

# ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

2019. №3

## СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК

### К созданию геопарка «Торатау» в Республике Башкортостан Часть 1

Главный редактор  
Пучков В.Н.

Заместитель  
главного редактора  
Ковалев С.Г.

Редакционная  
коллегия:  
Абдрахманов Р.Ф.  
Артюшкова О.В.  
Голованова И.В.  
Горожанин В.М.  
Данукалова Г.А.  
Знаменский С.Е.  
Казанцева Т.Т.  
Кулагина Е.И.  
Маслов А.В.  
Осипов В.И.  
Савельев Д.Е.  
Салихов Д.Н.  
Серавкин И.Б.  
Сначев В.И.  
Эрнст Р.

Учредитель:  
УФИЦ РАН

Адрес редакции:  
450000, г. Уфа, ул.  
К. Маркса, 16/2  
Институт геологии  
Тел.: (347) 272-76-36  
E-mail: ig@ufaras.ru

© Институт геологии  
УФИЦ РАН, 2019  
© Авторы статей, 2019

## Содержание

Ковалев С. Г. Геопарки как основа неиндустриального развития территорий.....	3
Капков С. А., Лукашина Н. А., Третьякова Е. А. Механизмы достижения целей устойчивого развития в геопарке «Торатау».....	12
Пучков В. Н. Особенности геологического строения геопарка «Торатау» .....	18
Сергеева Н.Д., Козлова О.В., Солодова С.А. Основные черты геологического строения и стратиграфии отложений верхнего докембра на территории геопарка «Торатау» (Южный Урал).....	50
Сергеева Н.Д., Пучков В. Н. Разрез ашинской серии по ручью Кукраук. Молассовая формация тиманского орогена на Южном Урале....	62
Горожанин В. М., Мичурин С. В., Войкина З. А., Шарипова А. А., Биктимерова З. Р., Султанова А. Г. Марино-гляциальные отложения в Толпаровском разрезе верхнего докембра (реки Зилим и Малый Толпар) .....	69
Данукалов К. Н., Парфирьев Н. П., Голованова И. В., Сергеева Н. Д., Сальманова Р. Ю. Красноцветные песчаники зиганской свиты верхнего венда — уникальный объект палеомагнитного изучения истории Земли .....	93
Кулагина Е. И., Артюшкова О. В., Клименко Т. В., Тагариеva Р. Ч. Девон и карбон западного склона Южного Урала: стратиграфический обзор.....	103
Сунгатуллина Г. М., Афанасьева М. С., Сунгатуллин Р. Х. Конодонты и радиолярии верхнего карбона разреза «Усолка» (Южный Урал) .....	143
Горожанин В. М., Горожанина Е. Н. Нижняя пермь геопарка «Торатау»: ритмично-слоистые депрессионные и флишевые отложения Предуральского прогиба .....	153
Горожанина Е. Н., Горожанин В. М. Геопарк «Торатау»: памятники природы — пермские карбонатные массивы Тратая, Шахтая, Куштая, Юрактау .....	161

# GEOLOGICHESKII VESTNIK

## 2019. No. 3

### SPECIAL ISSUE

#### To the creation of the “Toratau” geopark in the Republic of Bashkortostan

#### Part 1

*Editor-in-Chief*  
 Puchkov V.N.

*Deputy Editor*  
 Kovalev S.G.

*Editorial board:*  
 Abdrahmanov R.F.  
 Artiushkova O.V.  
 Danukalova G.A.  
 Ernst R.  
 Golovanova I.V.  
 Gorozhanin V.M.  
 Kazantseva T.T.  
 Kulagina E.I.  
 Maslov A.V.  
 Osipov V.I.  
 Salikhov D.N.  
 Savel'ev D.E.  
 Seravkin I.B.  
 Snachev V.I.  
 Znamenskii S.E.

*Constitutor:*  
 UFRC RAS

*Editorial address:*  
 450000, Ufa,  
 Karl Marks st., 16/2.  
 Institute of Geology.  
 Tel.: (347) 272-76-36  
 E-mail: ig@ufaras.ru

