

УДК 551.8+470.5

DOI: 10.24930/2500-302X-2024-24-5-785-809

Рифтогенные бассейны на аккреционно-коллизийной стадии развития складчатого пояса: восточный склон Южного и Среднего Урала в карбоне

Г. А. Мизенс, С. А. Дуб

Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УрО РАН, 620110, г. Екатеринбург,
ул. Академика Вонсовского, 15, e-mails: mizens@igg.uran.ru; sapurin@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 02.02.2024 г., принята к печати 27.02.2024 г.

Объект исследований – бассейны осадконакопления в пределах ранне- и среднекаменноугольных рифтовых (в широком понимании) структур на восточном склоне Южного и Среднего Урала. *Метод исследований* – анализ литологических характеристик осадочных толщ и их взаимоотношений с вулканическими комплексами в целях уточнения особенностей развития рифтогенных бассейнов. *Результаты*. В раннем и среднем карбоне на данной территории существовало несколько крупных рифтогенных бассейнов. Для раннекаменноугольных бассейнов (Магнитогорско-Богдановский грабен и Алапаевско-Каменский рифт) аккреционной окраины Восточно-Европейской платформы характерны относительно мелководные (местами до прибрежно-морских и континентальных) обстановки осадконакопления, обусловленные интенсивным (компенсационным) заполнением впадин осадочным материалом. Значительную роль играли также вулканические образования – лавовые потоки трещинного типа и излияния стратовулканов. В позднем визе процесс рифтогенеза затих, на всей территории установился режим относительно неглубокого шельфового бассейна, который сохранялся до конца раннего карбона. В среднем карбоне вследствие жесткой косо́й коллизии процесс рифтогенеза возобновился. Но рифтогенные бассейны стали уже другими – меньшими по площади и чаще всего глубоководными. В то же время вулканические процессы в них были проявлены слабо. Для этих бассейнов наиболее характерны флишевые комплексы. Удлиненная форма бассейнов, большие мощности осадочных толщ, фациальная изменчивость по латерали, обилие грубообломочных пород, состоящих в значительной степени из обломков непосредственно подстилающих отложений (визейских, серпуховских, башкирских), позволяют предполагать, что ранне- и среднекаменноугольные рифты на восточном склоне Южного и Среднего Урала имели сдвиговую природу, т. е. являлись впадинами типа пулл-апарта (pull-apart).

Ключевые слова: восточный склон Урала, нижний карбон, средний карбон, рифты, пулл-апорт впадины, бассейны осадконакопления, обломочные породы, известняки, вулканы

Источник финансирования

Исследования выполнены в рамках темы государственного задания ИГГ УрО РАН № 123011800013-6

Rifting Basins at the Accretion-Collision Stage of Fold Belt Development: Eastern Slope of the Southern and Middle Urals in the Carboniferous

Gunar A. Mizens, Semyon A. Dub

A.N. Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, UB RAS, 15 Academician Vonsovsky st.,
Ekaterinburg 620110, Russia, e-mails: mizens@igg.uran.ru; sapurin@igg.uran.ru

Received 02.02.2024, accepted 27.02.2024

Research subject. Sedimentary basins within the Mississippian and Early Pennsylvanian (Middle Carboniferous of Russia) rift (sensu lato) structures on the eastern slope of the Southern and Middle Urals. *Methods.* An analysis of lithological characteristics of sedimentary rocks and relationships with volcanic complexes in order to clarify the evolution of rifting basins. *Results.* During the Mississippian and Early Pennsylvanian, several large rifting basins were common in this area. The Early Carboniferous rifting basins (Magnitogorsk-Bogdanovskoe graben and Alapaevsk-Kamensk rift) of accretionary margin of the East European craton were characterized by relatively shallow-water (in some places up to coastal-ma-

Для цитирования: Мизенс Г.А., Дуб С.А. (2024) Рифтогенные бассейны на аккреционно-коллизийной стадии развития складчатого пояса: восточный склон Южного и Среднего Урала в карбоне. *Литосфера*, 24(5), 785-809. <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2024-24-5-785-809>

For citation: Mizens G.A., Dub S.A. (2024) Rifting Basins at the Accretion-Collision Stage of Fold Belt Development: Eastern Slope of the Southern and Middle Urals in the Carboniferous. *Lithosphere (Russia)*, 24(5), 785-809. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2024-24-5-785-809>

rine and continental) environments, caused by intensive (compensatory) filling of depressions with sedimentary material. In this case, volcanic rocks – those of fissure-type and stratovolcanoes lava flows – also played a significant role. In the Late Viséan, the rifting process paused; a relatively shallow shelf basin regime was established throughout the entire area, which persisted until the end of the Early Carboniferous. In the Early Pennsylvanian, due to a hard oblique collision, the rifting process resumed. However, the rifting basins were already smaller in terms of area and most often deeper, whereas the occurring volcanic processes were less intensive. The characteristic feature of these basins was the presence of flysch complexes. The elongated shape of the rifting basins, large thicknesses of sedimentary strata, lateral facies variability, and the abundance of coarse clastic rocks, consisting largely of fragments of directly underlying sediments (Viséan, Serpukhovian, Bashkirian), suggest that the Mississippian and Early Pennsylvanian rifts of the Southern and Middle Urals eastern slope had a strike-slip nature, i.e., the rifting basins were pull-apart type depressions.

Keywords: *eastern slope of the Urals, Mississippian and Early Pennsylvanian, strike-slip rifts, pull-apart basins, sedimentary basins, clastic rocks, limestones, volcanites*

Funding information

The research was carried out in accordance with the State Contract No. 123011800013-6 of the Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch of RAS

Acknowledgements

The authors are grateful to anonymous reviewers whose comments and recommendations allowed to look at the issues under discussion from a new angle and improve the text accordingly.

ВВЕДЕНИЕ

В геологической истории уралид отчетливо выделяется несколько стадий, различающихся по характеру геодинамических процессов: континентальный рифтогенез, океаническая, аккреционно-коллизионная и платформенная стадии. Закрытие океанического бассейна и формирование горной системы – аккреционно-коллизионная стадия – приходится на поздний палеозой. Процессы, происходившие в то время, трактуются далеко не однозначно, даже иногда противоречиво. В связи с этим большое значение имеет реконструкция хронологии тектонических событий, которая может быть выполнена на основе анализа осадочных и вулканических комплексов.

По мнению большинства исследователей (Пучков, 1996, 2000, 2010; Тевелев и др., 2005; Нечухин, Волчек, 2012; Буртман и др., 2020; Иванов, Пучков, 2022; и др.), в конце девона – начале карбона Магнитогорская и Тагильская островные дуги подтянулись вплотную к Восточно-Европейской платформе (в составе континента Лавруссии) и столкнулись с ней, что привело к возникновению аккреционного комплекса и поднятию кордильеры Уралтау. Метаморфические индикаторы аккреционно-коллизионных процессов на Среднем и Северном Урале свидетельствуют о том, что начало данной стадии в соответствующих сегментах региона приходится на фаменский век (Петров и др., 2008).

В турнейском веке зона субдукции переместилась на восток, где до начала среднего карбона существовали так называемые остаточные океанические бассейны. С этого времени она находилась на территории современного Тургайского прогиба и имела падение под Казахстанский континент, о чем свидетельствует петрогеохимический состав вулканитов Валерьяновской зоны (Тевелев и др., 2005). По представлениям В.С. Буртмана с соавторами (2020), в раннем карбоне субдукция происходила также и под Восточно-Европейский континент (ВЕК) с аккретированным к нему Восточно-Уральским микроконтинентом. Ранее к такому заключению пришел и В.Н. Пучков (2000, 2010). В результате большая часть коры Уральского океана была поглощена и континенты к середине башкирского века пришли в столкновение (началась “жесткая коллизия”). Таким образом, в настоящее время восточная часть Урала представляет собой сложный коллаж разнородных блоков островных дуг и микроконтинента(ов), существовавших в океаническом бассейне и сохранивших черты своего первоначального строения.

Согласно В.Н. Пучкову (2000, 2010), упомянутые блоки объединяются в три крупных структурных элемента: Тагило-Магнитогорскую, Восточно-Уральскую и Зауральскую мегазоны. Тагило-Магнитогорская представляет собой область развития островодужных вулканогенных и вулканогенно-осадочных формаций, Восточно-Уральская сложена микроконтинентальными блоками (бло-

ком?), а также террейнами палеозойских офиолитовых и островодужных комплексов, а Зауральская – палеозойскими осадочными и вулканогенными толщами и турнейско-раннебашкирским вулканоплутоническим комплексом. Установлено, что в этих тектонических структурах в карбоне (т. е. в пределах аккреционной окраины ВЕК) развиты крупномасштабные – до 1000 км – сдвиговые смещения (скорее всего, обусловленные вращением ВЕК или косой коллизией), зафиксированные как методами структурного анализа, так и палеомагнитными исследованиями (Иванов, 1998; Пучков, 2000, 2010; Петров и др., 2008, 2010; Свяжина и др., 2008; Мизенс, Свяжина, 2010; и др.). С подобными сдвиговыми дислокациями связаны узкие протяженные впадины (рифты¹ или грабены), характеристике которых (в первую очередь условиям осадконакопления) и посвящена настоящая статья.

Аналогичные рифтогенные бассейны, относящиеся к разным геодинамическим обстановкам, известны и в настоящее время (Йогансон, 2005; Петров, 2010; Кохан и др., 2016). В частности, они распространены в западной периферии Тихого (Ханчук и др., 1997; Симаненко и др., 2006; Филатова, 2008) и Атлантического (Rosencrantz et al., 1988; Leroy et al., 2000; Дубинин и др., 2016) океанов. По размерам такие бассейны могут варьироваться от малых ложбин проседания вдоль сдвигов до бассейнов в форме ромбов и параллелограммов длиной до 500 км и шириной ~100 км (Peacock, Sanderson, 1995; Okada, 1999; Civile et al., 2012). Часто такие син-сдвиговые (присдвиговые, или пуллапарт) бассейны развиваются в тыловых частях островодужных систем и активных континентальных окраин. К последнему типу, по-видимому, и относятся тектонические обстановки, существовавшие в раннем карбоне в пределах современного восточного склона Урала.

ОБЪЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ

В настоящей статье рассмотрены рифтогенные бассейны, существовавшие в раннем и среднем карбоне на территории современного восточного склона Южного и Среднего Урала, анализи-

руется их строение и условия осадконакопления с использованием уже известных и новых сведений. Среди бассейнов раннего карбона (рис. 1) рассмотрены Магнитогорско-Богдановский грабен в южноуральской части Тагило-Магнитогорской (далее просто «Магнитогорской») мегазоны и Алапаевско-Каменский («бекленищевский») рифт на Среднем Урале (Восточно-Уральская мегазона). Характеристика рифтогенных бассейнов среднего карбона представлена на основании изучения южноуральских уртазымской и кардаиловской свит, а также среднеуральских ключевской, щербаковской, прищановской, алапаихинской, малобелоносовской, кунарской, нейвинской, карабольской, усмановской свит. Согласно структурно-фациальному районированию Алапаевско-Теченской зоны (называемой также в ряде публикаций Алапаевско-Каменской и Сосьвинско-Теченской) для нижнего-среднего карбона (Стратиграфические ..., 1993; Пучков, 2000; Мизенс и др., 2012; Кучева, Степанова, 2013), карабольская и усмановская свиты относятся к Багарякско-Аргаяшской подзоне, малобелоносовская свита – к Рефтинско-Смолинской, тогда как ключевская и щербаковская свиты, как и прищановская, кунарская и алапаихинская, распространены в Махневско-Егоршинско-Каменской подзоне².

Установлено, что образование раннекаменноугольных рифтовых структур Южного Урала, в том числе Магнитогорско-Богдановского грабена, произошло в результате действия сдвиговых процессов в режиме локального растяжения (транстензии) (Салихов и др., 2014, 2019; Тевелев и др., 2021). Рифтогенные бассейны Среднего Урала также имеют сдвиговую природу, при этом бассейны среднего карбона, скорее всего, формировались в обстановке транспрессии (Знаменский, Знаменская, 2008; Нечехин, Волчек, 2012).

РИФТОГЕННЫЕ БАСЕЙНЫ РАННЕГО КАРБОНА

Южный Урал

На юге Урала наиболее известной рифтовой структурой аккреционно-коллизийной стадии является Магнитогорско-Богдановский грабен (рис. 2), приуроченный к центральной части Магнитогорской мегазоны (Центрально-Магнитогорской зоне) и подразделяющийся на Кизильскую, Кипчак-Аркаимскую и Магнитогорскую под-

¹ В настоящей работе данный термин употребляется в широком смысле, т. е. включает в себя не только типичные рифты, характерные для начальных стадий тектонических циклов (циклов Вилсона, по (Dewey, Burke, 1974)) и образующиеся при региональных процессах растяжения земной коры, но и другие сходные с ними по морфологии структуры, в том числе сдвиговые рифты, связанные с локальными растяжениями (Милановский, 1976; Добрецов и др., 2013; Дубинин и др., 2016). Для рифтов *sensu lato* вулканизм не является обязательно присущим признаком.

² Согласно иному структурно-тектоническому районированию Алапаевско-Теченской зоны (Коровко и др., 2007; Государственная..., 2011; и др.), малобелоносовская, а также ключевская и щербаковская свиты относятся к Рефтинско-Каменской подзоне, а прищановская, кунарская и алапаихинская свиты – к Алапаевско-Айбыкульской подзоне.

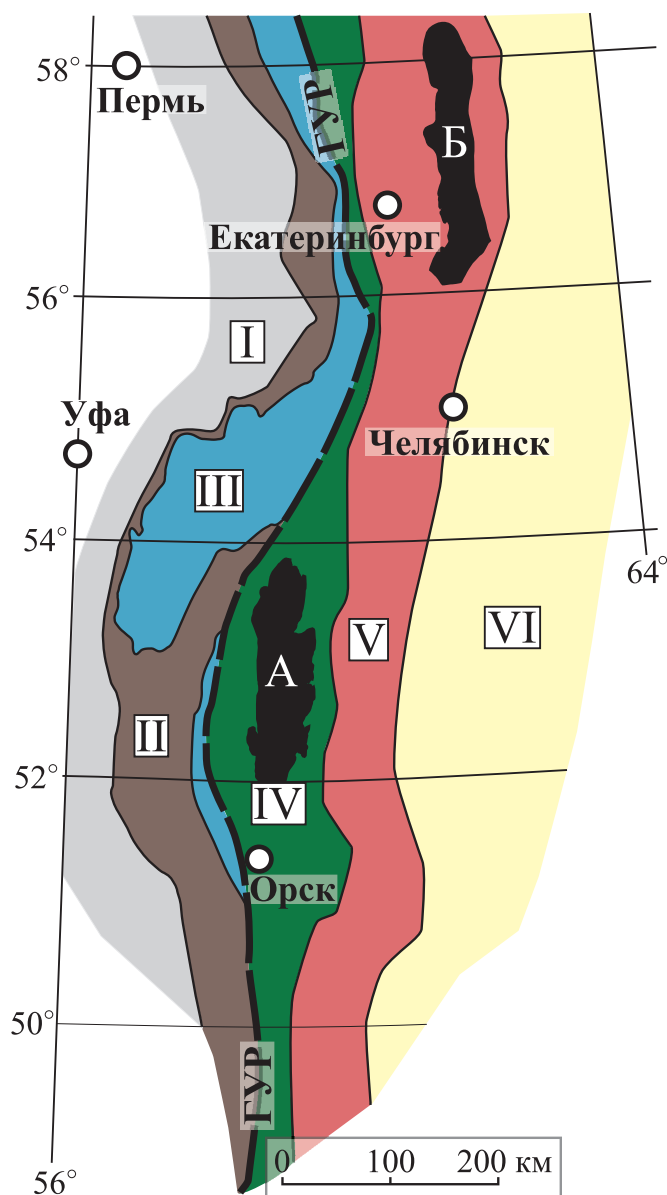


Рис. 1. Расположение рифтогенных бассейнов раннекаменноугольного времени (А и Б) на схеме геологического строения Южного и Среднего Урала.

Мегазоны (Пучков, 2000, 2010): I – Предуральская, II – Западно-Уральская, III – Центрально-Уральская, IV – Тагило-Магнитогорская, V – Восточно-Уральская, VI – Зауральская. А – Магнитогорско-Богдановский грабен, Б – Алапаевско-Каменский рифт.

Fig. 1. Location of rift basins of the Early Carboniferous Epoch (A and B) in the geological structure of the Southern and Middle Urals.

