в том числе рифостроители [1]. Выраженных перерывов в осадконакоплении, с которыми, как правило, ассоциируется Хангенбергское биотическое событие на рубеже девона и карбона, в разрезе обнаружено не было. К сожалению, в пограничном интервале имеются задержанные участки, не позволяющие в достаточной мере прояснить влияние глобальных геологических событий на процессы осадконакопления. В целом для девонской части разреза характерно чередование фаций, скорее всего, обусловленное колебаниями уровня моря, в отличие от достаточно однородных в фациальном отношении известняков турне. Следует отметить, что на всем протяжении разреза турнейского яруса не было обнаружено каких-либо биогермов.

Режевской и першинский горизонты нижнего турне мощностью более 200 м практически полностью сложены темно-серыми до черных известняками с нодулярной (узловатой) текстурой (рис. 2е и 2ж). На основании детального изучения литологических особенностей этих пород, высказано предположение [22], что их образование связано с развитием микробных матов, обволакивающих и скрепляющих рыхлый тонкозернистый осадок, т.е. указанные отложения по классификации Р. Райдинга [31] являются тромболитами. Геохимические индикаторы редокс-условий $V/(V+Ni)$, V/Cr и $U_{аутиг}$ отчетливо свидетельствуют об умеренно бескислородных (преимущественно дисоксидных) обстановках [14]. По всей видимости, осадконакопление в режевское и першинское время на этой территории происходило ниже базиса действия нормальных волн, но тем не менее в пределах фотической зоны (необходимое условие для существования микробных матов, основу которых составляли цианобактерии). Вероятнее всего, темпы опускания блока земной коры с платформой превышали скорость карбонатного осадконакопления.

Ситуация изменилась с наступлением кизеловского времени, когда начали формироваться мелководно-морские известняки, несущие в себе признаки богатой кислородом обстановки [14]. Глубина бассейна в это время примерно соответствовала базису действия нормальных волн [6], о чем свидетельствует некоторое структурное разнообразие (вакстоуны, пакстоуны и грейнстоуны) пород. Осадконакопление протекало в условиях достаточной освещенности, поскольку на многих уровнях проявлены процессы интенсивной микритизации зерен (в соответствии с [8]). Кизеловские известняки характеризуются широким распространением кальцитархов («кальцисфер»), значительным однообразием представленных в биокластах известковых зеленых водорослей и, напротив, разнообразием известковых цианобактерий, обильными обособленными микробиалитами (преимущественно цианобактериальными онколитами) (рис. 2з). Отмеченный ряд признаков предполагает наличие неких барьеров, ограничивающих циркуляцию вод на окраине платформы или в ее внутренних областях. Возможно, они были представлены аккумулятивными формами, сложеными зернистыми известняками (калькаренитами). Кроме того, есть вероятность, что источником биокластов цианобактерий служили иловые холмы. Однако ни те, ни другие в разрезе кизеловского горизонта не обнаружены. О некоторой, возникшей к этому времени изолированности акватории карбонатной платформы от вод Мирового океана может свидетельствовать изотопный состав углерода. В известняках верхнекизеловского подгоризонта фиксируется положительная аномалия значений $\delta^{13}C$ (максимально до 6.9‰, определения по валовой пробе) [16]. Такая аномалия не обнаруживается в других разрезах Земного шара, тем не менее подобный положительный экскурс характерен для среднего турне (upper Kinderhookian) — [29, 30, 32]. При этом, согласно стратиграфическим схемам, начало кизеловского времени примерно соответствует концу киндерхукского [30]. Если это действительно так (и экстремумы асинхронны), то отмеченная аномалия может объясняться высокой биологической продуктивностью бассейна карбонатной платформы.

В косьвинское время на рассматриваемой платформе восстанавливаются условия, близкие к нормально-морским, бассейн осадконакопления становится еще более мелководным — в известняках возрастает количество биокластов нормально-морских организмов, появляются оолиты. На уровне косьвинского горизонта распространены также обломочные разности известняков.