© Institute of geology  
 UFRC RAS, 2019  
 © Articles autors, 2019

### Contents

<i>Kovalev S. G.</i> Geoparks as the basis of non-industrial development of territories .....	3
<i>Kapkov S.A., Lukashina N.A., Tretyakova E.A.</i> Mechanisms for achieving sustainable development goals in the “Toratau” geopark .....	12
<i>Puchkov V.N.</i> Geological features of geopark “Toratau” .....	18
<i>Sergeeva N.D., Kozlova O.V., Solodova S.A.</i> Main features of the geological structure and stratigraphy of upper precambrian deposits in the territory of “Toratau” geopark (Southern Urals).....	50
<i>Sergeeva N.D., Puchkov V.N.</i> Section of the asha series on stream Kukrauk. Molass formation of the Timan orogen in the Southern Urals.....	62
<i>Gorozhanin V.M., Michurin S.V., Voikina Z.A., Sharipova A.A., Biktimirova Z.R., Sultanova A.G.</i> Marino-glacial deposits in the “Tolparovo” section of the upper precambrian (Zilim and Malyi Tolpar rivers).....	69
<i>Danukalov K.N., Parfir'ev N.P., Golovanova I.V., Sergeeva N.D., Sal'manova R.Yu.</i> The red-colored sandstones of the Late Ediacaran Zigan formation – a unique object of paleomagnetic study of the Earth's history.....	93
<i>Kulagina E.I., Artyushkova O.V., Klimenko T.V., Tagarieva R.Ch.</i> Devonian and Carboniferous of the western slope of the Southern Urals: a stratigraphic review .....	103
<i>Sungatullina G.M., Afanasieva M.S., Sungatullin R.Kh.</i> Condons and radiolarian of the Upper Carboniferous of the “Usolka” section (Southern Urals) .....	143
<i>Gorozhanin V.M., Gorozhanina E.N.</i> The Lower Permian in “Toratau” Geopark: rhythmically layered depressional and flysch deposits of the Preuralian Foredeep .....	153
<i>Gorozhanina E.N., Gorozhanin V.M.</i> Geopark “Toratau”: natural monuments — Permian carbonate massifs Tratau, Shakhtau, Kushtau, Yuraktau .....	161

УДК 551/502.17

DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-1>

## ГЕОПАРКИ КАК ОСНОВА НЕИНДУСТРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

© 2019 г. С.Г. Ковалев

**Реферат.** В статье приводится общая характеристика определения «геопарк», краткая история его возникновения и современного состояния Глобальной сети геопарков (Global Geoparks Network — GGN). Показана уникальность геологического строения башкирской части Южного Урала, заключающаяся в том, что на данной территории располагается овеществленная история геологического развития региона, запечатленная в горных породах за более чем 1.5 миллиарда лет его существования. Данна краткая характеристика наиболее интересных геологических объектов. Делается вывод о том, что создание геопарков на территории республики Башкортостан является своевременным и соответствует тренду развития современной экономики.

*Ключевые слова:* геопарк, республика Башкортостан, геологическое строение, стратиграфия, шиханы

## GEOPARKS AS THE BASIS OF NON-INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF TERRITORIES

© 2019 S.G. Kovalev

**Abstract.** The article gives a general description of the definition of «geopark», a brief history of its establishment and the current state of the Global Geoparks Network (GGN). The unique character of the geological structure of the Bashkir part of the Southern Urals is shown, consisting in the fact that in this territory there is a materialized history of the geological development of the region, captured in rocks over more than 1.5 billion years of its existence. A brief description of the most interesting geological objects is given. It is concluded that the creation of geoparks in the Republic of Bashkortostan is timely and consistent with the development trend of the modern economy.

*Key words:* geopark, Republic of Bashkortostan, geological structure, stratigraphy, Shikhanas

### Введение

Мировая экономика — это совокупность национальных и региональных хозяйств, взаимодействующих на огромном экономическом пространстве в условиях международного разделения труда, в различных формах рыночной деятельности на макро- и микроуровнях на базе согласованных правил и стандартов. Экономический рост достался человечеству ценой значительных экологических и природно-ресурсных издержек. В период пикового развития мировой экономики XX века (1950–1990 гг.) человечество потеряло 20% плодородного слоя (ежегодные потери составляли в среднем 24 млрд т) и примерно столько же площадей влаж-

ных тропических лесов, что привело к росту содержания диоксида углерода в атмосфере на 13%.

Мировая экономика не является изолированной, она функционирует в рамках глобальной экосистемы, которая имеет ограниченные возможности производства чистой воды, формирования почвенного слоя и поглощения загрязненных веществ. Из этого следует, что экономический рост не может продолжаться сверх некоторых пределов, определяемых физическими параметрами биосфера Земли. Необходим переход к экологически устойчивому экономическому развитию, означающему неизбежность ограничения роста потребления материальных ресурсов, существенного повышения эффективности использования воды, энергии и других

**Для цитирования:** Ковалев С. Г. Геопарки как основа неиндустриального развития территорий // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 3–11. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-1>.

**For citation:** Kovalev S. G. Geoparks as the basis of non-industrial development of territories // Geologicheskii vestnik. 2019. No. 3. P. 3–11. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-1>.

ресурсов, удовлетворения потребностей общества при помощи меньшего их объема с меньшим ущербом для окружающей среды. Одним из довольно многочисленных альтернативных путей развития региональных экономик является использование туристско-рекреационного потенциала территорий в виде геопарков.

Геопарк — это туристско-рекреационная зона, где объекты геологического наследия выступают частью единой концепции сохранения, образования и устойчивого развития территории, на которой прослеживается тесная связь между георазнообразием, биоразнообразием, культурой, а также между материальным и нематериальным наследием народов, проживающих на этой территории.