Megazones (Puchkov, 2000, 2010): I – Cisuralian, II – West Uralian, III – Central Uralian, IV – Tagil-Magnitogorskian, V – East Uralian, VI – Transuralian. A – Magnitogorsk-Bogdanovskoe graben, B – Alapaevsk-Kamensk rift.

зоны³ (Салихов, Яркова, 1992; Салихов и др., 2014, 2019; Kosarev et al., 2021). По мнению Д.Н. Салихова с соавторами (2019), данный грабен формировался и развивался в процессе растяжения земной коры в условиях косоориентированного столкновения островной дуги с ВЕК и может быть отнесен к структурам типа пулл-апарт. Заложение рифтогенных бассейнов связано с активизацией вулканизма в пределах Центрально- и Восточно-Магнитогорской зон в середине (точнее, в конце раннего) турне (Знаменский и др., 1992; Салихов, Яркова, 1992; Сурин, Мосейчук, 1997; Язева, Бочкарев, 1998; Тевелев, Кошелева, 2002; Салихов и др., 2014, 2019; и др.). Согласно современным представлениям (Пучков, 2010, Салихов и др., 2019), магматические процессы обусловлены деформацией коры и влиянием горячих астеносферных диапиров (мантийных плюмов). Формирование вулканических комплексов изначально приурочено к зонам раздвигов шириной до 3–5 км, простиравшихся вдоль грабена. Между ними накапливались толщи осадочных пород, прежде всего известняки. Предполагается, что в турне в пределах грабена существовала одна раздвиговая зона, а в начале визе – уже до шести: от самой юго-восточной – Гусихинской – до крайних северо-западных – Западной и Кирсинской (см. рис. 2). Среди них наиболее протяженным (более 100 км) является Центральный раздвиг, обнажающийся по берегам р. Урал в виде переслаивающихся потоков базальтовых лав и отделяющий Атачскую подзону грабена от Кипчак-Аркаимской. Другой крупный раздвиг – Жарумбайский – протягивается восточнее, на территории Кипчак-Аркаимской подзоны. По данным Д.Н. Салихова с соавторами (2019), зоны Центрального и Жарумбайского раздвигов имеют асимметричное строение: вулканические аппараты центрального типа, в том числе и относительно крупные стратовулканы, проявляются в основном на правых плечах раздвигов, в то время как мелкие вулканические постройки известны как на северном, так и на южном окончаниях раздвиговых зон. Трещинные излияния

³ Не все исследователи подразделяют Магнитогорскую мегазону на три сегмента. Стоит отметить, что еще в 2014 г. Д.Н. Салихов с соавторами выделяли только Западно- и Восточно-Магнитогорскую зоны, относя грабен ко второй из них, но в публикациях последних лет используют трехсегментное районирование. Кроме того, сейчас уже очевидно, что выделение в пределах грабена “Магнитогорской” подзоны выглядит весьма неудачным, запутывающим (особенно с учетом того, что разные исследователи одни и те же тектонические структуры ранжируют по-разному): фактически имеется две тектонических единицы совершенно разного масштаба с одинаковым названием. В этой связи предлагается данную подзону грабена именовать *Атачской* (по историческому названию горы Магнитной).

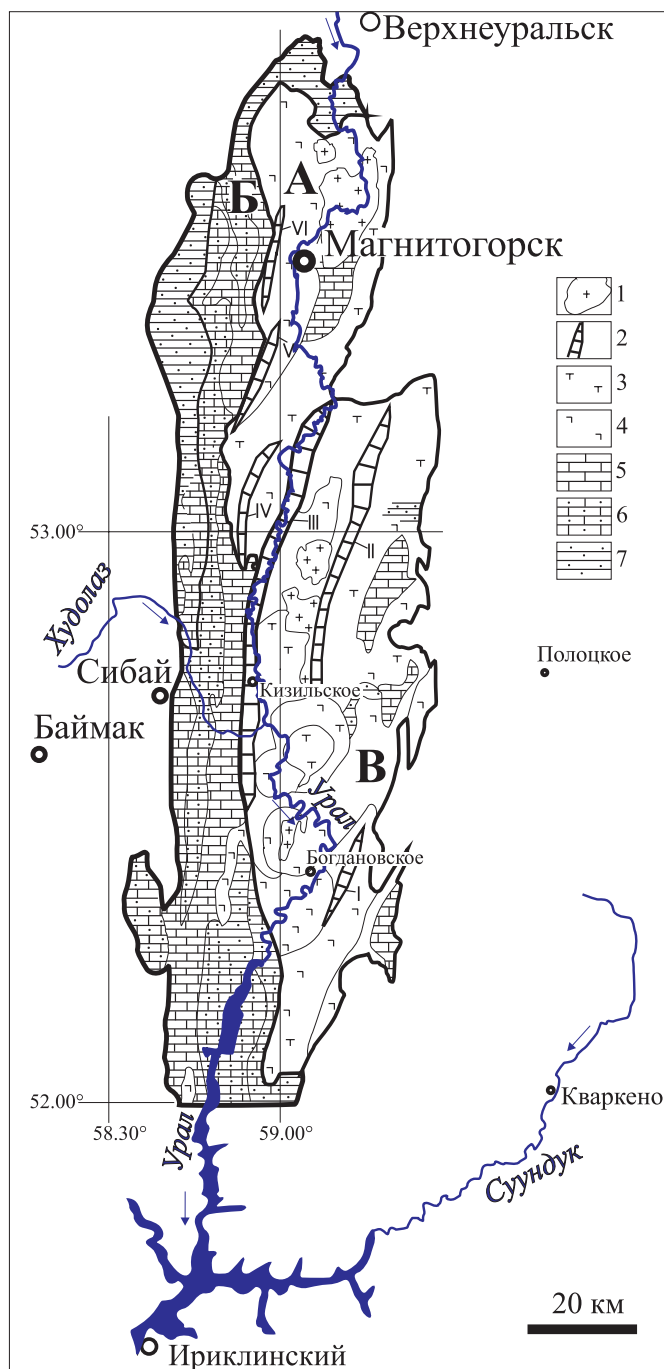


Рис. 2. Схематическая палеовулканическая карта Магнитогорско-Богдановского грабена, составленная Д.Н. Салиховым, И.Р. Рахимовым и Т.А. Осиповой, по (Kosarev et al., 2021), с изменениями.

Подзоны грабена: А – Атачская, Б – Кизильская, В – Кипчак-Аркаимская. 1 – интрузивы гранитоидные; 2 – палеораздвиги; 3, 4 – вулканы: 3 – трахидацитовые, 4 – базальтоидные; 5 – карбонаты; 6 – карбонатно-терригенные отложения; 7 – вулканотерригенные породы. Римскими цифрами обозначены раздвиги: I – Гусихинский, II – Жарумбайский, III – Центральный, IV – Уральский, V – Западный, VI – Кирсинский.

Fig. 2. Schematic paleovolcanic map of the Magnitogorsk-Bogdanovskoe graben, compiled by D.N. Salikhov, I.R. Rakhimov and T.A. Osipova, after (Kosarev et al., 2021) with changes.

Graben subzones: A – Atach, B – Kizil, B – Kipchak-Arkaim. 1 – granitoid intrusions; 2 – local tectonic extension zones; 3, 4 – volcanites: 3 – trachydacite, 4 – basaltic/basaltoid; 5 – carbonates (limestones); 6 – carbonate-siliciclastic deposits; 7 – volcano-siliciclastic rocks. Roman numerals indicate the local tectonic extension zones: I – Gusikha, II – Zharumbay, III – Central, IV – Ural, V – Western, VI – Kirsia.

в пределах Центрального раздвиг происходили начиная от косьвинского времени позднего турне и на протяжении всего раннего визе, а в Жарумбайском – только в косьвинское время. Причем основной объем вулканических пород сосредоточен в центральном и восточном секторах грабена.

Вулканисты, распространенные на рассматриваемой территории, выделены в два комплекса (свиты) – березовский и греховский, формировавшихся почти одновременно (по данным биоостратиграфии, греховский в целом несколько более молодой), но разобщенных территориально и по происхождению (Салихов, Яркова, 1992; Салихов и др., 2019). Греховский комплекс представлен лавовыми потоками базальтов трещинного излияния, а березовский – разнообразными излияниями вулканов центрального типа. Породы греховского комплекса имеют субщелочной состав, а вулканисты березовского – промежуточный между базальтами субщелочными и известково-щелочными (Салихов и др., 2013, 2019).

Рассматриваемые вулканогенные и осадочные комплексы⁴ верхнего турне и визе формировались в пределах мелководного моря с вулканическими островами (Салихов, Яркова, 1992; Салихов и др., 2019; Мосейчук и др., 2000; Правикова и др., 2008; и др.). При этом неравномерное опускание морского дна полностью компенсировалось осадконакоплением. Предполагается, что на ранних этапах развития рифтогенного бассейна наиболее крупные острова были характерны для северной и юго-восточной частей грабена. К концу турнейского века они уже почти полностью покрылись морем, в то же время появились новые небольшие острова вулканического происхождения (Смирнов, Смирнова, 1967; Салихов и др., 2019). Начиная с кизеловского горизонта в разрезе присутствуют продукты вулканической деятельности кислого состава, наиболее широко распространенные в южной части грабена. Здесь же встречаются и терригенные отложения, выделяемые в верхнетурнейскую ильясскую свиту, представленные песчаниками и алевролитами, нередко с примесью пирокластики (до туфопесчаников и туфоалевролитов), редкими прослоями базальтов и каменных углей (Мосейчук и др., 2000). Последняя подстилается более грубообломочной михайловской свитой. В течение кизеловского и косьвинского времени в пределах грабена накопились толщи вулканитов мощностью 1000–2500 м.

⁴ Интрузивный магматизм в истории грабена также имел важнейшее значение (в том числе и для формирования рудных месторождений). Он охарактеризован в целом ряде публикаций (Ферштатер, 1966, 2013; Мосейчук и др., 2000; Салихов и др., 2014, 2019; Сурин, 2020; Kosarev et al., 2021; Холоднов и др., 2021; и мн. др.), но в настоящей работе не рассматривается.

Разрезы нижневизейского подъяруса, как и турнейские, на севере грабена (на широте г. Магнитогорска и севернее) сложены преимущественно известняками мощностью до нескольких сотен метров. Карбонатные породы, относящиеся к свитам горы Магнитной⁵ (верхи девона – турнейский ярус нижнего карбона), гусихинской (нижнее визе) и низам кизильской свиты (визейско-башкирского возраста), имеют ограниченное распространение и, скорее всего, формировались на морских поднятиях (банках) – изолированных карбонатных платформах (Постоялко и др., 1990; Степанова, 2016; Кучева, 2019). В более южных районах в это время продолжали накапливаться вулканисты – субщелочные базальты, базальты, дациты, риолиты и их туфы, иногда с прослоями и пачками осадочных пород (Салихов и др., 2019). Мощность нижневизейских вулканогенных толщ там достигает 3000–5000 м. Вулканисты играют некоторую роль и в разрезах верхнего визе. Последние излияния на территории Центрально-Магнитогорской зоны относятся к богдановичскому горизонту (Салихов и др., 2019) (табл. 1).

Восточная часть грабена (Кипчак-Аркаимская подзона) имеет сходное, но несколько более изменчивое строение (Салихов, Яркова, 1992; Стратиграфические..., 1993; Салихов и др., 2019). Здесь большая часть визейского яруса представлена осадочно-вулканогенной толщей мощностью до 3500 м (см. табл. 1): базальтами (в том числе субщелочными), кислыми лавами, различными туфами, туффитами с прослоями вулканомиктовых песчаников и известняков. Верхняя часть визейского яруса и серпуховский ярус сложены слоистыми известняками кизильской свиты, наиболее широко распространенной в западной (Кизильской) подзоне общей мощностью до 2000 м. Область карбонатной седиментации в это время была наиболее обширной. Она распространялась и за пределы грабена, тектоническая активность которого к концу раннего карбона существенно снизилась. Тем не менее структурный план грабена (унаследованный рельефом бассейна) фиксируется в разрезах карбонатной платформы вплоть до среднего карбона. В частности, в Кизильской подзоне распознаются мелководные и депрессионные типы разреза (Пазухин и др., 2009; Степанова, Кучева, 2006; Gorozhanina et al., 2017). Кроме того, западный борт грабена маркируется цепочкой органогенных построек серпуховско-башкирского возраста (Kulagina et al., 2009; Степанова и др., 2013; Горожанина, 2015).

Помимо Магнитогорско-Богдановского грабена в Магнитогорской мегазоне, раннекаменноугольные рифтогенные комплексы известны и в других тектонических структурах Южного Урала (в Коч-

⁵ За пределами грабена ее аналогом является шумилинская свита (D_3-C_1).

Таблица 1. Схема стратиграфии и корреляции нижнекаменноугольных отложений Магнитогорско-Богдановского грабена**Table 1.** Scheme of stratigraphy and correlation of the Lower Carboniferous deposits within the Magnitogorsk-Bogdanovskoe graben

Ярус	Подзоны грабена									
	Кизильская		Атацкая (бывш. Магнитогорская)				Кипчак-Аркаимская			
Баш.	Уртазымская свита	Кардаилловская свита	Кардаилловская свита				Кизильская свита			
Серпуховский	Кизильская свита Известняки		Кизильская свита Известняки				Кизильская свита Известняки			
Визейский	Гусихинская (?) свита Известняки		Березовская и греховская свиты Вулканиды > (?) 6000 м				Березовская и греховская свиты Вулканиды до 3500 м			
Турнейский	Свита горы Магнитной		Свита горы Магнитной				Свита горы Магнитной			
	Известняки		Известняки, нередко мраморизованные до 160 м				Известняки 150–200 м			
Нижний	Зилаирская серия		Шумилинская свита				Михайловская и Ильинская свиты			

Примечание. При составлении таблицы использованы работы (Салихов, Яркова, 1992; Стратиграфические..., 1993; Мизенс, 2002; Тевелев и др., 2005; Салихов и др., 2019).

Note. The following works were used in compiling the table (Salikhov, Yarkova, 1992; Stratigraphic..., 1993; Mizens, 2002; Tevelev et al., 2005; Salikhov et al., 2019).

карско-Адамовской зоне Восточно-Уральской мегазоны и Нижнесанарско-Текельдытауской зоне Зауральской мегазоны), а также в Иргизском синклинии Мугоджар (Тевелев и др., 2005, 2021; Pravikova et al., 2023), но в данной работе они не рассматриваются. Упомянутыми авторами установлено, что в целом нижнекаменноугольным вулканическим комплексам восточного склона Южного Урала свойственны признаки как внутриплитных, так и надсубдукционных образований, при этом проявления вулканизма постепенно “омолаживаются” с запада на восток.

Средний Урал

Наличие рифтогенных бассейнов в раннем карбоне можно предположить и на востоке Среднего Урала. В настоящее время имеются сведения о рифтовой структуре (грабене) сложного строения, существовавшей на территории Алапаевско-Теченской структурной зоны Восточно-Уральской мегазоны в турнейское и визейское время. Рифт маркируют породы вулканогенной бекленищевской свиты (табл. 2 и рис. 3, 4), обнажающиеся по берегам рек Исеть, Каменка, Камышенка, Пышма, Рефт и

вскрытые рядом скважин. В основном они приурочены к Рефтинско-Смолинской подзоне⁶. Данная свита сложена главным образом эффузивными породами (в нижней части преимущественно базальтоидами, в верхней преобладают более кислые разности), в меньшей степени в ее составе присутствуют песчаники, алевролиты, углистые аргиллиты, известняки (Волчек, 2008; Петров, 2010; и др.). Стратиграфический диапазон свиты охватывает турнейский ярус, нижнее и основание верхнего визе (Государственная..., 1985; Кучева, Степанова, 1999; Смирнов, Коровко, 2007; Волчек и др., 2018). С подстилающими отложениями контакт преимущественно тектонический, но местами наблюдается несогласное залегание терригенных пород свиты на верхнедевонских известняках (Государственная ..., 2011).

Отложения бекленищевской свиты формировались в мелководных морских и, возможно, частично в наземных условиях. Вулканогенные образова-

⁶ Турнейско-визейские (бекленищевские) вулканиды встречаются также и в Режевской подзоне. В то же время в ее строении не принимают участие породы угленосной серии (Коровко и др., 1992, 2007).