Сильно дислоцированные карбонатные отложения нижневизейского возраста (мироновская свита) известны из Покровско-Мироновской полосы известняков. В том числе в разрезе «Покров-

ское» обнажаются известняки обручевского горизонта, представленные серыми и темно-серыми до черных битуминозными биокластовыми вакстоунами и пакстоунами, преимущественно с тонкой и мелкой размерностью форменных элементов (биокластами известковых водорослей, раковин брахиопод, многочисленными проблематичными остатками однокамерных организмов) [13, 25]. Известняки в разрезе «Мироново» подразделяются на бурлинский и усть-греховский горизонты, однако граница между этими стратиграфическими подразделениями достаточно условная, поскольку здесь имеет место смена фаций снизу вверх по разрезу. Так, усть-греховский горизонт сложен мелко- и тонкобиокластовыми известняками, а более низкие уровни (предположительно бурлинский горизонт [25]) представлены светло-серыми микрозернистыми карбонатами (мадстоунами и вакстоунами) с многочисленными остатками кальцимикробов и «кальцисферами». В то же время среди них встречаются разности с цепочками газовых пузырей, ориентированными по слоистости (рис. 2и). Следует отметить, что подобные текстуры были встречены и в верхнем девоне (непосредственно ниже подошвы карбона), а также в кизеловском горизонте турне Першинского разреза. Таким образом, они являются неотъемлемой чертой Режевской карбонатной платформы. Предполагается, что формирование этих отложений происходило в пределах органогенных построек типа агглютигермов или агглютистромов [25]. Скорее всего, они являются типичными для нижнего карбона уолсортскими фациями (иловыми холмами, по Дж. Уилсону [26]).

Основные черты Режевской карбонатной платформы, реконструированные для некоторых этапов ее развития на основе детального изучения разреза «Першино», приведены на рис. 3.

Однозначно ответить на вопрос, действительно ли указанные разрезы характеризуют элементы единого карбонатного тела, пока не представляется возможным. Наиболее вероятно, что Режевская изолированная платформа являлась карбонатной платформой мозаичного типа, т.е. состояла из отдельных мелководных участков, приуроченных к общему основанию. Скорее всего, она напоминала Мальдивскую платформу, в пределах которой территория современного мелководного карбонатонакопления ограничена отдельными атоллами (такие участки могут рассматриваться как более мелкие изолированные платформы), однако в совокупности карбонатные отложения, образовавшиеся за все время ее существования, составляют единое геологическое тело. В этом контексте немаловажно еще и то, что в Покровско-Мироновском блоке не обнаружены турнейские отложения, а в Ошепковско-Першинском отсутствуют нижневизейские известняки, что склоняет к мысли о существенных перемещениях фрагментов толщи по разломам.

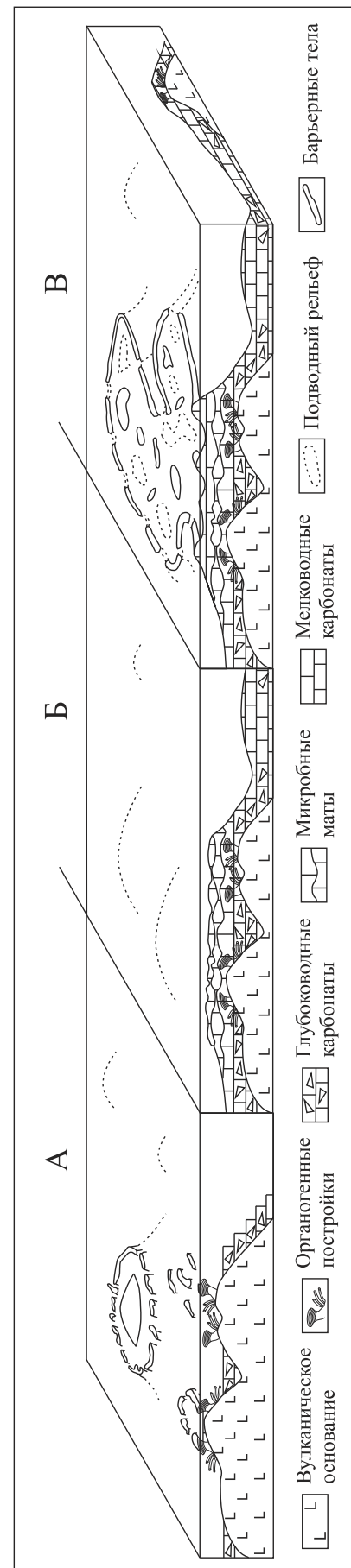


Рис. 3. Основные черты Режевской карбонатной платформы

А — в позднем фране, Б — в першинское время (ранний турне), В — в кизеловское время (поздний турне). Вне масштаба. При использовании [7].