Впервые концепция по сохранению значимых геологических объектов была обозначена на конференции ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 г. Идея создания геопарков с целью сохранения и использования геологических объектов согласно принципам устойчивого развития территорий родилась в 1996 г. на XXX Международном геологическом конгрессе в Пекине в ходе работы симпозиума по сохранению геологического наследия. С 2002 г. существует специальная программа ЮНЕСКО по поддержке в создании всемирной сети национальных геопарков, а 13 февраля 2004 г. была создана Глобальная сеть геопарков (Global Geoparks Network — GGN) — организация, которая всемерно развивает так называемый «геотуризм», служащий как просветительским, так и экономико-социо-экологическим целям.

В настоящее время в 41 стране на пяти континентах насчитывается 147 глобальных геопарков ЮНЕСКО, включающих 76 объектов в Европе как часть Европейской сети геопарков, основанной в 2000 г., 59 — в Азиатско-Тихоокеанском регионе как часть Азиатско-Тихоокеанской сети геопарков, основанной в 2009 г. и 7 в Сети геопарков Латинской Америки и Карибского бассейна, основанной в мае 2017 г. Кроме того, 3 геопарка существуют в Канаде, 1 в Марокко и 1 в Танзании.

Современный геологический парк — это живописная, обустроенная природная территория площадью от первых десятков до первых сотен км<sup>2</sup>, в пределах которой находятся геологические и иные объекты, имеющие региональное, общенациональное или общемировое значение, информационно «раскрученная» в средствах массовой информации, сети Интернет и служащая местом научных исследований, туризма и отдыха.

Глобальные геопарки ЮНЕСКО представляют собой единые унифицированные географические

районы, в которых объекты и ландшафты, имеющие международное геологическое значение, управляются с помощью единой концепции защиты, образования и устойчивого развития. Согласно критериям отнесения природных территорий к геологическим паркам, разработанным ЮНЕСКО, геологические парки должны:

- ◆ представлять шедевр человеческой созидательной деятельности (универсальные отработанные месторождения, древние горные выработки и т. п.), строительную, архитектурную, технологическую или ландшафтную целостность, величайший природный геологический феномен (геологический памятник);
- ◆ обеспечивать обмен человеческими ценностями, сохранность культурных традиций различных эпох цивилизации;
- ◆ отражать естественное, традиционное для той или иной эпохи, человеческое поселение или результаты недропользования, геологические эпохи в развитии Земли, развитие форм рельефа или природных геологических процессов;
- ◆ характеризовать важнейшие современные эколого-биологические процессы, происходящие на Земле, и естественные среды обитания.

### **Геология Республики Башкортостан как потенциальный ресурс для создания геопарков**

Уникальность геологического строения башкирской части Южного Урала заключается в том, что на данной территории располагается овеществленная история геологического развития региона, запечатленная в горных породах за более чем 1.5 млрд лет его существования. Территория Республики Башкортостан (РБ) с точки зрения геологического строения подразделяется на две мегазоны — платформенная часть и складчатое сооружение (рис. 1), которые, в свою очередь, состоят из следующих структурных элементов (с запада на восток): *край Восточно-Европейской платформы*, с поздне-протерозойскими авлакогенами, залегающими в архейско-раннепротерозойском фундаменте, перекрытым поздневендско-фанерозойским чехлом; *Предуральский прогиб*, заполненный пермской молассой, которая подстилается шельфовыми отложениями Восточно-Европейского континента; *Западно-Уральская мегазона*, представленная рифейско-вендинскими неметаморфизованными мелководными осадочными отложениями; *Центрально-Уральская мегазона* — выведенной на поверхность докем-

брийский складчато-метаморфический фундамент палеозойской континентальной окраины и высоко-метаморфизованные кристаллические комплексы (Белорецкий метаморфический комплекс); Уралтауская антиформа, состоящая из 2 частей: суванякского слабо метаморфизованного батиального комплекса пассивной окраины Восточно-Европейского континента и максютовского метаморфического комплекса высоких давлений, который является составной частью аккреционного комплекса девонской островной дуги; Главный Уральский разлом, представленный зоной серпентинитового меланжа, падающей на восток; Тагило-Магнитогорская мегазона, являющаяся областью развития островодужных вулканогенных и вулканогенно-осадочных формаций [Пучков, 2000].