Таблица 2. Схема стратиграфии и корреляции отложений нижнего карбона в районе развития рифтогенных комплексов на востоке Среднего Урала (Алапаевско-Каменский рифт)**Table 2.** Scheme of stratigraphy and correlation of Lower Carboniferous deposits of rifting complexes area in the east of the Middle Urals (Alapaevsk-Kamensk rift)

	Ярус	Подзоны Алапаевско-Теченской зоны		
		Режевская	Рефтинско-Смолинская	Махневско-Егоршинско-Каменская
Серпуховск.		Известняки исетской свиты		
Визейский	Верхний			
	Нижний	Жуковская свита Конгломераты, песчаники, аргиллиты Мироновская свита известняки до 150 м Бекленищевская свита I	800–1000 м	
Турнейский	Верхний	Известняки першинской свиты 450–500 м	Бекленищевская свита базальты, андезиты, дациты Встречаются песчаники, аргиллиты, известняки 2100–2200 м	
	Нижний		Смолинская свита Конгломераты, песчаники, аргиллиты, известняки > 300 м	Угленосные отложения полдневской серии 1000–1200 м

Примечание. При составлении таблицы использованы работы (Еремеев, 1972; Чувашов и др., 1984; Стратиграфические..., 1993; Кучева, Степанова, 1999; Мизенс и др., 2012; и др.). Прерывистыми линиями обозначены тектонические контакты.

Note. The following works were used in compiling the table (Eremeev, 1972; Chuvashov et al., 1984; Stratigraphic..., 1993; Kucheva, Stepanova, 1999; Mizens et al., 2012; et al.). Dashed lines indicate tectonic contacts.

ния в ее составе представлены в основном подводными лавовыми потоками трещинного типа (Петров, 2010). В долине р. Исеть у д. Бекленищева (стратотип свиты) описаны также шлаково-глыбовые лавы порфировых андезибазальтов и андезитов с веерообразным расположением лавовых потоков, свидетельствующие о наличии стратовулканов (Дианова, 1975; Коротеев и др., 1979, 1986). По геохимическим характеристикам вулканиды близки к породам надсубдукционных вулканических серий активных континентальных окраин и вну-

триплитных центров растяжения (Смирнов, Коровко, 2007; Волчек, 2008; Волчек и др., 2018). Вместе с силлами и дайками габбро-долеритов и долеритов, штоками габбро (смолинский комплекс) и дайками плагиогранитов и гранодиоритов (маминский комплекс) в девонских и нижнекаменноугольных образованиях Алапаевско-Теченской зоны свита образует бекленищевскую вулканическую ассоциацию (Государственная..., 2011). Общая мощность свиты – до 2200 м, что свидетельствует об условиях активного прогибания земной коры.

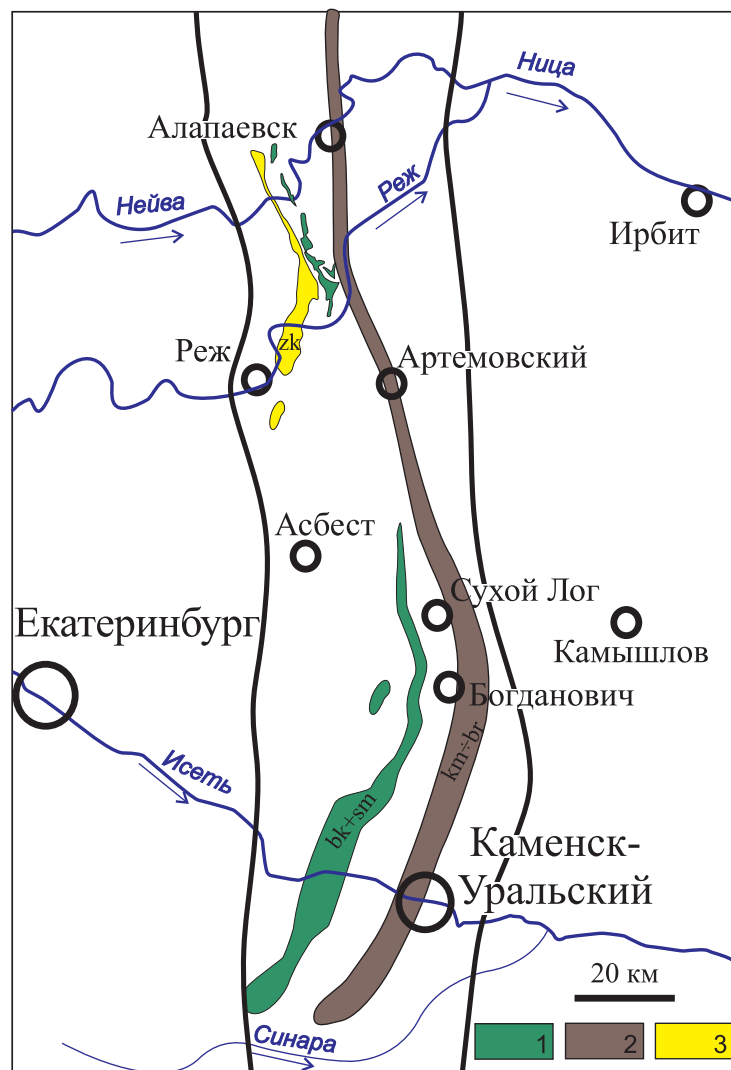


Рис. 3. Схема распространения нижнекаменноугольных терригенных и вулканогенно-терригенных комплексов на восточном склоне Среднего Урала.

1 – отложения бекленищевской (bk) и смолинской (sm) свит, 2 – угленосная полдневская серия (km-br), 3 – жуковская свита (zk). Черные линии – границы Алапаевско-Теченской зоны.

Fig. 3. Scheme of distribution of the Lower Carboniferous siliciclastic and volcano-siliciclastic complexes on the eastern slope of the Middle Urals.

1 – deposits of the Beklenishchevo (bk) and Smolino (sm) formations, 2 – coal-bearing Poldnevskoe Group (km-br), 3 – Zhukovo formation (zk). Black lines – Alapaevsk-Techa zone boundaries.

Восточная часть рифта выполнена морскими, преимущественно мелководными, отложениями смолинской свиты, которые еще дальше на восток сменяются образованиями угленосной полдневской серии (каменная, егоршинская и бурсунская свиты) турнейско-визейского возраста. О формировании упомянутых толщ в непосредственной близости друг к другу свидетельствуют линзы и прослои вулканических туфов в составе смолинской свиты и полдневской серии. Кроме того, в разрезах

по р. Камышенка можно предполагать фациальные контакты (замещения) бекленищевской и смолинской свит, о чем свидетельствуют встречающиеся в последней пласты андезитов (Волчек и др., 2018). Однако латеральные переходы известны только для верхней части бекленищевской свиты, тогда как взаимоотношения ее нижней (турнейской) части со смежными отложениями неизвестны. Более того, о существовании осадочных пород смолинской свиты на этом уровне точных данных нет.

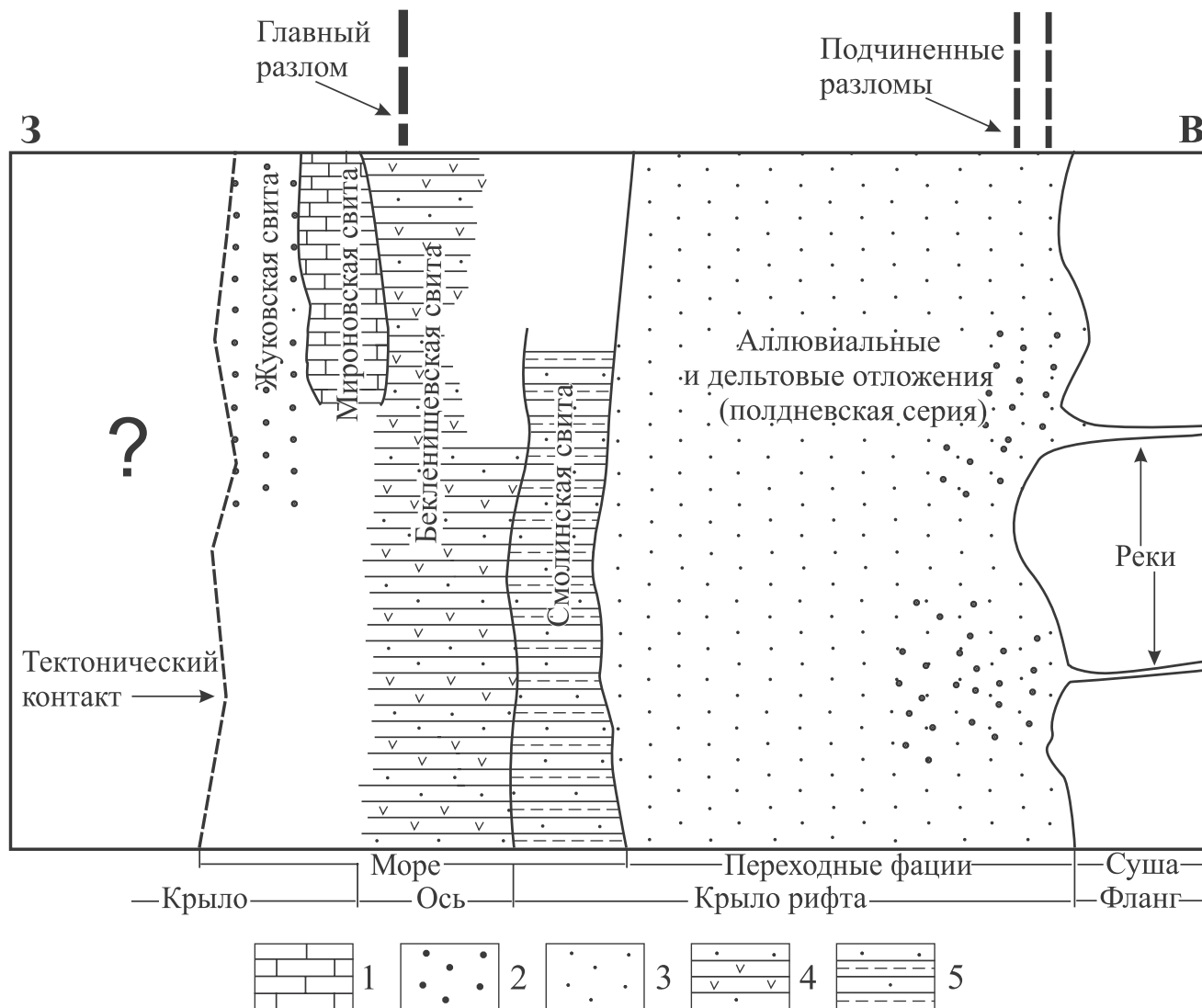


Рис. 4. Модель асимметричного рифтогенного бассейна на восточном склоне Среднего Урала в егоршинское время (на основании строения аналогичных pull-apart бассейнов девонского возраста, описанных в Норвегии (Steel, Gloppen, 1980; Einsele, 2000)).

1 – известняки, 2 – грубообломочные породы, 3 – обломочные породы (песчаники), 4 – вулканогенные и терригенные породы, 5 – песчано-глинистые породы.

Fig. 4. A model of an asymmetric rifting basin on the eastern slope of the Middle Urals (based on the structure of similar pull-apart basins of Devonian age described in Norway (Steel, Gloppen, 1980; Einsele, 2000)).

1 – limestones, 2 – coarse-clastic rocks, 3 – clastic rocks (sandstones), 4 – volcanogenic and siliciclastic rocks, 5 – sandy-argillaceous rocks.

В основании обнаженной части смолинской свиты в ее стратотипе (в окрестностях с. Смолинского на р. Исеть) залегают черные аргиллиты и алевролиты с прослоями пеллециподовых ракушнякав и редкими брахиоподами (фации опресненной зоны бассейна), а также русловые конгломераты и гравелиты, распространены прослои и линзы вулканических туфов (Мизенс и др., 2020). На р. Камышенка в аналогичных по составу образо-

ваниях можно встретить хорошо сохранившуюся флору, а в грубо-крупнозернистых песчаниках обнаруживаются обломки каменного угля (Мизенс и др., 2012). В верхней части разреза обнажаются фации основания дельтового конуса, представленные песчаниками, алевролитами, аргиллитами, а также известняки с фораминиферами устьгреховского горизонта нижневизейского подъяруса и жуковского горизонта верхнего визе. Состав обломочно-

го материала песчаников имеет сходство с таким угленосной толщи. Преобладают зерна кварца, присутствуют основные и кислые вулканиты и кремни, встречаются кристаллические сланцы. Последовательность отложений смолинской свиты (увеличение роли тонкозернистых пород вверх по разрезу) на протяжении рассматриваемого возрастного интервала свидетельствует о постепенном углублении бассейна седиментации. Видимая мощность обнаженного интервала данной свиты превышает 300 м (Мизенс и др., 2020). В большинстве случаев контакты терригенных и карбонатных пачек в составе свиты тектонические, поэтому судить о первичных пространственных взаимоотношениях геологических тел затруднительно. Возможно, известняки корректнее относить уже к визейско-серпуховской исетской свите, коренные выходы которой можно наблюдать на участке между д. Бекленищева и с. Смолино – между полосами распространения бекленищевской и смолинской свит (Дубейковский, 2002).

Породы угленосной формации (полдневская серия) залегают на размытой поверхности фаменских отложений. Нижняя ее часть (каменная свита и низы егоршинской) сформировалась в течение турнейского века, а верхи егоршинской и бурсунской свиты – в раннем визе. Общая мощность – 1000–1200 м (Стратиграфические..., 1993). В составе каменной (“подугленосной”) и бурсунской (“надугленосной”) свит широко распространены аллювиальные (русовые) фации. Егоршинская (собственно угленосная) свита более тонкозернистая – песчано-алеврито-глинистая. По данным В.В. Еремеева (1972), в ее составе преобладают озерно-болотные фации, реже встречаются аллювиально-дельтовые и прибрежно-морские с пластами углей, в нижней части присутствуют прослои вулканогенных туфов и туффитов. В составе егоршинской и бурсунской свит встречаются пласты известняков (Еремеев, 1972). По мнению О.В. Жукова (1986) и А.А. Рассказова с соавторами (1998), угленосные толщи отлагались в узких протяженных зонах шириной 2–4 км. В непосредственной близости от них, возможно, располагались возвышенности, о чем свидетельствует широкое распространение конгломератов (в основном в составе каменной и бурсунской свит). В частности, в нижних подсвитах каменной свиты имеются конгломераты с валунами размером до 1–1.5 м. Вполне вероятно, что наличие таких грубообломочных отложений является следствием достаточно крутых бортов у рассматриваемого рифтогенного бассейна на определенных этапах его эволюции.

Во время формирования егоршинской свиты территория, скорее всего, представляла собой низкую заболоченную равнину, прорезанную долинами рек, в пределах которой и накапливались угленосные отложения, как лимнические, так и пара-

лические. Большая суммарная мощность толщи (1000–1200 м) свидетельствует об активном погружении коры в зоне рифта, происходившем неравномерно. Основная питающая провинция для угленосной серии Среднего Урала, по-видимому, располагалась на востоке (Петренко, 1953; Смирнов, 1957; Пронин, 1960; Еремеев, 1972; и др.), где размывался средне- и верхнедевонский комплекс вулканогенных и кремнисто-вулканогенных пород (сложенный преимущественно кислыми разностями), а также метаморфические образования периферийной части Камышловского антиклинория. Тем не менее, по данным В.В. Еремеева (1972), в конце турне – начале визе (т. е. во время существования наиболее “сглаженного” рельефа) появился еще и другой источник – верхнесилурийско-нижнедевонские вулканиты, залегающие к юго-западу от угленосных толщ.

Образования бекленищевской и смолинской свит, а также угленосной серии перекрываются верхневизейскими известняками исетской свиты, имеющей чрезвычайно широкое площадное распространение (см. табл. 2). В большинстве случаев контакты с ней тектонические, только лишь на р. Пышма у г. Сухой Лог (Махневско-Егоршинско-Каменная подзона) можно наблюдать стратиграфическую границу бурсунской и исетской свит.