Исследования выполнены в рамках темы № 0393-2016-0022 государственного задания ИГГ УрО РАН и при поддержке программы УрО РАН № 0393-2018-0028.

Литература:

1. *Алексеев А.С.* Массовые вымирания в фанерозое: Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук / МГУ. — М., 1998. — 76 с.
2. *Антошкина А.И., Пономаренко Е.С., Канева Н.А.* Фенестровые известняки — специфика позднедевонских морей, Тимано-Североуральский регион // Литология и полезные ископаемые. — 2014. — № 6. — С. 493–505.
3. *Анфимов А.Л.* Микрофауна известняков губинского горизонта в разрезе «Покровское» Артемовского района Свердловской области // Ежегодник—2014 / ИГГ УрО РАН. — Екатеринбург, 2015. — С. 3–7.
4. *Анфимов А.Л., Чувашов Б.И.* Верхнедевонские отложения на р. Реж у с. Сохарево (восточный склон Среднего Урала) // Ежегодник—2007 / ИГГ УрО РАН. — Екатеринбург, 2008. — С. 3–10.
5. *Бикбаев А.З., Снигирева М.П., Тупицына М.А.* Варианты F/F границы разреза «Першино» в конодонтовой последовательности // Биостратиграфия, палеогеография и события в девоне и раннем карбоне: Матер. Междунар. конф. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. — С. 37–39.
6. *Дуб С.А.* Микробиальные образования в известняках кизеловского горизонта восточного склона Среднего Урала как индикаторы обстановок осадконакопления // Литосфера. — 2017. — № 5. — С. 28–52.
7. *Дуб С.А., Мизенс Г.А.* Геохимические индикаторы фациальных и геодинамических обстановок карбонатного осадконакопления на востоке Среднего Урала в кизеловское время // Вестник Пермского университета. Геология. — 2017. — № 4. — С. 330–339.
8. *Кабанов П.Б.* Микритизация осадочных частиц как фациальный индикатор в мелководно-морских карбонатных породах // Бюллетень МОИП. Отд. Геол. — 2000. — № 75(4). — С. 39–48.
9. *Коровко А.В.* Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200000. Сер. Среднеуральская. Лист О-41-XX. — 2003.
10. *Мельничук О.Ю.* Обстановки формирования верхнедевонских отложений среднеуральского сегмента Восточно-Уральской мегазоны // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий: Матер. IV Всерос. молодеж. геол. конф. — Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2018 — С. 45–49.
11. *Мизенс Г.А., Клещенко Н.С.* Гравитационные образования в составе толщ верхнедевонских известняков в окрестностях с. Першино (р. Реж, восточный склон Среднего Урала) // Ежегодник—2004 // ИГГ УрО РАН. — Екатеринбург, 2005. — С. 40–45.
12. *Мизенс Г.А., Кучева Н.А., Степанова Т.И.* О палеогеографической ситуации в раннем карбоне на востоке Урала // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли: Матер. 5 Всерос. литологич. совещ. — Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2008. — С. 88–91.
13. *Мизенс Г.А., Степанова Т.И., Кучева Н.А.* Восточные зоны Среднего Урала в карбоне (эволюция бассейнов осадконакопления и особенности палеотектоники) // Литосфера. — 2012. — № 4. — С. 107–126.
14. *Мизенс Г.А., Степанова Т.И., Кучева Н.А., Сапурин С.А.* Геохимические особенности известняков и условия осадконакопления на изолированной карбонатной платформе в позднем девоне и начале карбона на восточной окраине Урала // Литосфера. — 2014. — № 6. — С. 53–76.
15. *Мизенс Г.А., Кулешов В.Н., Степанова Т.И., Кучева Н.А.* Отражение глобальных геологических событий фаменского и турнейского веков в разрезе изолированной карбонатной платформы на востоке Урала // Геология и геофизика. — 2015. — № 11. — С. 1945–1960.
16. *Мизенс Г.А., Кулешов В.Н., Сапурин С.А., Степанова Т.И., Петров О.Л.* Некоторые особенности геохимии стабильных изотопов углерода и кислорода ($\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$) в разрезе изолированной карбонатной платформы на востоке Урала (фаменский и турнейский ярусы) // Литосфера. — 2016. — № 3. — С. 126–138.
17. *Наседкина В.А., Постоялко М.В., Плюснина А.А., Зенкова Г.Г., Петрова Л.Г., Степанова Т.И., Черепанова Н.А., Шишова Д.И.* К стратиграфии верхнего девона на восточном склоне Среднего Урала. — Свердловск: УГСЭ, 1987. — С. 22–35.
18. Объяснительная записка к листу О-41-XXXII геологической карты РФ. Серия Среднеуральская. Авт.: *А.В. Коровко и др.*; ред.: *М.С. Рапопорт*, 2000.
19. *Погромская О.Э.* Литобиомикрофауны карбонатных пород верхнего девона Среднего и Южного Урала. — Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. — 281 с.
20. *Постоялко М.В., Плюснина А.А., Арбанова Е.С., Степанова Т.И., Черепанова Н.А.* Путеводитель геологических экскурсий: Свердловская экскурсия: Маршрут № 4: Режевская структурно-фациальная зона: Осадочные породы Першинского комплекса. — Свердловск: УНЦ АН СССР, ПГО «Уралгеология», 1989. — С. 46–49.
21. *Пучков В.Н.* Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. — Уфа: Даурия, 2000. — 145 с.