Кроме того, как это было показано В.Н. Пучковым [2010], геология РБ может быть описана в рамках пяти главных этажей, формирование которых отвечает пяти соответствующим стадиям развития (снизу вверх):

1. Архейско-раннепротерозойский (3600–1800 млн лет), отвечающий времени формирования континентального блока Волго-Ураллии и его слияния с другими блоками континента Балтики (предтечи Восточно-Европейской платформы);

2. Позднепротерозойский (рифейско-вендинский, 1800–540 млн лет), развитие которого началось с частичного разрушения континента, образования грабенообразных прогибов и Печорского океана на его краю, а закончилось формированием на месте океана Тиманской складчатой области (тиманид) и расположенной рядом Восточно-Европейской платформы;

3. Палеозойско-раннемезозойский (540–175 млн лет), начавшийся новым частичным разрушением континента и образованием Палеоуральского океана и завершившийся образованием Уральской горноскладчатой области (уралид), обрамлявшей Восточно-Европейскую платформу;

4. Среднеюрско-миоценовый платформенный (175–5 млн лет), связанный с завершением активности Уральской складчатой области, эрозией гор, образованием пенеплена и установлением платформенных условий развития на всей территории современной РБ;

5. Плиоцен-четвертичный нео-орогенный этап (5–0 млн лет), когда произошло возрождение уральских гор.

Расположение республики Башкортостан на стыке двух мегаструктурных элементов и длительная история развития привели к тому, что на ее

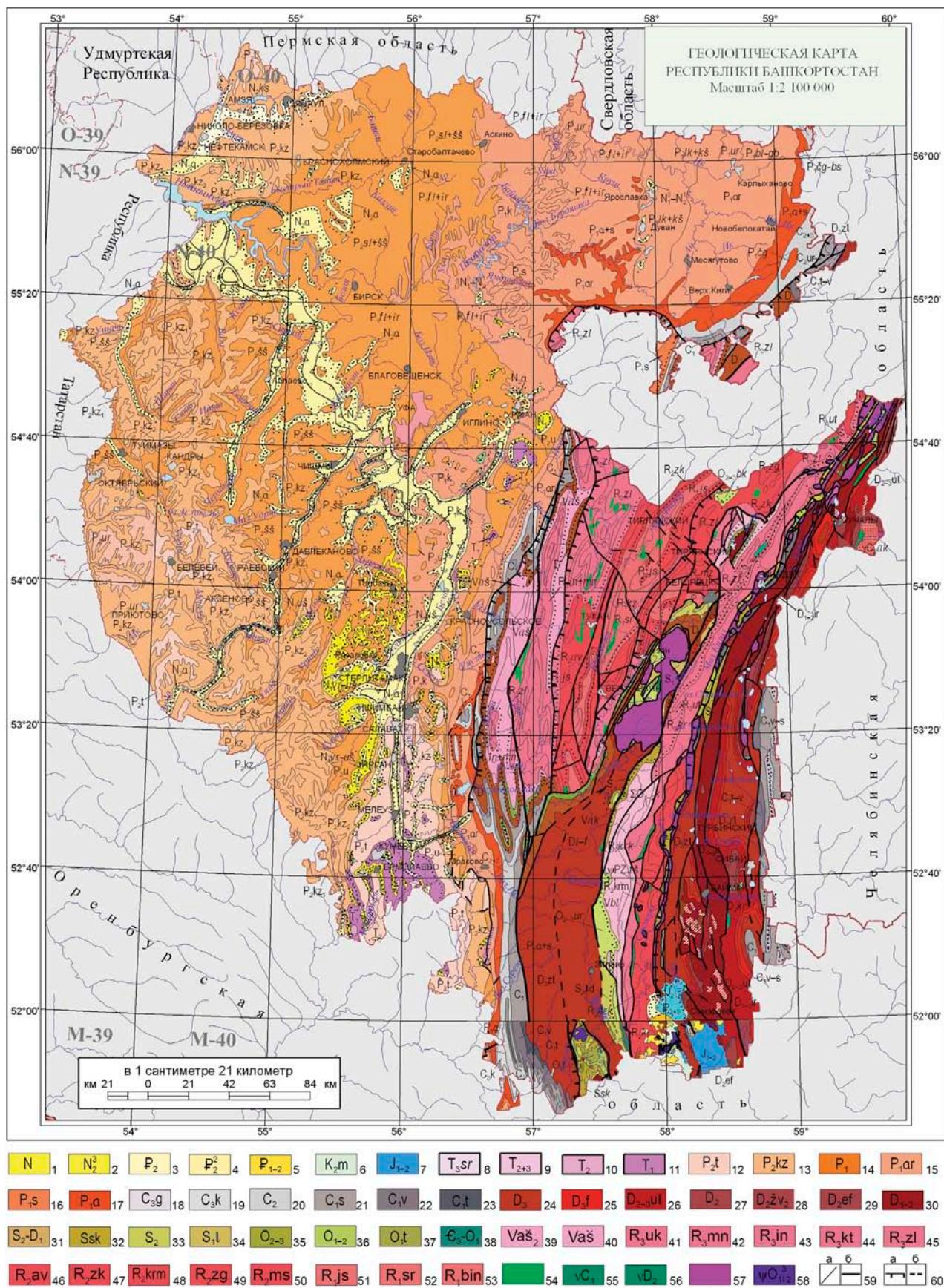
территории оказались сосредоточены разноплановые геологические объекты, многие из которых являются уникальными, не имеющими мировых аналогов. Приводимые ниже объекты и подразделения являются далеко не полным списком всего того разнообразия, что располагается в пределах региона.