Западный борт данного рифта является менее определенным. Возможно, к нему относятся обнажающиеся вдоль р. Реж отложения нижневизейской (?) жуковской свиты (см. рис. 4). В визе они, вероятно, были отделены от осевой (бекленищевской) части рифта узким поднятием с карбонатным осадконакоплением, представленным отложениями мироновской свиты. На основании имеющихся в настоящее время данных (Постоялко и др., 1989; Наседкина, Бороздина, 1999; Мизенс и др., 2012) можно предположить, что известняки этой свиты формировались на незначительных по площади поднятиях (в виде чехла вулканических островов (Пучков, 2000; Мизенс и др., 2013)). К западу (в современных координатах) от этого поднятия распространены карбонатно-терригенные отложения жуковской свиты. В начале раннего визе здесь, очевидно, сформировался узкий глубокий прогиб, который постепенно расширялся и продолжал существовать по крайней мере до каменноуральского времени позднего визе (Степанова, Кучева, 2006а; Мизенс и др., 2012). В нем накопилась обломочная толща мощностью до 1000 м, сложенная в нижней части аргиллитами и известняковыми песчаниками (в том числе тонкозернистыми турбидитами), а в верхней – известняковыми конгломератами (нередко с крупными глыбами) и гравелитами – отложениями обломочных потоков (Мизенс и др., 2012, 2013, 2015). Среди обломков в ее составе преобладают известняки и кремнистые породы, встречаются вулканиты. Известняковые гальки и глыбы

чаще всего имеют визейский возраст (в том числе по составу аналогичные таковым мироновской свиты), но встречаются и девонские (фаменские) обломки. Турнейские известняки были погребены, они не размывались. Это хорошо видно в обнажении у Соколиного камня на р. Реж, где песчано-глинистые породы жуковской свиты залегают непосредственно на верхнетурнейских известняках – карбонатных брекчиях (Мизенс и др., 2012).

Формирование данного прогиба, очевидно, сопровождалось поднятиями в более восточной части грабена, о чем сигнализируют обломки визейских известняков мироновской свиты и пород угленосной полдневской серии, присутствующие в составе жуковской свиты. Обломки вулканитов, возможно, происходят от стратовулкана в пределах бекленищевской зоны. Наличие обломков верхнедевонских известняков свидетельствует о неравномерных поднятиях, о выходе на поверхность подстилающих девонских пород.

Таким образом, можно предполагать, что зона с вулканитами протягивалась на север, по крайней мере до широты р. Реж, а два прогиба (бекленищевский и жуковский) были разделены мелководными известняками мироновской свиты видимой мощностью 130–150 м. В настоящее время взаимоотношения между отложениями жуковской и бекленищевской свит всюду тектонические. Тектонической является также западная граница жуковской свиты. Следовательно, точные границы рифта определить проблематично. Тем не менее ясно, что данная рифтовая зона, как и подавляющее большинство уральских структур, вытянута в субмеридиональном направлении.

По аналогии с Магнитогорско-Богдановским грабеном бекленищевская свита, скорее всего, маркирует только непосредственно зону раздвига, тогда как сам рифтогенный бассейн имеет гораздо большее распространение. Как минимум, он соответствует сектору, включающему в себя Рефтинско-Смолинскую и Махневско-Егоршинско-Каменскую подзоны и отчасти Режевскую подзону. Вероятно, более корректно сопоставлять данный бассейн с Алапаевско-Теченским мегасинклином/зоной в целом (см., например, (Сначёв, 2014)).

Строение Алапаевско-Каменского рифта имеет сходство с описанными в Норвегии (Steel, Glopren, 1980; Einsele, 2000) асимметричными пулл-апартовыми бассейнами девонского возраста (см. рис. 4). Вблизи главного разлома берег у такого бассейна крутой и сам бассейн более глубокий (отложения жуковской и бекленищевской свит), а на противоположной стороне, где перемещения блоков по разломам менее значительны, развивается аллювиальная равнина (отложения угленосной серии).

Признаки существования рифтового бассейна в раннем карбоне имеются и к западу от описанного рифта – на территории Медведевско-Арамил-

ской структурной зоны, но сложная тектоника не позволяет в полной мере охарактеризовать его природу. Отложения представлены арамилской и кореловской свитами. Арамилская свита сложена ритмично переслаивающимися песчаниками и алевролитами с прослоями гравелитов, конгломератов и известняков, единичными прослоями базальтов и трахиандезитов общей мощностью до 1500 м; кореловская – преимущественно туфами и игнимбритами кислого состава, в меньшей степени лавами и туфоконгломератами (Смирнов и др., 2003; Государственная..., 2011, 2017; Мизенс и др., 2012). Взаимоотношения между свитами не ясны.

В раннем карбоне еще один рифтогенный бассейн, возможно, существовал и к востоку от Алапаевско-Каменского, где в пределах Красногвардейско-Светлинской зоны Восточно-Уральской мегазоны под мезозойско-кайнозойскими образованиями залегает мощная (до 1000 м) потаповская толща (Петров, 2010), сложенная известняками и терригенными породами, в том числе известняковыми брекчиями и конгломератами.

РИФТОГЕННЫЕ БАСЕЙНЫ СРЕДНЕГО КАРБОНА

В среднем карбоне на территории Южного и Среднего Урала начался новый этап рифтогенеза, скорее всего связанный с активизацией тектонических процессов на коллизионном этапе развития орогена. В отличие от раннекаменноугольного он не сопровождался активной вулканической деятельностью. В это время формировались достаточно глубоководные бассейны, интенсивно заполняющиеся обломочным материалом. Следы таких прогибов (бассейнов) встречаются как на уровне башкирского, так и московского ярусов. Впадины преимущественно приурочены к территориям раннекаменноугольных рифтогенных бассейнов, но размеры их значительно меньше.

Южный Урал

Наличие рифтогенного бассейна в конце башкирского и в московском веке можно предположить в западной части Центрально-Магнитогорской зоны (табл. 3, рис. 5). На этой территории (вдоль р. Урал, в основном на правобережье) распространены мощные (до 1000 м и более) толщи карбонатно-терригенных пород уртазымской и кардаиловской свит, залегающие на известняках серпуховского и нижней части башкирского ярусов (кизильской свите). В составе этих свит⁷, наряду с прибрежно-морскими

⁷ В окрестностях с. Агаповки выделяется также агаповская свита (Стратиграфические..., 1993), сходная по литологии и возрасту с отмеченными стратиграфическими подразделениями.

Таблица 3. Схема стратиграфии и корреляции среднекаменноугольных отложений восточных зон Южного Урала**Table 3.** Scheme of stratigraphy and correlation of the Early Pennsylvanian deposits of the Southern Urals eastern zones

Ярус	Полъярус	Зоны		
		Центрально-Магнитогорская	Восточно-Магнитогорская	Кочкарско-Адамовская
Московский	Верхний	Уртазымская и кардаиловская свиты Песчаники, аргиллиты, конгломераты, встречаются гипсы 900–1000 м	Песчаники, ангидриты, гипсы ?	Известняки, углистые аргиллиты, песчаники, конгломераты 500–600 м
	Нижний		Известняковые конгломераты, ангидриты, гипсы ≈ 500 м	?
Башкирский	Верхний	Известняки кизильской свиты	Известняки, углистые аргиллиты, песчаники 350–450 м	Мергели, известняки 120 м
	Нижний			?
Серп.		Известняки	Известняки	

Примечание. При составлении таблицы использованы работы (Чувашов и др., 1984; Салихов, Яркова, 1992; Стратиграфические..., 1993; Мизенс, 2002; Тевелев и др., 2005; Салихов и др., 2019).

Note. The following works were used in compiling the table (Chuvashov et al., 1984; Salikhov, Yarkova, 1992; Stratigraphic..., 1993; Mizens, 2002; Tevelev et al., 2005; Salikhov et al., 2019).

ми и даже континентальными фациями, имеются глубоководные, в том числе флишевые, отложения, описанные в работах (Кочеткова и др., 1977; Бежаев, 1978; Кочеткова, Лутфуллин, 1981; Чувашов и др., 1984; Казанцева, 1987; Мизенс, 2002; Мизенс и др., 2013; Мизенс, Кокшина, 2014; Попов, Абдрахманов, 2017; и др.). Наиболее характерные разрезы уртазымской свиты известны по рр. Худолаз и Янгелька, а также в районе озер Мулдаккуль и Мартышече (западнее г. Магнитогорска), кардаиловской – по берегам р. Урал вблизи с. Верхняя Кардаиловка и по р. Бурля.

В основании уртазымской свиты (верхняя часть башкирского яруса) на р. Худолаз залегают обломочные известняки, в том числе известняковые песчаники и гравелиты. Нижняя часть московского яруса во всех разрезах сложена известняковыми валунно-галечными конгломератами с прослоями песчаников (до 250 м), встречаются гипсы. Выше по реке обнажается флишевая толща мощностью до 1000 м, сменяющаяся аргиллитами с прослоями песчаников. В основании кардаиловской свиты (правый берег р. Урал у пос. Кардаиловского) описаны аргиллиты, известняковые песчаники и конгломераты мощностью около 200 м, на размытой поверхности которых залегает толща тонкоритмичного, преимущественно карбонатного флиша (500–600 м). На р. Бурля обнажена только нижняя часть разреза – переслаивание песчаников и аргиллитов с прослоями и линзами из-

вестняковых конгломератов и гравелитов общей мощностью около 450 м.

В составе галек в конгломератах уртазымской свиты преобладают серпуховские, визейские и башкирские известняки, реже встречаются турнейские и фаменские (Чувашов и др., 1984; Чувашов, Анфимов, 2001), что свидетельствует о формировании поднятий и активном размыве окружающих рифтогенный бассейн породных комплексов. Галек вулканических пород и кремней немного (до 10–15%). Обломки известняков слабоокатанные. На активные тектонические процессы указывает также наличие крупных валунов и даже гигантских глыб известняков в составе обломочных комплексов башкирского и московского ярусов. Так, в основании башкирской толщи обломочных известняков на р. Худолаз около д. Чернышевка, наряду с относительно мелкими обломками, обнажается глыба серпуховских известняков видимых размеров около 200 × 300 м (Степанова и др., 2013). Еще более крупные глыбы рассеяны в составе флишевой толщи московского яруса, обнаженной по р. Худолаз между г. Сибай и с. Новопокровский. Здесь среди песчано-глинистых турбидитов присутствует несколько глыб нижнекаменноугольных известняков длиной до 1000 м (Мизенс, Кокшина, 2014). Крупные глыбы верхнебашкирских известняков встречаются и на р. Янгелька. Глыбы известняков визейского яруса (до 7 м) описаны и в составе кардаиловской свиты (Чувашов и др., 1984).

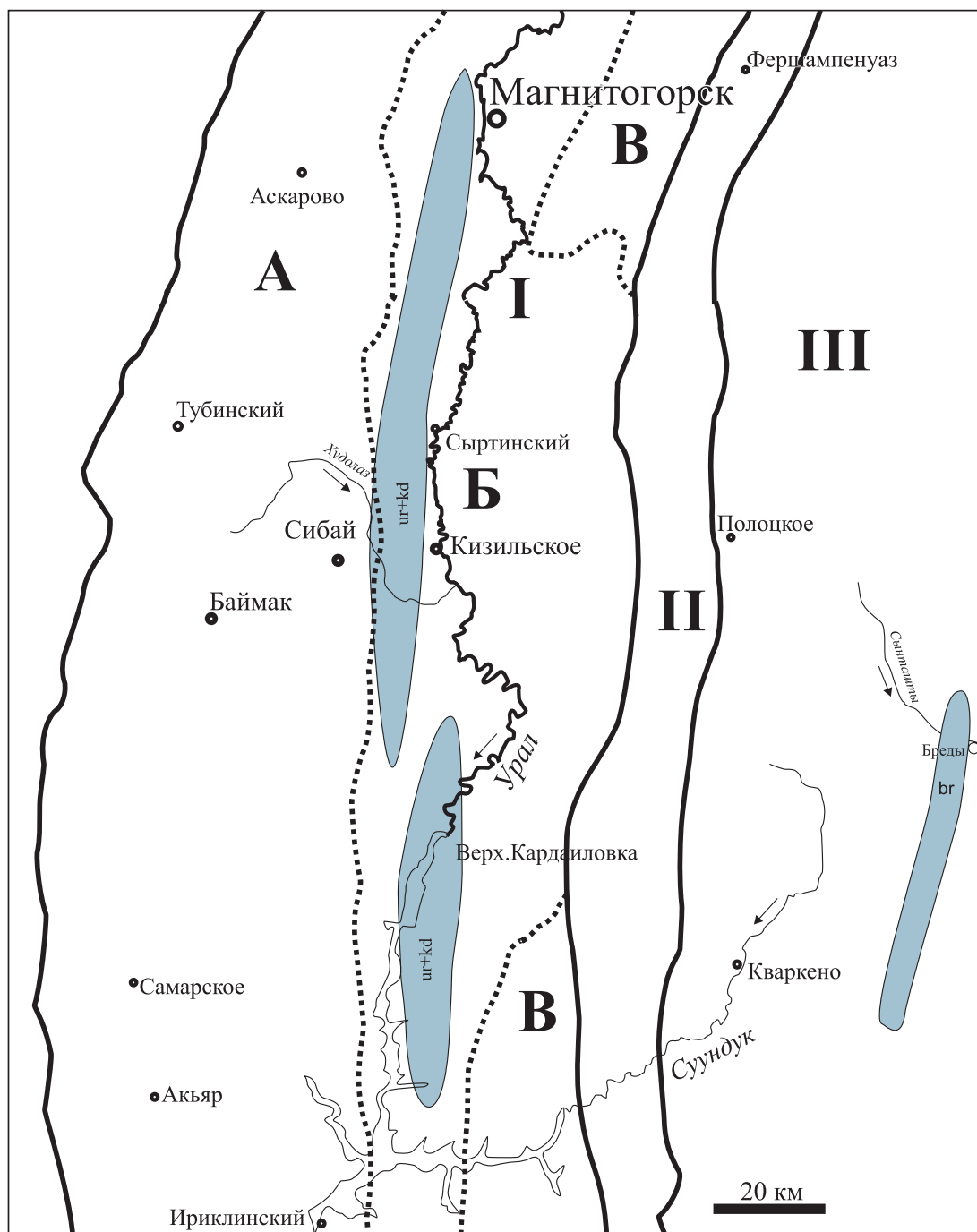


Рис. 5. Схема распространения среднекаменноугольных рифтогенных отложений на восточном склоне Южного Урала.

Тектонические структуры, составлены по (Геологическая..., 1979; Салихов и др., 2019), с изменениями: I – Магнитогорская мегазона, II – Уйско-Новооренбургская шовная зона, III – Кочкарско-Адамовская зона Восточно-Уральской мегазоны. Зоны: А – Западно-Магнитогорская, Б – Центрально-Магнитогорская, В – Восточно-Магнитогорская. Свиты уртазымская и кардаиловская (ur + kd), брединский флиш (br).

Fig. 5. Scheme of distribution of the Early Pennsylvanian rift deposits on the eastern slope of the Southern Urals.

Tectonic structures, compiled according to (Geologicheskaya..., 1979; Salikhov et al., 2019), with changes: I – Magnitogorskian megazone, II – Uy-Novooorenburg suture zone, III – Kochkar-Adamovo zone of the East Uralian megazone. Zones: A – West Magnitogorsk, Б – Central Magnitogorsk, В – East Magnitogorsk. Formations Urtazim and Kardailovka (ur + kd), flysch deposits near the Bredy settlement (br).

Среди песчаников встречаются полимиктовые и полевошпато-кварцевые разности, содержащие обломки вулканитов (главным образом кислых и средних), кремней, иногда метаморфических пород.

На основании присутствия в конгломератах нижней части уртазымской свиты валунов и галек нижнекаменноугольных известняков, а также наличия в основании перекрывающей янгельской свиты горизонтов полимиктовых конгломератов (Государственная..., 2015), можно предполагать стратиграфическое несогласие как в подошве, так и в кровле уртазымской свиты.

О распространении области карбонатного осадконакопления за пределы рифта свидетельствует состав галек известняков в башкирских конгломератах на р. Худолаз. В нижнебашкирской части разреза они в основном серпуховские, а выше по разрезу появляются уже и нижнебашкирские (Чувазов и др., 1984).

Отложения уртазымской и кардаилловской свит формировались в асимметричном бассейне, питавшемся обломочным материалом, по-видимому, только с запада, со стороны кордильеры Уралтау, которая, судя по составу силикатных зерен в песчаниках (Мизенс, 2002), продолжала размываться. Течения в этом бассейне были ориентированы преимущественно вдоль прогиба, с юга на север (Бежаев, 1978).

Удлиненная форма бассейна, большие мощности толщ, обилие грубообломочных пород, состоящих в значительной степени из обломков непосредственно подстилающих отложений (визейских, серпуховских, башкирских), позволяют предположить, что бассейн формировался в межгорной обстановке и мог иметь сдвиговую природу.