22. Сапурин С.А. «Нодулярные» известняки нижнего карбона восточного склона Среднего Урала: особенности литологии и условия образования // Виртуальные и реальные литологические модели: Матер. Всерос. школы студентов, аспирантов и молодых ученых по литологии. — Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2014. — С. 108—110.
23. Смирнов В.Н. Основные этапы магматизма восточного склона Среднего Урала // Литосфера. — 2012. — № 5. — С. 4—15.
24. Степанова Т.И. Особенности микрофаций и комплекс фораминифер косьвинского горизонта турнейского яруса в разрезе «Соколиный камень» на р. Реж (Средний Урал). Ежегодник—2014 / ИГГ УрО РАН. — Екатеринбург, 2015. — С. 33—38.
25. Степанова Т.И., Кучева Н.А., Постоялко М.В. Литолого-стратиграфическая характеристика нижневизейских карбонатных отложений бассейна р. Реж (мироновская свита) на восточном склоне Среднего Урала // Литосфера. — 2008. — № 5. — С. 15—38.
26. Уилсон Дж.Л. Карбонатные фации в геологической истории. — М.: Недра, 1980. — 463 с.
27. Чувашов Б.И. Рифовые системы Уральского подвижного пояса и эволюция рифообразующих биот // Рифогенные формации и рифы в эволюции биосферы. — М.: ПИН РАН, 2011. — С. 71—115.
28. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Соотношение изотопов углерода в стратисфере и биосфере: четыре сценария // Биосфера. — 2010. — Т. 2, № 2. — С. 231—246.
29. Buggisch W., Joachimski M.M., Sevastopulo G., Morrow J.R. Mississippian $d^{13}C_{carb}$ and conodont apatite $d^{18}O$ records: Their relation to the late Palaeozoic glaciations // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. — 2008. — V. 268. — P. 273—292.
30. Davydov V.I., Korn D., Schmitz M.D., with Gradstein F.M., Hammer O. The Carboniferous Period // The Geologic Time Scale 2012 / F.M. Gradstein, J.G. Ogg, M. Schmitz, G. Ogg (Coordinators). — Elsevier Publication, 2012. — P. 603—651.
31. Riding R. Microbialites, stromatolites and thrombolites // Encyclopedia of Geobiology, Encyclopedia of Earth Science Series. — Springer, Heidelberg, 2011. — P. 635—654.
32. Saltzman M.R. The Late Paleozoic ice Age: Oceanic gateway or pCO_2 ? // Geology. — 2003. — V. 31. — P. 151—154.
33. Sandberg C.A., Morrow J.R., Ziegler W. Late Devonian events and mass extinctions // Catastrophic Events and mass extinctions: Impacts and Beyond. — Houston, Texas: Lunar and Planetary Institute Contribution, 2000. — V. 1053. — P. 188—189.
34. Walliser O.H. Global events in the Devonian and Carboniferous // Global Events and Event Stratigraphy / O.H. Walliser (ed.). — Berlin: Springer, 1996. — P. 225—250.