**Стратиграфия. Рифей.** В настоящее время разрезы рифейских отложений, распространенные в пределах Башкирского мегантиклиниория являются стратотипическими (эталонными) для Северной Евразии. По особенностям состава и строения весь разрез распадается на мегаритмы, выделяемые в ранге серий: бурзянской (нижний рифей — от ~1780 млн лет до ~1400 млн лет), юрматинской (средний рифей — от ~1400 млн лет до ~1030 млн лет) и каратауской (верхний рифей от ~1030 млн лет до ~600 млн лет), аршинской (терминальный рифей, 750–640 млн лет), каждая из которых характеризуется своеобразным литологическим составом, содержит определенные комплексы строматолитов, микрофоссилий и охарактеризована изотопными датировками. В целом разрезы характеризуют историю геологического развития региона на протяжении миллиарда(!) лет. По полноте стратиграфических подразделений и их сохранности рифей Южного Урала не имеет аналогов в мире.

**Палеозой.** Пермская система. Разрез «Усолка» (Гафурийский район РБ) вскрывает непрерывный разрез от московского яруса карбона до сакмарского яруса перми. Он сложен терригенно-карбонатной толщей с прослоями туфов. Отложения содержат большое количество конодонтов, а в туфовых прослоях обнаружены цирконы, по которым по радиологическим данным определен абсолютный возраст нижней границы сакмарского яруса. Разрез является эталоном (GSSP) нижней границы сакмарского яруса [Черных, Чувашов, 2015].

Разрез «Дальний Тюлькас» (Гафурийский район РБ) представлен непрерывной серией терригенно-карбонатных пород сакмарского и артинского ярусов нижней перми. В первых содержатся конодонты, фораминиферы, аммоноидеи, радиолярии, зубы и фрагменты скелетов рыб и растительные остатки, а во-вторых встречаются карбонатно-глинистые конкреции с конодонтами, фузулинидами и аммоноидеями. Разрез рассматривается в качестве лимитотипа артинского яруса перми [Kotlyar et al., 2016].

Разрез «Мечетлино» (Салаватский район РБ) вскрывает карбонатно-терригенные отложения верхней части артинского – нижней части кунгурского



ярусов приуральского отдела пермской системы. Отложения содержат ископаемые остатки фораминифер (фузулинид), аммоидей, конодонтов, остракод, брахиопод, рыб, каламитов, известковых водорослей. Разрез является кандидатом в глобальные стратотипы нижней границы кунгурского яруса [Чувашов, Черных, 2011].

Шиханы Тратау и Юрктау, пермские ископаемые рифы, являются всемирно известными уникальными геологическими объектами. Их уникальность заключается, прежде всего, в том, что только в Республике Башкортостан ископаемые рифы открыты для изучения в естественных обнажениях и содержат отличной сохранности разнообразные ископаемые остатки, тогда как другие ископаемые рифы Земного шара либо плохо обнажены, либо перекрыты толщей более молодых отложений.

Шиханы сложены биогермными известняками асельского, сакмарского и артинского ярусов приуральского отдела пермской системы. Длительность формирования шиханов по современным данным отвечает периоду 299–272 млн лет. Группа «башкирских» шиханов является частью грандиозной системы древних рифовых образований, которая прослеживается от Прикаспия почти до Северного Ледовитого океана. Рифы формировались в зоне перехода от мелководного морского бассейна восточной окраины Восточно-Европейской платформы к более глубоководному Предуральскому бассейну в результате жизнедеятельности разнообразных морских организмов, которые извлекали из морской воды кальций. Ископаемая фауна представлена известковыми водорослями (35 видов), фораминиферами (около 100 видов мелких фораминифер