Лежащие выше отложения (янгельская свита) обнажены по берегам р. Янгелька, в ее среднем течении, и вскрыты скважинами в нижнем течении реки (Государственная..., 2015). Они представлены красноцветными полимиктовыми песчаниками и алевролитами, полимиктовыми и известняковыми конгломератами; присутствуют прослои известняков и гипсов. Взаимоотношения с подстилающими породами несогласные. Возраст янгельской свиты – позднекаменноугольно-раннепермский.

Признаки существования рифтогенного бассейна на уровне московского яруса имеются и на территории Восточно-Уральской мегазоны. Флишевая толща, возможно формировавшаяся в пределах такого бассейна, обнажается в окрестностях пос. Бреды – по берегам рр. Синташты и Боровая (Бежаев, 1978; Чувазов и др., 1984; Чувазов, Анфимов, 2001), вскрыта также скважиной в 50 км к ЮЮЗ от пос. Бреды, у пос. Синий Шихан (Чувазов и др., 1984). В этих разрезах на нижнекаменноугольных известняках несогласно залегают конгломераты с гальками преимущественно визейских известняков, сменяющиеся вверх по разрезу мощной толщей флиша с линзами оползневых из-

вестняковых конгломератов. В нижней части флишевой толщи песчаники преимущественно известняковые, в верхней части – кварцевые. Предполагается, что в данном случае источник обломочного материала находился на востоке, где по р. Тобол описаны конгломераты (Бежаев, 1978), предположительно, наземного происхождения. Видимая мощность толщи – до 300 м.

За пределами рифтогенных бассейнов на востоке Южного Урала башкирский ярус и низы московского, как правило, сложены карбонатными породами. Там сохранялись приблизительно те же обстановки, что и в конце раннего карбона.

Средний Урал

В башкирском веке в ходе новой активизации тектонических процессов на востоке Среднего Урала образовались по крайней мере два сдвиговых прогиба, расположенные в пределах нижнекаменноугольной карбонатной платформы. Об этом свидетельствуют обломочные толщи, распространенные на территории Алапаевско-Теченской зоны Восточно-Уральской мегазоны – ключевская, щербакановская, прищановская, алапаихинская, малобелоносовская свиты (рис. 6, табл. 4) (Чувазов и др., 1984; Чувазов и др., 2002; Мизенс и др., 2012; Мизенс, 2021).

На основании имеющихся сведений можно предположить, что в первой половине башкирского века в срединной части Восточно-Уральской мегазоны была заложена серия глубоких депрессий. В их пределах развиты отложения глубоководных конусов выноса (Мизенс, 2021) – песчано-глинистые турбидиты с линзами галечных дебритов и отдельными глыбами известняков, слагающие башкирские алапаихинскую и малобелоносовскую свиты и залегающие с размывом на серпуховских известняках. М.М. Бежаев (1978) совершенно справедливо относил эти толщи к флишевой формации. Грубозернистые породы, в том числе довольно многочисленные отложения дебритных потоков с валунами и глыбами известняков, широко распространены, что указывает на крутые склоны бассейнов. Среди глыб известняков встречаются как нижнебашкирские, так и серпуховские, среди галек преобладают известняки серпуховского возраста, но встречаются и верхневизейские (Чувазов и др., 1984). В песчаниках и конгломератах, наряду с обломками известняков, имеется небольшая примесь силикатных компонентов. А в составе малобелоносовской свиты встречены даже прослои полимиктовых песчаников. Общая мощность отложений башкирского яруса на этой территории – до 800 м (Чувазов и др., 1984). Глубоководные бассейны, по-видимому, здесь начали формироваться в первой половине среднего карбона. Наличие глыб нижнебашкирских известняков сви-

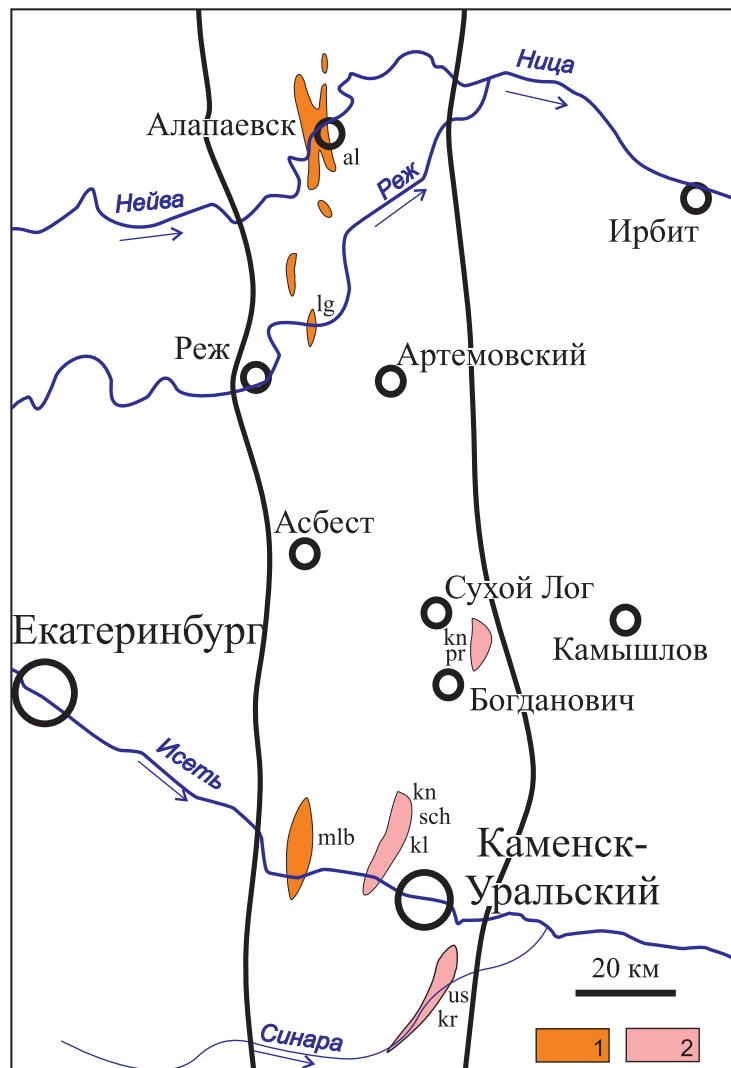


Рис. 6. Схема распространения среднекаменноугольных рифтогенных отложений на восточном склоне Среднего Урала.

1 – свиты башкирского яруса: луговская (lg), алапаихинская (al), малобелоносовская (mlb); 2 – свиты башкирского и московского ярусов: прищановская (pr), кунарская (kn), ключевская (kl), шербаковская (sch), усмановская (us), карабольская (kr). Черные линии – границы Алапаевско-Теченской зоны.

Fig. 6. Scheme of distribution of Middle Carboniferous rift deposits on the eastern slope of the Middle Urals.

1 – formations of Bashkirian Stage: Lugovaya (lg), Alapaikha (al), Malobelonosovo (mlb) formations; 2 – formations of Bashkirian and Moscovian stages: Prishchanovo (pr), Kunara (kn), Klyuchiki (kl), Shcherbakovo (sch), Usmanovo (us), Karabolka (kr) formations. Black lines – Alapaevsk-Techa zone boundaries.

детельствует о том, что в самом начале башкирского века на данной территории все еще существовала шельфовая обстановка.

К западной части Алапаевско-Теченской зоны относятся и мелководные образования луговской свиты, обнажающиеся на берегу р. Реж (известняковые песчаники, гравелиты и конгломераты с прослоями битуминозных известняков), залегающие с размывом на органогенных известняках серпуховского яруса. Ее возраст, предположительно,

соответствует нижнему подъярису башкирского яруса (Чувашов и др., 1984; Мизенс и др., 2007). Судя по текстурным особенностям пород, характеру и составу обломочного, в том числе органогенного, материала, свита формировалась в пределах мелководной прибрежной зоны шельфа. Тем не менее прогибание здесь было активным, мощность толщи – 200–220 м. В составе обломочного материала присутствуют как нижнебашкирские, так и серпуховские и верхневизейские органические остатки.

Таблица 4. Схема стратиграфии и корреляции отложений среднего карбона в районе развития рифтогенных комплексов на востоке Среднего Урала**Table 4.** Scheme of stratigraphy and correlation of the Early Pennsylvanian deposits in the area of rift complexes in the east of the Middle Urals

Ярус	Подярус	Подзоны Алапаевско-Теченской зоны			
		Режевская	Рефтинско-Смолинская	Махневско-Егоршинско-Каменская	Багарякско-Аргаяшская
Московский		Нейвинская свита Песчаники и конгломераты, аргиллиты алевролиты до 380 м	Нейвинская свита Песчаники и конгломераты, аргиллиты алевролиты до 380 м	Кунарская свита Песчаники, аргиллиты, конгломераты, обломочные известняки до 600 м	Усмановская Конгломераты до 1000 м
		Сипавская свита Известняки, песчаники, аргиллиты до 100–150 м			
Башкирский	Верхний		Алапахинская свита Песчаники, аргиллиты, конгломераты ≈ 600 м	Щербаковская свита Известняки, аргиллиты, известняковые песчаники до 50 м	Прищановская свита Известняковые брекчии и конгломераты известняки, аргиллиты, песчаники до 300 м
	Нижний	Луговская свита Известняки, песчаники и конгломераты до 220 м			
Нижний карбон				Ключевская свита Известняковые брекчии и конгломераты до 230 м	
		Исетская свита Известняки до 500–1000 м			

Примечание. При составлении таблицы использованы работы (Чувашов и др., 1984, 2002; Стратиграфические..., 1993; Мизенс и др., 2012, 2021; и др.).

Note. The following works were used in compiling the table (Chuvashov et al., 1984, 2002; Stratigraphic..., 1993; Mizens et al., 2012, 2021; et al.).

Усиленное прогибание в пределах грабен (по крайней мере в северной части зоны) продолжалось и в московское время – формировалась толща красноцветных (мелководно-морских и континентальных) отложений нейвинской свиты. Нижняя ее часть (100–200 м) сложена красноцветными песчаниками, аргиллитами и алевролитами с прослоями гипсов и известняков, содержащими нижнемосковские фораминиферы, верхняя (тоже 100–200 м) – гравелитами и мелкогалечными конгломератами, в гальках которых описана фауна верхнего визе и среднего карбона (Чувашов и др., 1984; Стратиграфические..., 1993).

Несколько восточнее, уже на территории Махневско-Егоршинско-Каменской подзоны, в начале башкирского века образовался еще один узкий прогиб (глубоководный бассейн), существование которого,

по-видимому, продолжалось до конца московского века. Об этом свидетельствуют состав и строение ключевской, прищановской, щербаковской и кунарской свит, обнажающихся вдоль рр. Исеть и Кунара. В составе нижних толщ (ключевской свиты и в основании прищановской) распространены несортированные брекчии и конгломераты, состоящие из обломков подстилающих известняков. Причем в некоторых случаях породы верхней части серпуховского яруса полностью размыты, брекчии и конгломераты лежат на нижнесерпуховских известняках (Лагутенко, 1976). Во второй половине башкирского века произошло расширение и, вероятно, углубление этого прогиба. Формировались отложения щербаковской свиты (около 50 м), залегающие на брекчиях ключевской, а также верхняя

часть прищановской свиты (общая мощность которой до 300 м). Они представлены переслаивающимися битуминозными известняками, мергелями, аргиллитами, кремнями и известняковыми песчаниками с текстурами турбидитов. В составе обломочных пород щербаковской свиты имеется небольшая примесь зерен кварца и полевых шпатов, зерен и галек кремней, основных и, редко, кислых вулканитов. В известняках и песчаниках обнаружены фораминиферы средних-верхних горизонтов башкирского яруса (Чувазов и др., 1984, 2002).

Отложения московского яруса этого же бассейна представляет мощная (до 600 м) песчано-глинистая (флишевая) толща кунарской свиты, обнажающаяся на р. Кунара и, частично, на р. Исеть (Чувазов и др., 1984). Флишевые отложения московского возраста вскрыты также скважинами в окрестностях г. Богданович.

В составе кунарской свиты, наряду с песчаниками и аргиллитами, присутствуют конгломераты, гравелиты, обломочные известняки. В конгломератах преобладают гальки кремней (Мизенс и др., 2012), а известняков среди галек (визейских, серпуховских, башкирских) не более 20–40%. Песчаники представлены собственно граувакками и полевошпатовыми граувакками, обломков кварца в них мало. Среди обломков пород в них преобладают вулканиты (основные и/или средние) и кремни, присутствуют обломки известняков и кислых вулканитов, встречаются серпентиниты. По текстурным особенностям охарактеризованную последовательность можно отнести к проксимальным турбидитам. М.М. Бежаев (1978) в результате изучения ориентировки язычковых гиероглифов пришел к выводу, что направление течения (и разноса обломочного материала) в бассейне было приблизительно меридиональным – с севера на юг. Однако источник сноса, скорее всего, находился на востоке.

Наличие рифтогенного бассейна в московском веке можно предположить и на юге Среднего Урала (разрезы усмановской и карабольской свит по рр. Багаряк, Синара, Караболка). Однако его взаимоотношения с расположенным севернее прогибом (прогибами) не ясны. Упомянутый бассейн не был глубоководным, но большие мощности выполняющих его отложений (до 1000 м), накопленных за московский век, в том числе около 500 м за подольское время (Чувазов и др., 1984; Государственная..., 2011), позволяют предполагать интенсивное погружение участка земной коры. В состав этих толщ входят конгломераты (полимиктовые и известняковые), конглобрекции, гравелиты, песчаники, красноцветные алевролиты, аргиллиты, доломиты, известняки (в том числе биогермные), встречаются гипсы. В конгломератах преобладают гальки известняков (преимущественно верхневизейских, реже нижневизейских, серпуховских и башкирских, редко турнейских), встречаются вул-

каниты и кремни (Чувазов и др., 1984). Отложения формировались в мелководно-морской и прибрежно-морской обстановках, при участии временных водотоков, выносивших обломочный материал с суши (Мизенс и др., 2012). Наличие большого количества конгломератов среди прибрежно-морских фаций и слабая окатанность обломков дают основания предполагать крутые берега бассейна, сложенные известняками визейского, серпуховского и башкирского ярусов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Признаки существования рифтогенных бассейнов на аккреционно-коллизийной стадии развития уральского орогена (в карбоне) имеются на восточном склоне Южного и Среднего Урала. Следы таких бассейнов можно встретить как среди отложений нижнего, так и среднего карбона, но по основным характеристикам они несколько различаются. Для раннекаменноугольных бассейнов (Магнитогорско-Богдановский грабен и Алапаевско-Каменский рифт) характерны относительно мелководные обстановки осадконакопления (от мелководно-морских до континентальных), обусловленные интенсивным отложением осадков в условиях неравномерного тектонического погружения разных участков рифтовых зон. При этом значительную роль играли вулканические фации – лавовые потоки трещинного типа и излияния стратовулканов, особенно на Южном Урале. В центральных и южных районах Магнитогорско-Богдановского грабена в течение позднего турне накопилось до 1000–2500 м вулканитов, а в раннем визе – до 5000 м (березовская и греховская свиты). На Среднем Урале вулканическая активность была заметно меньше. Менее активным было и тектоническое погружение. Общая мощность отложений бекленищевской свиты (турне и нижнее визе) – до 2200 м. Мощности турнейско-нижневизейской угленосной серии (восточное крыло рифта) достигают 1200 м. Вопрос о западном крыле данного рифта остается нерешенным. Западная граница жуковской свиты тектоническая.

В позднем визе процесс рифтогенеза затих, вулканические и терригенные породы сменились известняками кизильской (на Южном Урале) и исетской (Средний Урал) свит. На огромных территориях установился режим мелководной карбонатной седиментации (карбонатных платформ), который сохранялся до конца раннего карбона (участками и до башкирского века включительно). В среднем карбоне процесс рифтогенеза, приуроченный в основном к зонам раннекаменноугольных рифтов (к Кизильской подзоне Магнитогорско-Богдановского грабена и Махневско-Егоршинско-Каменской и Багарякско-Аргаяшской подзонам Алапаевско-Теченской зоны), возобновился. Но бассейны были уже другими – более мелкими по площади и чаще все-

го глубоководными, в то же время вулканические породы в их составе встречаются редко или полностью отсутствуют. Наличие большого количества крупногалечных и валунных конгломератов свидетельствует о достаточно крутых берегах. Наиболее характерными отложениями для этих бассейнов (как на Южном, так и на Среднем Урале) были турбидиты и дебриты, слагающие флишевые комплексы, мощности которых (башкирские и московские ярусы) достигают 1500 м. Тем не менее существовали также относительно мелководные рифтогенные бассейны (особенно в московском веке) с большими мощностями выполняющих их отложений. Так, общая мощность карабальской и усмановской свит на рр. Багаряк и Синара превышает 1000 м.