**Рис. 1. Геологическая карта республики Башкортостан**

Неогеновая система: 1 — нерасчлененные отложения; 2 — верхний отдел — плиоцен; Палеогеновая система: 3 — нерасчлененные отложения; 4 — средний эоцен; 5 — нижний—средний отделы — палеоцен—эоцен; 6 — Меловая система, верхний отдел; 7 — Юрская система, нижний—средний отделы; Триасовая система: 8 — верхний отдел; 9 — средний и верхний отделы объединенные; 10 — средний отдел; 11 — нижний отдел; Пермская система: 12 — татарский отдел; 13 — казанский ярус; 14 — нерасчлененные отложения; 15 — артинский ярус; 16 — сакмарский ярус; 17 — ассельский ярус; Каменноугольная система: 18 — гжельский ярус; 19 — касимовский ярус; 20 — средний отдел; 21 — серпуховский ярус; 22 — визейский ярус; 23 — турнейский ярус; Девонская система: 24 — верхний девон, нерасчлененные отложения, зилаирская свита; 25 — франский ярус; 26 — средний отдел, улутауская свита; 27 — нерасчлененные отложения; 28 — живетский ярус; 29 — эйфельский ярус; 30 — нижний—средний отделы, нерасчлененные отложения; Силурийская система: 31 — верхний силур—нижний девон; 32 — нерасчлененные отложения, сакмарская свита; 33 — нерасчлененные отложения; 34 — нижний отдел, лландоверийский ярус; Ордовикская система: 35 — средний—верхний отделы; 36 — нижний—средний отделы; 37 — нижний отдел, тремадокский ярус; 38 — верхний кембрий—нижний ордовик; Вендская система: 39 — аршинская свита, акбицкая свита, белекейская свита; 40 — ашинская серия, бакеевская, урюкская, басинская, куккаринская и зиганская свиты объединенные; Верхний рифей: 41 — укская свита; 42 — миньярская, арвякская свиты; 43 — инзерская, мазаринская свиты; 44 — катавская свита; 45 — зильмердакская, уйташская, курташская свиты; Средний рифей: 46 — авзянская, уренгынская, уткальская свиты; 47 — зигазино-комаровская свита; 48 — карамалинская свита; 49 — зигалгинская свита; 50 — машакская, аюсапканская и белетарская свиты объединенные; Нижний рифей: 51 — юшинская свита; 52 — суранская свита; 53 — большеинзерская свита; 54 — интрузивные породы основного состава нерасчлененные; 55 — раннекаменноугольные габбро, габбро-диабазы, габбро-диориты, (магнитогорский, текелитайский комплексы и их аналоги); 56 — среднедевонские (велиховский комплекс и его аналоги — щелочные габбро, монzonиты); 57 — ультраосновные породы (лерцолиты, гарцбургиты, дуниты) нерасчлененные; 58 — ордовикские серпентиниты; 59 — границы между разновозрастными геологическими образованиями (а), главные (долгоживущие) разломы (б); 60 — надвиги (а), скрытые разломы (б).

**Fig. 1. Geological map of the Republic of Bashkortostan**

Neogene system: 1 — undivided deposits; 2 — upper part — Pliocene; Paleogene system: 3 — undivided deposits; 4 — middle Eocene; 5 — lower – middle series — Paleocene – Eocene; 6 — Cretaceous system, upper series; 7 — Jurassic system, lower – middle series; Triassic system: 8 — upper series; 9 — middle and upper series combined; 10 — middle series; 11 — lower series; Perm system: 12 — Tatar series; 13 — Kazan stage; 14 — undivided deposits; 15 — Artinsky stage; 16 — Sakmara stage; 17 — Asselian stage; Carboniferous system: 18 — Gzhel stage; 19 — Kasimovsky stage; 20 — middle series; 21 — Serpukhov stage; 22 — Visean stage; 23 — Tournaisian stage; Devonian system: 24 — Upper Devonian, undivided sediments, Zilair Formation; 25 — Frasnian stage; 26 — middle series, Ulutau Formation; 27 — undivided deposits; 28 — Zhivetian stage; 29 — Eifelian stage; 30 — lower – middle series, undivided deposits; Silurian system: 31 — Upper Silurian – Lower Devonian; 32 — undivided sediments, Sakmara Formation; 33 — undifferentiated deposits; 34 — lower series, Llandoveryan stage; Ordovician system: 35 — middle – upper series; 36 — lower – middle series; 37 — lower series, Tremadocian stage; 38 — Upper Cambrian – Lower Ordovician; Vendian system: 39 — Arshinsky series, Akbiitsky series, Belekeysky series; 40 — Asha series, the Bakeev, Uryuk, Basu, Kukkarauk and Zigan Formations undivided; Upper Riphean: 41 — Uk Formation; 42 — Minyar, Arvyak Formations; 43 — Inzerskaya, Mazarinskaya Formations; 44 — Katavskaya Formation; 45 — Zilmerdak, Uytash, Kurtash Formations; Middle Riphean: 46 — Avzyan, Urenga, Utkal Formations; 47 — Zigazino-Komarov Formation; 48 — Karamalinskaya Formation 49 — Zigalga Formation; 50 — Mashak, Ayusapkan and Beletar Formations undivided; Lower Riphean: 51 — Yushinskaya Formation; 52 — Suran Formation; 53 — Bolsheinser Formation; 54 — intrusive rocks of the main composition are undivided; 55 — early carboxylic gabbro, gabbro-diabase, gabbro-diorite (Magnitogorsk, Tekelitau complexes and their analogues); 56 — Middle Devonian (Velikhov complex and its analogues — alkaline gabbros, monzonites); 57 — ultrabasic rocks (lherzolites, harzburgites, dunites) undivided; 58 — Ordovician serpentinites; 59 — boundaries between geological formations of different ages (а), main (long-lived) faults (б); 60 — overthrusts (а), hidden faults (б).

и 53 вида фузулинид), гидроидными, кораллами (25 видов), мшанками (более 80 видов), брахиоподами (более 150 видов), остракодами, иглокожими и другими. Разрезы нижнепермских отложений шиханов служат эталонами стратиграфических подразделений — шиханского горизонта ассельского яруса (Тратай) и стерлитамакского горизонта сакмарского яруса (Шахтай) [Кулагина и др., 2015б].

**Каменноугольная система. Нижний отдел.** Разрез «Верхняя Кардаиловка» сложен относительно глубоководной конденсированной карбонатной последовательностью и имеет мощность около 50 м. Благодаря обилию и разнообразию различных групп фоссилий (аммоноидеи, конодонты, фораминиферы, остракоды, одиночные кораллы и др.) и их детальной изученности разрез имеет высокий корреляционный потенциал, являясь одним из лучших разрезов пограничных отложений визейского и серпуховского ярусов в мире. Он предложен в качестве кандидата на международный эталон нижней границы (лимитотип) серпуховского яруса [Кулагина, 2015].

**Средний отдел.** Разрез «Басу» рассматривается как один из претендентов на эталон нижней границы (лимитотип) московского яруса. Разрез представлен отложениями более глубоководной фации, нежели другие разрезы Зилимо-Зиганского района, о чем свидетельствуют преобладание мириевых известняков, обильные комплексы конодонтов, редкие прослои турбидитовых грейстоунов и меньшая мощность горизонтов. Разрез охарактеризован фораминиферами и конодонтами [Кулагина и др., 2015а].

**Месторождения полезных ископаемых.** Территория РБ характеризуется наличием богатого комплекса полезных ископаемых, причем минерализация каждого из этажей имеет свою специфику, отличаясь, в зависимости от структурной приуроченности месторождений и рудопроявлений, в пределах этажа. Всего на территории Республики открыто более 3000 месторождений минерального сырья, из которых на балансе числятся около 1700 месторождений [Ковалев и др., 2016].

**Месторождения цветных металлов** Республики Башкортостан представлены медно-цинковыми комплексными колчеданными рудами, среди которых различаются медноколчеданные, медно-цинковые, золото-колчеданно-полиметаллические типы оруденения. Кроме того, в Башкортостане известны медно-порфировые и свинцово-цинковые месторождения, медиистые песчаники, а также медно-никелевые, медно-cobальтовые, золото-маг-

нетитовые с никелем и кобальтом и силикатно-никелевые объекты [Ковалев и др., 2016]. Крупные месторождения медноколчеданных руд региона — Учалинское, Сибайское, Подольское, Юбилейное, Ново-Учалинское, Западно-Озерное, Октябрьское составляют значительную часть сырьевой базы цветной металлургии Урала.

**Золоторудные месторождения и рудопроявления**, распространенные на территории Республики Башкортостан, принадлежат к нескольким генетическим типам: 1) золото-колчеданная формация месторождений в вулканогенных породах; 2) формация золото-сульфидных прожилково-вкрашенных руд в вулканогенно-осадочных, метаморфических толщах и в интрузивных образованиях; 3) формация жильных золото-кварцевых месторождений. Кроме того, на территории республики известны россыпные месторождения золота.

В результате многолетних геологических исследований в недрах Республики Башкортостан изучены и разведаны 887 месторождений *нерудного сырья*: камня строительного, песчано-гравийных материалов, кирпично-черепичного сырья, известнякового сырья и гипса, серпентинитов и кровельных сланцев, камня облицовочного, агроруд, бурого угля и торфа. Кроме того, на территории Республики Башкортостан известны свыше 200 месторождений и проявлений *декоративно-поделочных камней*, 97 из которых относятся к категории яшм [Салихов и др., 2012].

**Водные ресурсы.** Минеральные источники. В Башкортостане целебные свойства минеральных источников стали известны еще в XVIII веке. Всего в подземной гидросфере Башкортостана обнаружено 40 типов минеральных лечебных вод, из которых 26 относятся к группе без «специфических» компонентов и свойств. К сульфатному классу вод относятся минеральные лечебно-питьевые (столовые) воды Нуры и Горький Ключ (источник № 12 курорта Красноусольск), Юматовская, Белебеевская-2, Соловинский источник (санаторий Карагай), Солнечная, Фанат и др. Сульфидные воды используются в бальнеолечебнице «Светлый Ключ», санаториях-профилакториях «Арланнефть», «Южарланнефть», «Чекмагушнефть», санатории Агидель, «Октябрьскнефть», Уфимском НИИ медицины труда и экологии человека, Республиканском врачебно-физкультурном диспансере и курорте Красноусольский. К радоновым водам относится источник «Кургазак» и некоторые источники Куткантаяской группы [Абдрахманов, Попов, 2010].