Удлиненная форма бассейнов, большие мощности, фациальная изменчивость по латерали, обилие грубообломочных пород, состоящих в значительной степени из обломков непосредственно подстилающих отложений (визейских, серпуховских, башкирских), позволяют предполагать, что ранне- и среднекаменноугольные рифты имели сдвиговую природу. Соответственно, бассейны седиментации, скорее всего, относятся к типу пулл-апат (pull-apart). О существенной роли сдвиговых перемещений при формировании складчатого пояса свидетельствуют и палеомагнитные данные (Свяжина и др., 2008; Мизенс, Свяжина, 2010; Петров и др., 2010).

Предполагается (Пучков, 2000), что активизация рифтогенеза в раннем карбоне обусловлена субдупированием океанической литосферы под новообразованную аккреционную окраину ВЕК. Соответственно, данную тектоническую обстановку можно рассматривать как тыловую часть активной континентальной окраины, для которой характерны условия растяжения. Однако вулканические ассоциации в Магнитогорской мегазоне в нижнем карбоне уже ничем не напоминают субдукционные: формируются субщелочные контрастные вулканические серии, характерные для условий эпиконтинентального рифтогенеза, а также мелководные карбонатные формации. Образование рифтов в среднем карбоне, скорее всего, связано с началом жесткой косо́й коллизии (Пучков, 1996, 2000; и др.) ВЕК и Казахстанского континента. Таким образом, палеогеографическая обстановка (распределение и характер бассейнов осадконакопления) в карбоне на восточном склоне Южного и Среднего Урала в значительной степени определялась процессами, протекавшими на аккреционно-коллизийной стадии геодинамического цикла.

Благодарности

Авторы благодарны анонимным рецензентам, замечания и рекомендации которых позволили под новым углом взглянуть на обсуждаемые проблемы и улучшить текст публикации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бежаев М.М. (1978) Флишевая и орогенная формации восточного склона Урала. Свердловск: Средне-Урал. кн. изд-во, 207 с.
- Буртман В.С., Дворова А.В., Самыгин С.Г. (2020) Палеоширотное положение Восточно-Уральского микроконтинента и Магнитогорской дуги в Уральском океане. *Литосфера*, 20(6), 842-850. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2020-20-6-842-850>
- Волчек Е.Н. (2008) Структурное положение и геохимические особенности вулканитов среднего течения р. Исеть (восточная периферия Среднего Урала). *Тр. ИГТ УрО РАН*, вып. 155, 102-108.
- Волчек Е.Н., Слободчиков Е.А., Притчин М.Е., Червяковский В.С. (2018) О петрогеохимическом составе вулканогенных пород в визейских отложениях на востоке Среднего Урала. *Тр. ИГТ УрО РАН*, вып. 165, 80-84.
- Геологическая карта Урала. (1979) М-6 1 : 500 000. Листы N-40, N-41. (Ред. И.Д. Соболев).
- Горожанина Е.Н. (2015) Тектоно-седиментационная модель эволюции осадконакопления в Центрально-Магнитогорской зоне на Южном Урале. *Геол. сб. № 12*. СПб.: Свое издательство, 79-92.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. (2011) М-6 1 : 1 000 000 (3-е поколение). Сер. Уральская. Лист О-41 – Екатеринбург. Объяснит. записка. (Ред. А.В. Жданов). СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 492 с. + 6 вкл. (Минприроды России, Роснедра, ФГУП “ВСЕГЕИ”, ОАО “УГСЭ”).
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. (2015) М-6 1 : 200 000. 2-е изд. Сер. Южно-Уральская. Лист N-40-XXIX – Сибай. Объяснит. записка. (Ред. Е.В. Попов). М.: МФ ВСЕГЕИ, 218 с. + 14 вкл.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. (2017) М-6 1 : 200 000. 2-е изд. Сер. Среднеуральская. Лист О-41-XXV. Объяснит. записка. (Ред. М.С. Рапопорт). М.: Моск. фил. ФГБУ “ВСЕГЕИ”, 156 с.
- Государственная геологическая карта СССР. (1985) М-6 1 : 200 000. Сер. Среднеуральская. Лист О-41-XXXII. Объяснит. записка. (Ред. М.С. Рапопорт). Свердловск: Уралгеология, 160 с.
- Дианова Т.В. (1975) О некоторых фациях раннекаменноугольных вулканитов Восточной зоны. *Палеовулканизм Урала*. Свердловск: УНЦ АН СССР, 99-107.
- Добрецов Н.Л., Кулаков И.Ю., Полянский О.П. (2013) Геодинамика, поля напряжений и условия деформаций в различных геодинамических обстановках. *Геология и геофизика*, 4(54), 469-499.
- Дубейковский С.Г. (2002) Смолинская пещера и ее окрестности. Екатеринбург: Изд-во Уральск. ун-та, 35 с.
- Дубинин Е.П., Кохан А.В., Тетерин Д.Е., Грохольский А.Л., Курбатова Е.С., Сущевская Н.М. (2016) Тектоническое строение и типы рифтогенных бассейнов моря Скотия, Южная Атлантика. *Геотектоника*, (1), 41-61.
- Еремеев В.В. (1972) Палеогеография и минералообразование нижнекарбонных угленосных отложений Среднего Урала. М.: Наука, 224 с.
- Жуков О.В. (1986) Закономерности пространственного размещения мощных угольных залежей на Урале. Препринт. Свердловск: УНЦ АН СССР, 64 с.

- Знаменский С.Е., Знаменская Н.М. (2008) Модель формирования структуры восточного склона Южного Урала на этапе общей коллизии. *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы VII Межрегион. науч.-практ. конф. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 89-92.
- Знаменский С.Е., Косарев А.М., Родичева З.И., Рыкус М.В., Салихов Д.Н., Серавкин И.Б., Сначёв В.И. (1992) Вулканизм Южного Урала. М: Наука, 197 с.
- Иванов К.С. (1998) Основные черты геологической истории (1.6–0.2 млрд лет) и строения Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 252 с.
- Иванов К.С., Пучков В.Н. (2022) Структурно-формационные зоны Уральского складчатого пояса: обзор данных и развитие новых идей. *Геотектоника*, (6), 78-113.
- Иогансон Л.И. (2005) Присдвиговые осадочные бассейны (бассейны pull-apart) (обзор литературы). *Геотектоника*, (2), 66-80.
- Казанцева Т.Т. (1987) Аллохтонные структуры и формирование земной коры Урала. М.: Наука, 158 с.
- Коровко А.В., Двоглазов Д.А., Пуртов В.А. (1992) О геологической позиции и строении Сафьяновского рудного поля. *Новые данные по стратиграфии и литологии палеозоя Урала и Средней Азии*. Екатеринбург: Наука, УрО РАН, 138-153.
- Коровко А.В., Смирнов В.Н., Степанова Т.И., Мизенс Г.А. (2007) Вулканизм фамена среднеуральской части Восточно-Уральской мегазоны. *Геодинамика формирования подвижных поясов Земли*. Мат-лы Междунар. науч. конф. Екатеринбург: ИГГ, 158-161.
- Коротеев В.А., Дианова Т.В., Кабанова Л.Я. (1979) Среднепалеозойский вулканизм Восточной зоны Урала. М.: Наука, 129 с.
- Коротеев В.А., Дианова Т.В., Кориневский В.Г. (1986) Вулканические фации Урала Свердловск: УНЦ АН СССР, 205 с.
- Кохан А.В., Дубинин Е.П., Курбатова Е.С. (2016) Проявления ультрамедленного спрединга в трансформных сдвиго-раздвиговых зонах. *Вестн. КРАУНЦ. Сер.: Науки о Земле*, 30(2), 16-28.
- Кочеткова Н.М., Лутфуллин Я.Л. (1981) Схема стратиграфии и корреляции среднекаменноугольных отложений Южного Урала. Уфа: БашФ АН СССР, 30 с.
- Кочеткова Н.М., Лутфуллин Я.Л., Архипова В.В. (1977) Башкирские отложения Магнитогорского мегасинклинория. *Стратиграфия палеозоя Южного Урала*. Уфа: БашФ АН СССР, 78-100.
- Кучева Н.А. (2019) Распространение брахиопод в отложениях нижней части визейского яруса Восточно-Уральского субрегиона. *Литосфера*, 19(1), 59-80.
- Кучева Н.А., Степанова Т.И. (2013) Предложения по модернизации схемы районирования нижнего карбона Урала (на примере Среднего и Южного Урала). *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 160, 22-28.
- Кучева Н.А., Степанова Т.И. (1999) Стратиграфия каменноугольных отложений Смолинского района. *Уральск. геол. журн.*, 3(9), 13-46.
- Лагутенко В.Н. (1976) К характеристике конгломератов среднекаменноугольных отложений на восточном склоне Среднего Урала. Петрография обломочных пород восточного склона Урала и Мугоджар. Свердловск: УНЦ АН СССР, 55-67.
- Мизенс Г.А. (2021) Башкирский ярус на восточном склоне Среднего Урала и граница нижнего/среднего карбона: особенности литологии и обстановки осадконакопления. *Геол. вестник*, (3), 28-36.
- Мизенс Г.А. (2002) Седиментационные бассейны и геодинамические обстановки в позднем девоне–ранней перми юга Урала. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 190 с.
- Мизенс Г.А., Кокшина Л.В. (2014) Некоторые особенности разреза московских отложений на востоке Южного Урала (Магнитогорская мегазона). *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 161, 86-89.
- Мизенс Г.А., Кучева Н.А., Степанова Т.И. (2015) Обстановка осадконакопления в раннем карбоне и башкирском веке в восточных зонах Среднего Урала. *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 162, 71-76.
- Мизенс Г.А., Кучева Н.А., Степанова Т.И., Дуб С.А. (2020) Некоторые особенности осадконакопления в раннем карбоне на востоке Среднего Урала. *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 167, 51-59.
- Мизенс Г.А., Свяжина И.А. (2010) Некоторые особенности палеотектоники территории Урала в позднем палеозое по палеомагнитным данным. *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 157, 72-74.
- Мизенс Г.А., Степанова Т.И., Кучева Н.А. (2012) Восточные зоны Среднего Урала в карбоне (эволюция бассейнов осадконакопления и особенности палеотектоники). *Литосфера*, (4), 107-126.
- Мизенс Г.А., Степанова Т.И., Кучева Н.А. (2013) Эволюция бассейнов осадконакопления коллизийной стадии развития Урала. *Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории*. Мат-лы VII Всерос. литолог. совещ. Т. 2. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 268-271.
- Мизенс Г.А., Степанова Т.И., Кучева Н.А., Коровко А.В. (2007) Фациальные особенности обломочных пород башкирского яруса на восточном склоне Среднего Урала. *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 154, 94-100.
- Милановский Е.Е. (1976) Рифтовые зоны континентов. М.: Недра, 179 с.
- Мосейчук В.М., Яркова А.В., Михайлов И.Г. (2000) Отчет о геологическом доизучении м-ба 1 : 200 000 листов N-40-XXIV, XXX (нов. сер.). Магнитогорская площадь. Кн. 1. Челябинск, ТГФ.
- Наседкина В.А., Бороздина Г.Н. (1999) Конодонты из пограничных отложений среднего–верхнего девона на восточном склоне Среднего Урала. *Проблемы стратиграфии и палеонтологии Урала*. Екатеринбург: УГСЭ, 45-51.
- Нечухин В.М., Волчек Е.Н. (2012) Типы аккреционных и коллизийных процессов в орогенных системах Тимано-Уральского сегмента Евразии. *Литосфера*, (4), 78-90.
- Пазухин В.Н., Кулагина Е.И., Николаева С.В., Кочетова Н.Н., Коновалова В.А., Зайнакаева Г.Ф. (2009) Обоснование нижней границы серпуховского яруса в разрезе Верхняя Кардаилловка как претендента на GSSP. *Carboniferous Type Sections in Russia and Potential Global Stratotypes. Southern Urals Session*. Proc. Int. Field Meeting Ufa–Sibai. Ufa: DizainPoligraf-Servis, 129-141.
- Петренко А.А. (1953) Восточноуральский пояс нижнекарбонového утленакопления. *Тр. Лаборатории геологии угля АН СССР*, вып. 1. Л: Госгеолтехиздат, 7-10.

- Петров Г.А. (2010) Раннекаменноугольные палеобассейны на восточном склоне Среднего Урала: постановка проблемы интерпретации обстановки формирования и главные черты минерализации. *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 157, 79-82.
- Петров Г.А., Ронкин Ю.Л., Маслов А.В., Свяжина И.А., Рыбалка А.В., Лепихина О.П. (2008) Время начала коллизии на Среднем и Северном Урале. *Докл. РАН*, 422(3), 365-370.
- Петров Г.А., Свяжина И.А., Рыбалка А.В. (2010) Особенности формирования позднепалеозойского орогена на Среднем Урале. *Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя*. Мат-лы XLIII Тектон. совещ. Т. 2. М.: ГЕОС, 139-143.
- Попов В.Г., Абдрахманов Р.Ф. (2017) Гидрогеологические предпосылки нефтеносности Кизильской зоны Южного Урала. *Вестн. ИГ Коми НЦ УрО РАН*, 1(265), 3-7.
- Постоялко М.В., Плюснина А.А., Арбанова Е.С., Степанова Т.И., Черепанова Н.А. (1989) Путеводитель геологических экскурсий. *Свердловская экскурсия. Маршрут № 4: Режевская структурно-формационная зона. Осадочные породы Першинского комплекса*. Свердловск: УНЦ АН СССР, ПГО Уралгеология, 46-49.
- Постоялко М.В., Степанова Г.А., Черепанова Н.А. (1990) Нижневизейские отложения Магнитогорского синклинария (разрез Нижняя Гусиха). *Новые данные по геологии Урала, Западной Сибири и Казахстана*. Свердловск: ИГГ УрО АН СССР, 95-107.
- Правикова Н.В., Матвеев Е.А., Тевелев А.В., Веймарн А.Б., Рудакова А.В. (2008) Вулканизм переходного этапа от позднедевонской островной дуги к раннекаменноугольным рифтам на Южном Урале. *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол.*, (6), 8-15.
- Пронин А.А. (1960) Карбон восточного склона Среднего Урала. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 232 с.
- Пучков В.Н. (2010) Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 280 с.
- Пучков В.Н. (2000) Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: Даурия, 145 с.
- Пучков В.Н. (1996) Формирование Урало-Новоземельского складчатого пояса – результат неравномерной, косоориентированной коллизии континентов. *Геотектоника*, (5), 66-75.
- Рассказов А.А., Скобелев С.Ф., Стукалова И.Е. (1998) Особенности влияния длительно развивавшихся разломов на формирование угольных месторождений (на примере восточного склона Урала). *Урал: фундаментальные проблемы геодинамики и стратиграфии*. М.: Наука, 60-72. (Тр. ГИН РАН, вып. 500).
- Салихов Д.Н., Мосейчук В.М., Холоднов В.В., Рахимов И.Р. (2014) Каменноугольный вулканогенно-интрузивный магматизм Магнитогорско-Богдановского грабена в свете новых геолого-геохимических данных. *Литосфера*, (5), 33-56.
- Салихов Д.Н., Рахимов И.Р., Мосейчук В.М. (2013) Каменноугольный магматизм коллизивной эпохи на Южном Урале. *Геол. сб. № 10*. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 176-199.
- Салихов Д.Н., Холоднов В.В., Пучков В.Н., Рахимов И.Р. (2019) Магнитогорская зона Южного Урала в позднем палеозое: магматизм, флюидный режим, металлогения, геодинамика. М.: Наука, 392 с.
- Салихов Д.Н., Яркова А.В. (1992) Нижнекаменноугольный вулканизм Магнитогорского мегасинклинария. Уфа: БНЦ УрО РАН, 137 с.
- Свяжина И.А., Петров Г.А., Слободчиков Е.А. (2008) Палеомагнетизм, тектоника и геодинамика палеозоя среднеуральского фрагмента Восточно-Уральской мегазоны. *Литосфера*, (4), 22-34.
- Симаненко В.П., Голозубов В.В., Сахно В.Г. (2006) Геохимия вулканитов трансформных окраин (на примере Алчанского бассейна, Северо-Западное Приуралье). *Геохимия*, (12), 1251-1265.
- Смирнов В.Н., Коровко А.В. (2007) Палеозойский вулканизм восточной зоны Среднего Урала. *Геодинамика, магматизм, метаморфизм и рудообразование*. Мат-лы Междунар. науч. конф. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 395-420.
- Смирнов В.Н., Ферштатер Г.Б., Иванов К.С. (2003) Схема тектономагматического районирования территории восточного склона Среднего Урала. *Литосфера*, (2), 40-56.
- Смирнов Г.А. (1957) Материалы к палеогеографии Урала. Визейский ярус. Свердловск: УФ АН СССР, 120 с.
- Смирнов Г.А., Смирнова Т.А. (1967) Материалы к палеогеографии Урала. Очерк IV. Турнейский век. *Тр. ИГГ УрО АН СССР*, 205 с.
- Сначёв В.И. (2014) Новый вариант тектонического районирования Восточно-Уральской мегазоны (Южный Урал). *Вестн. АН Республики Башкортостан*, 19(3), 43-48.
- Степанова Т.И. (2016) Биостратиграфия пограничных отложений турнейского и визейского ярусов по фораминиферам в разрезе Кипчак на восточном склоне Южного Урала. *Литосфера*, (6), 70-96.
- Степанова Т.И., Кулагина Е.И., Кучева Н.А., Миценс Г.А., Пазухин В.Н. (2013) Разрез Чернышевка на р. Худолаз (Восточный склон Южного Урала). *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 160, 32-38.
- Степанова Т.И., Кучева Н.А. (2006а) Возрастной состав карбонатных обломков в жуковской свите нижнего визе (восточный склон Среднего Урала). *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 153, 115-121.
- Степанова Т.И., Кучева Н.А. (2006б) Разрез Худолаз – стратотип горизонтов субрегиональной схемы нижнекаменноугольных отложений восточного склона Урала. *Литосфера*, (1), 45-75.
- Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). (1993) Екатеринбург: Роскомнедра, 152 с.
- Сурин Т.Н. (2020) Раннепермские гранитоиды Восточно-Магнитогорской зоны (Южный Урал): петрология, геохимия и геодинамическая обстановка формирования. *Изв. УГТУ*, 57(1), 47-62.
- Сурин Т.Н., Мосейчук В.М. (1997) Геодинамическое развитие Магнитогорского палеовулканического пояса (Южный Урал). Миасс: Геотур, 310 с.
- Тевелев А.В., Дегтярев К.Е., Тихомиров П.Л., Кошелева И.А., Косарев А.М., Мосейчук В.М., Правикова Н.В., Сурин Т.Н. (2005) Геодинамические обстановки формирования каменноугольных вулканических комплексов Южного Урала и Зауралья. *Очерки по региональной тектонике. Т. 1. Южный Урал*. М.: Наука, 213-247. (Тр. Геол. ин-та, вып. 561).

- Тевелев А.В., Кошелева И.А. (2002) Геологическое строение и история развития Южного Урала (Восточно-Уральское поднятие и Зауралье). М.: Изд-во МГУ, 123 с.
- Тевелев А.В., Соболев И.Д., Борисенко А.А., Правикова Н.В., Казанский А.Ю., Коптев Е.В., Кошелева И.А., Жак Ю. (2021) Начальный этап раннекаменноугольного рифтинга на Южном Урале: первые результаты U-Pb датирования циркона из гранитоидов неплюевского комплекса. *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4: Геол.*, (6), 40-48.
- Ферштатер Г.Б. (1966) Магнитогорская габбро-гранитная интрузия. Свердловск: ИГ УФАИ СССР, 144 с.
- Ферштатер Г.Б. (2013) Палеозойский интрузивный магматизм Среднего и Южного Урала. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 368 с.
- Филатова Н.И. (2008) Специфика магматизма окраинно-континентальных и окраинно-морских бассейнов синсдвиговой природы, западная периферия Тихого океана. *Петрология*, 16(5), 480-500.
- Ханчук А.И., Голозубов В.В., Мартынов Ю.А., Симаненко В.П. (1997) Раннемеловая и палеогеновая трансформные континентальные окраины (калифорнийский тип) Дальнего Востока России. *Тектоника Азии*. М.: ГЕОС, 240-243.
- Холоднов В.В., Шардакова Г.Ю., Пучков В.Н., Петров Г.А., Шагалов Е.С., Салихов Д.Н., Коровко А.В., Прибавкин С.В., Рахимов И.Р., Бородин Н.С. (2021) Палеозойский гранитоидный магматизм Северного, Среднего и Южного Урала как отражение этапов геодинамической и геохимической эволюции коллизионного орогена. *Геодинамика и тектонофизика*, 12(2), 225-245.
- Чувашов Б.И., Анфимов А.Л. (2001) Среднекаменноугольный восточно-уральский залив и особенности формирования карбонатной платформы. *Литология и полез. ископаемые*, (3), 245-248.
- Чувашов Б.И., Иванова Р.М., Колчина А.Н. (1984) Верхний палеозой восточного склона Урала (стратиграфия и геологическая история). Свердловск: УНЦ АН СССР, 230 с.
- Чувашов Б.И., Черных В.В., Иванова Р.М. (2002) Пограничные башкирско-московские отложения бассейна реки Исеть. *Путеводитель геологических экскурсий по карбону Урала. Ч. 2. Среднеуральская экскурсия*. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 68-101.
- Язева Р.Г., Бочкарев В.В. (1998) Геология и геодинамика Южного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 203 с.
- Civile D., Lodolo E., Vuan A., Loreto M. (2012) Tectonics of the Scotia-Antarctica plate boundary constrained from seismic and seismological data. *Tectonophysics*, 550, 17-34.
- Dewey J.F., Burke K. (1974) Hot Spots and Continental Break-up: Implications for Collisional Orogeny. *Geology*, 2(2), 57-60.
- Einsele G. (2000) Sedimentary basins: evolution, facies, and sediment budget. Berlin: Springer-Verlag, 792 p.
- Gorozhanina E., Kulagina E., Nikolaeva S., Gorozhanin V. (2017) The Devonian-Carboniferous Boundary Deposits in the Central Magnitogorsk Zone of the South Urals. *Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources*. Proceedings Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting, 2017. (Kazan, Russian Federation, 19–23 September 2017). Milano: Filodiritto Editore, 120-129.
- Kosarev A.M., Vladimirov A.G., Khanchuk A.I., Salikhov D.N., Kholodnov V.B., Osipova T.A., Kallistov G.A., Seravkin I.B., Rakhimov I.R., Shafigullina G.T. (2021) Devonian-Carboniferous Magmatism and Metallogeny in the South Ural Accretionary-Collisional System. *Geodynam. Tectonophys.*, 12(2), 365-391.
- Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Nikolaeva S.V., Kochetova N.N., Zainakaeva G.F., Gibshman N.B. (2009) Serpukhovian and Bashkirian bioherm facies of the Kizil Formation in the South Urals. *Carboniferous Type Sections in Russia and Potential Global Stratotypes. Southern Urals Session*. Proc. Int. Field Meeting Ufa–Sibai. Ufa: DizainPoligrafServis, 78-96.
- Leroy S., Mauffret A., Patriat P., Mercier de Lepinay B. (2000) An alternative interpretation of the Cayman Trough evolution from a re-identification of magnetic anomalies. *Geophys. J. Int.*, 3(141), 539-557.
- Okada H. (1999) Plume-related sedimentary basins in East Asia during the Cretaceous. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, (150), 1-11.
- Peacock D.C., Sanderson D.J. (1995) Pull-aparts, shear fractures and pressure solution. *Tectonophysics*, (241), 1-13.
- Pravikova N.V., Tikhomirov P.L., Tevelev A.V., Kosheleva I.A., Surin T.N. (2023) Magma Chemistry and Tectonic Controls of Volcanic Activity in the Southern Ural Area during Early Carboniferous Time. *Minerals*, 13, 258.
- Rosencrantz E., Malcom R.I., Sclater J.G. (1988) Age and spreading history of the Cayman trough as determined from depth, heat flow, and magnetic anomalies. *J. Geophys. Res.*, (93), 2141-2157.
- Steel R.J., Gloppen T.G. (1980) Late Caledonian (Devonian) basin formation, western Norway: Signs of strike-slip tectonics during infilling. In Sedimentation in oblique-slip mobile zones. (Eds P.F. Balance, H.G. Reading). *Int. Assoc. Sedimentol., Spec. Publ.*, (4), 79-103.

REFERENCES

- Bezhaev M.M. (1978) Flysch and orogenic formations of the eastern slope of the Urals. Sverdlovsk, Sredne-Ural'skoe knizhnoe izd-vo, 207 p. (In Russ.)
- Burtman V.S., Dvorova A.V., Samygin S.G. (2020) Paleolatitudinal position of the East Ural microcontinent and the Magnitogorsk arc in the Ural Ocean. *Lithosphere (Russia)*, 20(6), 842-850. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2020-20-6-842-850>
- Chuvashov B.I., Anfimov A.L. (2001) Middle Carboniferous East Ural Bay and Features of Carbonate Platform Formation. *Litol. Polez. Iskop.*, (3), 245-248. (In Russ.)
- Chuvashov B.I., Chernykh V.V., Ivanova R.M. (2002) Bashkirian-Moscovian boundary deposits of the Iset river basin. *Guide to geological excursions to the Carboniferous of Urals. Pt 2. Middle Urals excursion*. Ekaterinburg, IGG Uro RAN Publ., 68-101. (In Russ.)
- Chuvashov B.I., Ivanova R.M., Kolchina A.N. (1984) Upper Paleozoic of the eastern slope of the Urals (stratigraphy and geological history). Sverdlovsk, UNTs AN SSSR Publ., 230 p. (In Russ.)
- Civile D., Lodolo E., Vuan A., Loreto M. (2012) Tectonics of the Scotia-Antarctica plate boundary constrained from seismic and seismological data. *Tectonophysics*, 550, 17-34.
- Dewey J.F., Burke K. (1974) Hot Spots and Continental Break-up: Implications for Collisional Orogeny. *Geology*, 2(2), 57-60.

- Dianova T.V. (1975) On some facies of early Carboniferous volcanites of the Eastern zone. *Paleovolcanism of the Urals*. Sverdlovsk, UNTs AN SSSR Publ., 99-107. (In Russ.)
- Dobretsov N.L., Kulakov I.Y., Polyanskii O.P. (2013) Geodynamics and stress-strain patterns in different tectonic settings. *Russ. Geol. Geophys.*, **54**(4), 357-380.
- Dubeikovskii S.G. (2002) Smolinskaya cave and its vicinity. Ekaterinburg, Izd-vo Ural'skogo universiteta, 35 p. (In Russ.)
- Dubinin E.P., Kokhan A.V., Grokhol'sky A.L., Kurbatova E.S., Teterin D.E., Sushchevskaya N.M. (2016) Tectonics and types of riftogenic basins of the Scotia sea, South Atlantic. *Geotectonics*, **50**(1), 35-53.
- Einsele G. (2000) Sedimentary basins: evolution, facies, and sediment budget. Berlin, Springer-Verlag, 792 p.
- Eremeev V.V. (1972) Paleogeography and mineral formation of the Lower Carboniferous coal-bearing deposits of the Middle Urals. Moscow, Nauka Publ., 224 p. (In Russ.)
- Fershtater G.B. (1966) Magnitogorsk gabbro-granite intrusion. Sverdlovsk, IG UFAN SSSR Publ., 144 p. (In Russ.)
- Fershtater G.B. (2013) Paleozoic intrusion magmatism of the Middle and Southern Urals. Ekaterinburg, RIO UrO RAN Publ., 368 p. (In Russ.)
- Filatova N.I. (2008) Specifics of magmatism in marginal continental and marginal-sea pull-apart basins: Western periphery of the Pacific Ocean. *Petrologiya*, **16**(5), 448-467. (In Russ.)
- Geological map of the Urals. (1979) Scale 1 : 500 000. Sheet N-40, N-41. (Ed. I.D. Sobolev). (In Russ.)
- Gorozhanina E.N. (2015) Tectono-sedimentary model of sedimentation evolution in the Central Magnitogorsk zone in the Southern Urals. *Geologicheskii sbornik No. 12*. St.Petersburg, Svoe Izdatel'stvo, 79-92. (In Russ.)
- Gorozhanina E., Kulagina E., Nikolaeva S., Gorozhanin V. (2017) The Devonian-Carboniferous Boundary Deposits in the Central Magnitogorsk Zone of the South Urals. *Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources*. Proceedings Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting, 2017. (Kazan, Russian Federation, 19–23 September 2017). Milano, Filodiritto Editore, 120-129.
- Loganson L.I. (2005) Pull-apart basins: a review. *Geotectonics*, **39**(2), 156-168. (In Russ.)
- Ivanov K.S. (1998) The main features of geological history (1.6–0.2 billion years) and the structure of the Urals. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 252 p. (In Russ.)
- Ivanov K.S., Puchkov V.N. (2022) Structural-Formational Zoning of the Ural Fold Belt: An Overview and New Approach. *Geotectonics*, **56**(6), 747-780. (In Russ.)
- Kazantseva T.T. (1987) Allochthonous structures and formation of the earth's crust of the Urals. Moscow, Nauka Publ., 158 p. (In Russ.)
- Khanchuk A.I., Golozubov V.V., Martynov Yu.A., Simanenko V.P. (1997) Early Cretaceous and Paleogene transforming continental margins (Californian type) of the Russian Far East. *Tectonics of Asia*. Moscow, GEOS Publ., 240-243. (In Russ.)
- Kholodnov V.V., Shardakova G.Yu., Puchkov V.N., Petrov G.A., Shagalov E.S., Salikhov D.N., Korovko A.V., Pribavkin S.V., Rakhimov I.R., Borodina N.S. (2021) Paleozoic granitoid magmatism of the Urals: the reflection of the stages of the geodynamic and geochemical evolution of a collisional orogen. *Geodynam. Tectonophys.*, **12**(2), 225-245. (In Russ.)
- Kochetkova N.M., Lutfullin Y.L. (1981) Scheme of stratigraphy and correlation of the Middle Carboniferous deposits of the Southern Urals. Ufa, BF AN SSSR Publ., 30 p. (In Russ.)
- Kochetkova N.M., Lutfullin Y.L., Arkhipova V.V. (1977) Bashkir deposits of the Magnitogorsk megasynclinalorium. *Paleozoic stratigraphy of the Southern Urals*. Ufa, BF AN SSSR Publ., 78-100. (In Russ.)
- Kokhan A.V., Dubinin E.P., Kurbatova E.S. (2016) Manifestations of ultraslow spreading in transform strike-slip zones. *Vestnik KRAUNTS. Ser.: Nauki o Zemle*, **30**(2), 16-28. (In Russ.)
- Koroteev V.A., Dianova T.V., Kabanova L.Ya. (1979) Middle Paleozoic volcanism of the Eastern zone of the Urals. Moscow, Nauka Publ., 129 p. (In Russ.)
- Koroteev V.A., Dianova T.V., Korinevskii V.G. (1986) Volcanic facies of the Urals. Sverdlovsk, UNTs AN SSSR Publ., 205 p. (In Russ.)
- Korovko A.V., Dvoeglazov D.A., Purtov V.A. (1992) Geological position and structure of the Safyanovka ore field. *New data on the stratigraphy and lithology of the Paleozoic Urals and Central Asia*. Ekaterinburg, Nauka Publ., UrO RAN Publ., 138-153. (In Russ.)
- Korovko A.V., Smirnov V.N., Stepanova T.I., Mizens G.A. (2007) Famennian volcanism in the Middle Ural part of the East Ural megazone. *Geodynamics of the Earth's orogenic belts formation*. Proc. of Int. sci. conf. Ekaterinburg, IGG UrO RAN Publ., 158-161. (In Russ.)
- Kosarev A.M., Vladimirov A.G., Khanchuk A.I., Salikhov D.N., Kholodnov V.B., Osipova T.A., Kallistov G.A., Seravkin I.B., Rakhimov I.R., Shafigullina G.T. (2021) Devonian-Carboniferous Magmatism and Metallogeny in the South Ural Accretionary-Collisional System. *Geodynam. Tectonophys.*, **12**(2), 365-391. <https://doi.org/10.5800/GT-2021-12-2-0529>
- Kucheva N.A., Stepanova T.I. (2013) Proposals for upgrading the stratigraphic scheme of the Lower Carboniferous of the Urals (on example of the Middle and Southern Urals). *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 160, 22-28. (In Russ.)
- Kucheva N.A., Stepanova T.I. (1999) Stratigraphy of Carboniferous Deposits of the Smolinsky District. *Ural'skii Geol. Zhurnal*, **3**(9), 13-46. (In Russ.)
- Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Nikolaeva S.V., Kochetova N.N., Zainakaeva G.F., Gibshman N.B. (2009) Serpukhovian and Bashkirian bioherm facies of the Kizil Formation in the South Urals. *Carboniferous Type Sections in Russia and Potential Global Stratotypes. Southern Urals Session*. Proc. Int. Field Meeting Ufa–Sibai. Ufa, DizainPoligrafServis, 78-96.
- Lagutenko V.N. (1976) Characteristics of conglomerates of the Middle Carboniferous deposits on the eastern slope of the Middle Urals. *Petrography of clastic rocks of the eastern slope of the Urals and Mugodzhara range*. Sverdlovsk, UNTs AN SSSR Publ., 55-67. (In Russ.)
- Leroy S., Mauffret A., Patriat P., Mercier de Lepinay B. (2000) An alternative interpretation of the Cayman Trough evolution from a re-identification of magnetic anomalies. *Geophys. J. Int.*, **3**(141), 539-557.
- Milanovskii E.E. (1976) Continental rift zones. Moscow, Nedra Publ., 179 p. (In Russ.)
- Mizens G.A. (2002) Sedimentation basins and geodynamic conditions in the Late Devonian–Early Permian of the south of the Urals. Ekaterinburg, IGG UrO RAN Publ., 190 p. (In Russ.)

- Mizens G.A. (2021) The Bashkirian Stage on the Eastern Slope of the Middle Urals and the Lower/Middle Carboniferous Boundary: Features of Lithology and Sedimentation Environment. *Geol. Vestnik*, (3), 28-36. (In Russ.) <https://doi.org/10.31084/2619-0087/2021-3-4>
- Mizens G.A., Kokshina L.V. (2014) Some features of the section of moscow sediments in the east of the Southern Urals (Magnitogorsk megazone). *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 161, 86-89. (In Russ.)
- Mizens G.A., Kucheva N.A., Stepanova T.I. (2015) Sedimentation Conditions in the Early Carboniferous and Bashkirian in eastern zones of the Middle Urals. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 162, 71-76. (In Russ.)
- Mizens G.A., Kucheva N.A., Stepanova T.I., Dub S.A. (2020) Some features of sedimentation in the Early Carboniferous in the east of the Middle Urals. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 167, 51-59. (In Russ.)
- Mizens G.A., Stepanova T.I., Kucheva N.A. (2012) Eastern zones of the Middle Urals in the Carboniferous (evolution of sedimentation basins and features of paleotectonics). *Lithosphere (Russia)*, (4), 107-126. (In Russ.)
- Mizens G.A., Stepanova T.I., Kucheva N.A. (2013) Evolution of sedimentation basins of the collision stage of development of the Urals. *Sedimentary basins, sedimentation and post-sedimentation processes in geological history*. Proc. of the VII All-Russian Lithological Conf. V. 2. Novosibirsk, INGG SO RAN Publ., 268-271. (In Russ.)
- Mizens G.A., Stepanova T.I., Kucheva N.A., Korovko A.V. (2007) Facies features of clastic rocks of the Bashkirian stage on the eastern slope of the Middle Urals. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 154, 94-100. (In Russ.)
- Mizens G.A., Svyazhina I.A. (2010) Some features of the paleotectonics of the Ural territory in the Late Paleozoic according to paleomagnetic data. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 157, 72-74. (In Russ.)
- Moseichuk V.M., Yarkova A.V., Mikhailov I.G. (2000) Report on geological additional study of scale 1:200 000 sheets N-40-XXIV, XXX (new series). Magnitogorsk Square. B. 1. Chelyabinsk, THF. (In Russ.)
- Nasedkina V.A., Borozdina G.N. (1999) Conodonts from the boundary sediments of the Middle–Upper Devonian on the eastern slope of the Middle Urals. *Problems of stratigraphy and paleontology of the Urals*. Ekaterinburg, UGSE Publ., 45-51. (In Russ.)
- Necheukhin V.M., Volehek E.N. (2012) Types of accretion and collision processes in orogenic systems of Timan-Urals segment of Eurasia. *Lithosphere (Russia)*, (4), 78-90. (In Russ.)
- Okada H. (1999) Plume-related sedimentary basins in East Asia during the Cretaceous. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, (150), 1-11.
- Pazukhin V.N., Kulagina E.I., Nikolaeva S.V., Kochetova N.N., Konovalova V.A., Zainakaeva G.F. (2009) Justification of the Serpukhovian stage lower boundary in the Verkhnyaya Kardailovka section as a candidate for the GSSP. *Carboniferous Type Sections in Russia and Potential Global Stratotypes. Southern Urals Session*. Proc. Int. Field Meeting Ufa–Sibai. Ufa, DizainPoligraf-Servis Publ., 129-141. (In Russ.)
- Peacock D.C., Sanderson D.J. (1995) Pull-aparts, shear fractures and pressure solution. *Tectonophysics*, (241), 1-13.
- Petrenko A.A. (1953) East Ural belt of the Lower Carboniferous Waste Accumulation. *Tr. Laboratorii Geologii Uglya AN SSSR*, vyp. 1. Leningrad, Gosgeoltekhizdat Publ., 7-10. (In Russ.)
- Petrov G.A. (2010) Early Carboniferous paleobasins on the eastern slope of the Middle Urals: formulation of the problem of interpretation of the formation environment and the main features of mineragenia. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 157, 79-82. (In Russ.)
- Petrov G.A., Ronkin Yu.L., Maslov A.V., Lepikhina O.P., Svyazhina I.A., Rybalka A.V. (2008) Timing of the onset of collision in the Central and Northern Urals. *Dokl. Earth Sci.*, **422**(1), 1050-1055.
- Petrov G.A., Svyazhina I.A., Rybalka A.V. (2010) Features of the formation of the Late Paleozoic orogen in the Middle Urals. *Tectonics and Geodynamics of Folded Belts and Phanerozoic Platforms*. Proc. of the XLIII Tectonic Meeting. V. 2. Moscow, GEOS Publ., 139-143. (In Russ.)
- Popov V.G., Abdrakhmanov R.F. (2017) Hydrogeological prerequisites for the oil content of the Kizil zone of the Southern Urals. *Vestn. IG Komi NTs UrO RAN*, **265**(1), 3-7. (In Russ.)
- Postoyalko M.V., Plyusnina A.A., Arbanova E.S., Stepanova T.I., Cherepanova N.A. (1989) Sverdlovsk excursion. Route No. 4: Rezhnev structural-facies zone. Sedimentary rocks of the Pershin complex. *Guide to geological excursions*. Sverdlovsk, UNTs AN SSSR, PGO Uralgeologiya, 46-49. (In Russ.)
- Pravikova N.V., Matveev E.A., Tevelev A.I.V., Veimarn A.B., Rudakov A.V. (2008) Volcanism of the transition stage from the Late Devonian island arc to the Early Carboniferous rifts in the Southern Urals. *Vestn. Moskovskogo Universiteta. Ser. 4. Geol.*, (6), 8-15. (In Russ.)
- Pravikova N.V., Tikhomirov P.L., Tevelev A.V., Kosheleva I.A., Surin T.N. (2023) Magma Chemistry and Tectonic Controls of Volcanic Activity in the Southern Ural Area during Early Carboniferous Time. *Minerals*, **13**, 258.
- Pronin A.A. (1960) Carboniferous of the eastern slope of the Middle Urals. Moscow; Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 232 p. (In Russ.)
- Puchkov V.N. (2010) Geology of the Urals and Cis-Urals (actual problems of stratigraphy, tectonics, geodynamics and metallogeny). Ufa, DizainPoligrafServis Publ., 280 p. (In Russ.)
- Puchkov V.N. (2000) Paleogeodynamics of the Southern and Middle Urals. Ufa, Dauriya Publ., 145 p. (In Russ.)
- Puchkov V.N. (1996) The formation of the Ural-Novaya Zemlya fold belt is the result of an uneven, oblique collision of continents. *Geotectonics*, (5), 66-75. (In Russ.)
- Rasskazov A.A., Skobelev S.F., Stukalova I.E. (1998) Features of the influence of long-term developed faults on the formation of coal deposits (on the example of the eastern slope of the Urals). *The Urals: Fundamental Problems of Geodynamics and Stratigraphy*. Moscow, Nauka Publ., 60-72. (In Russ.)
- Rosencrantz E., Malcom R.I., Sclater J.G. (1988) Age and spreading history of the Cayman trough as determined from depth, heat flow, and magnetic anomalies. *J. Geophys. Res.*, (93), 2141-2157.
- Salikhov D.N., Kholodnov V.V., Puchkov V.N., Rakhi-mov I.R. (2019) Magnitogorsk zone of the Southern Urals in the Late Paleozoic: magmatism, fluid regime, metallogeny, geodynamics. Moscow, Nauka Publ., 392 p. (In Russ.)
- Salikhov D.N., Moseichuk V.M., Kholodnov V.V., Rakhi-mov I.R. (2014) Carboniferous volcano-intrusive mag-

- matism of the Magnitogorsk-Bogdanovsky graben in the light of new geological and geochemical data. *Lithosphere (Russia)*, (5), 33-55. (In Russ.)
- Salikhov D.N., Rakhimov I.R., Moseichuk V.M. (2013) Carboniferous magmatism of the collision epoch in the Southern Urals. *Geologicheskii Sbornik No. 10*. Ufa, DizainPoligrafServis Publ., 176-199. (In Russ.)
- Salikhov D.N., Yarkova A.V. (1992) Lower Carboniferous volcanism of the Magnitogorsk megasynclinalorium. Ufa, BNTs UrO RAN Publ., 137 p. (In Russ.)
- Simanenko V.P., Golozubov V.V., Sakhno V.G. (2006) Geochemistry of volcanic rocks from transform margins: evidence from the Alchan basin, Northwestern Primorie. *Geochem. Int.*, **44**(12), 1157-1169.
- Smirnov G.A. (1957) Materials for the paleogeography of the Urals. The Visean stage. Sverdlovsk, UFAN SSSR Publ., 120 p. (In Russ.)
- Smirnov V.N., Fershtater G.B., Ivanov K.S. (2003) Scheme of tectonic-magmatic zoning of the territory of the eastern slope of the Middle Urals. *Lithosphere (Russia)*, (2), 40-56. (In Russ.)
- Smirnov V.N., Korovko A.V. (2007) Paleozoic volcanism of the eastern zone of the Middle Urals. *Geodynamics, magmatism, metamorphism and ore formation*. Proceedings of the international scientific conference. Ekaterinburg, IGG UrO RAN Publ., 395-420. (In Russ.)
- Smirnov G.A., Smirnova T.A. (1967) Materials for the paleogeography of the Urals. The Tournaisian age. *Tr. IGG UFAN SSSR*, 205 p. (In Russ.)
- Snachev V.I. (2014) New version of the tectonic zonation of the East-Ural megazone (South Urals). *Vestnik Akademii Nauk Respubliki Bashkortostan*, **19**(3), 43-48. (In Russ.)
- State Geological Map of the USSR. (1985) Scale 1 : 200 000. Sheet O-41-XXXII. Explanatory note. The Sredneural'skaya Ser. (Ed. M.S. Rapoport). Sverdlovsk, PO Uralgeologiya Publ., 160 p. (In Russ.)
- State Geological Map of the Russian Federation. (2011) Scale 1 : 1000 000 (3rd gen.). The Uralskaya Ser. Sheet O-41 (Ekaterinburg). Explanatory note. (Ed. A.V. Zhdanov). St. Petersburg, VSEGEI Kartfabrika Publ., 492 p. + 6 incl. (In Russ.)
- State Geological Map of the Russian Federation. (2015) Scale 1 : 200 000. 2nd ed. The Yuzhno-Uralskaya Ser. Sheet N-40-XXIX (Sibai). Explanatory note. (Ed. E.V. Popov). Moscow, The Moscow branch of the VSEGEI, 218 p. + 14 incl. (In Russ.)
- State Geological Map of the Russian Federation (2017). Scale 1 : 200 000. 2nd ed. The Sredneural'skaya Ser. Sheet O-41-XXV. Explanatory note. (Ed. M.S. Rapoport). Moscow, The Moscow branch of the VSEGEI, 156 p. (In Russ.)
- Steel R.J., Gloppen T.G. (1980) Late Caledonian (Devonian) basin formation, western Norway: Signs of strike-slip tectonics during infilling. In *Sedimentation in oblique-slip mobile zones*. (Eds P.F. Balance, H.G. Reading). *Int. Assoc. Sedimentol., Spec. Publ.*, (4), 79-103.
- Stepanova T.I., Kucheva N.A. (2006a) Age composition of carbonate debris in the Zhukovo Formation of the Lower Visean (eastern slope of the Middle Urals). *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 153, 115-121. (In Russ.)
- Stepanova T.I., Kucheva N.A. (2006b) The Khudolaz section as a Stratotype of horizons of a subregion scheme of the Urals eastern slope Lower Carboniferous deposits. *Lithosphere (Russia)*, (1), 45-75. (In Russ.)
- Stepanova T.I., Kulagina E.I., Kucheva N.A., Mizens G.A., Pazukhin V.N. (2013) Section Chernyshevka on the Khudolaz river (eastern slope of the Southern Urals). *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 160, 32-38. (In Russ.)
- Stratigraphic schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic). (1993). Ekaterinburg, Roskomnedra Publ., 152 p. (In Russ.)
- Surin T.N. (2020) Early Permian granitoids of the East Magnitogorsk zone (Southern Urals): petrology, geochemistry, and geodynamic formation environment. *Izvestiya UGGU*, **57**(1), 47-62. (In Russ.)
- Surin T.N., Moseichuk V.M. (1997) Geodynamic development of the Magnitogorsk paleovolcanic belt (Southern Urals). Miass, Geotur Publ., 310 p. (In Russ.)
- Svyazhina I.A., Petrov G.A., Slobodchikov E.A. (2008) Paleomagnetism, tectonics and geodynamics of the Paleozoic of the Middle Urals fragment of the East Urals megazone. *Lithosphere (Russia)*, (4), 22-34. (In Russ.)
- Tevelev A.V., Degtyarev K.E., Tikhomirov P.L., Kosheleva I.A., Kosarev A.M., Moseichuk V.M., Pravikova N.V., Surin T.N. (2005) Geodynamic conditions for the formation of Carboniferous volcanic complexes of the Southern Urals and Trans-Urals. *Essays on Regional Tectonics. V. 1. Southern Urals*. Moscow, Nauka Publ., 213-247. (In Russ.)
- Tevelev A.V., Kosheleva I.A. (2002) Geological structure and history of development of the Southern Urals (East Urals uplift and Trans-Urals). Moscow, Izd-vo MGU, 123 p. (In Russ.)
- Tevelev A.V., Sobolev I.D., Borisenko A.A., Pravikova N.V., Kazanskii A.J., Koptev E.V., Kosheleva I.A., Zhak J. (2021) The initial stage of Early Carboniferous rifting in the Southern Urals: first results of zircon U-Pb dating from granitoids of Neplyuevka complex. *Vestn. Moskovskogo Universiteta. Ser. 4. Geol.*, (6), 40-48. (In Russ.)
- Volchek E.N. (2008) Structural position and geochemical features of volcanites of the middle reaches of the Iset River (eastern periphery of the Middle Urals). *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 155, 102-108. (In Russ.)
- Volchek E.N., Slobodchikov E.A., Pritchkin M.E., Chervyakovskii V.S. (2018) On the petrogeochemical composition of volcanogenic rocks in Visean sediments in the east of the Middle Urals. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 165, 80-84. (In Russ.)
- Yazeva R.G., Bochkarev V.V. (1998) Geology and geodynamics of the Southern Urals. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 203 p. (In Russ.)
- Zhukov O.V. (1986) Patterns of spatial distribution of thick coal deposits in the Urals. Preprint. Sverdlovsk, UNTs AN SSSR, 64 p. (In Russ.)
- Znamenskii S.E., Znamenskaya N.M. (2008) Model of the formation of the structure of the eastern slope of the Southern Urals at the stage of general collision. *Geology, minerals and geoecological problems of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Materials of the VII Interregional Scientific and Practical Conference. Ufa, DizainPoligrafServis, 89-92. (In Russ.)
- Znamenskii S.E., Kosarev A.M., Rodicheva Z.I., Rykus M.V., Salikhov D.N., Seravkin I.B., Snachev V.I. (1992) Volcanism of the Southern Urals. Moscow, Nauka Publ., 197 p. (In Russ.)