## Геопарки Республики Башкортостан

18 октября 2017 г. распоряжением Правительства Республики Башкортостан № 1009-р в Салаватском районе создан геопарк «Янган-Тау», на его территории расположено более 20 геологических объектов; из них 3 (разрез «Мечетлино», разрез «Большая Лука», гора ЯнганТау) имеют международную, 10 — национальную и 21 объект — образовательную значимость (рис. 2). В сентябре 2019 г. геопарк «ЯнганТау» первым в Российской Федерации включен в глобальную сеть геопарков ЮНЕСКО.

Основным геологическим объектом международного значения в геопарке «Янган-Тау» слу-

жит разрез «Мечетлино», содержащий богатый комплекс окаменелостей позвоночных, беспозвоночных и растений, который позволяет получить представление о раннепермском этапе эволюции жизни на Земле, охватывающем интервал от артинского до кунгурского веков пермской системы (290–285 млн лет назад). Отложения содержат ископаемые остатки фораминифер (фузулинид), аммоноидей, конодонтов, остракод, брахиопод, рыб, каламитов, известковых водорослей [Чувашов, Черных, 2011].

Природное богатство геопарка представлено большим разнообразием видов растений и животных, занесенных в Красный список МСОП, Красную



Рис. 2. Геопарки на территории республики Башкортостан

Fig. 2. Geoparks in the Republic of Bashkortostan

книгу России и Красную книгу Республики Башкортостан. Кроме того, 9 природных и геологических объектов охраняются и входят в региональную сеть особо охраняемых природных территорий. В настоящее время на территории геопарка функционируют экскурсионно-туристские маршруты с посещением геообъектов: Лаклинская, Идрисовская и Урмантауская пещеры, источник Кургазак, Куселяровские сернистые источники, каменные ворота у с. Лаклы, Яхинский разрез, Лимоновский гребень и др.; информация о них размещена в сети Интернет [<http://geopark-yangantau.ru/o-geoparke/>].

12 декабря 2018 г. Глава республики Башкортостан издал указ об образовании нового геопарка — «Торатау», в состав которого включены уникальнейшие геологические объекты мирового значения — шиханы.

Территория планируемого геопарка весьма привлекательна с точки зрения наличия интересных и разнообразных геологических объектов, имеющих научное, природно-историческое, образовательное и, наконец, эстетическое значение. Они относятся к области стратиграфии, тектоники, палеонтологии, литологии, палеогеографии, гидрогеологии, спелеологии, геоморфологии и смежных отраслей знаний в других науках. На территории геопарка присутствуют опорные разрезы основных подразделений верхнего рифея и венда, прекрасные разрезы верхней половины палеозоя — среднего и верхнего девона, карбона и перми, с утвержденным мировым стандартом основания сакмарского яруса («золотым гвоздем») на р. Усолке и рядом объектов, которые в дальнейшем могут претендовать на отнесение к этому стандарту.

## Заключение

Подводя итог материалу, изложенному выше, необходимо отметить, что создание геопарков на территории республики Башкортостан является своевременным и соответствует актуальному тренду развития экономики. Использование природных ресурсов в «щадящем» режиме означает, что мы закладываем фундамент для того, чтобы будущие поколения, так же как и мы, могли наслаждаться прекрасными ландшафтами, пить чистую воду и дышать свежим воздухом.

## Список литературы:

*Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г.* Геохимия и формирование подземных вод Южного Урала. – Уфа: Гилем. 2010. – 420 с.

*Ковалев С.Г., Салихов Д.Н., Пучков В.Н.* Полезные ископаемые Республики Башкортостан (металлы). – Уфа: Альфа-реклама, 2016. – 554 с.

*Кулагина Е.И.* История геологических исследований разреза Верхняя Кардаиловка — претендента на международный стратиграфический эталон // Вестник Башкирского Университета. – 2015. – № 4. – С. 1240–1250.

*Кулагина Е.И., Клименко Т.В., Пазухин В.Н.* Палеонтологическая характеристика каменноугольных и смежных с ними отложений бассейна реки Басу на Южном Урале // Геологический сборник № 12 / ИГ УНЦ РАН. – СПб: Свое издательство, 2015а. – С. 46–55.

*Кулагина Е.И., Скуин И.А., Коссовая О.Л.* Пермский риф Шахтау. – Уфа: Белая Река, 2015б. – 72 с.

*Пучков В.Н.* Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. – Уфа: Даурия, 2000. – 145 с.

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

Сайт геопарка Янган-Тау. – <http://geopark-yangantau.ru/o-geoparke/>.

*Салихов Д.Н., Ковалев С.Г., Шарафутдинова Л.А.* Полезные ископаемые Республики Башкортостан (декоративно-поделочные камни). – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2012. – 247 с.

*Черных В.В., Чувашов Б.И.* Лимитотипы нижней границы сакмарского и артинского ярусов на Урале // Литосфера. – 2015. – № 1. – С. 35–52.

*Чувашов Б.И., Черных В.В.* Разрез Мечетлино (Южный Урал) — потенциальный лимитотип нижней границы кунгурского яруса // Доклады РАН. – 2011. – Т. 441, № 5. – С. 657–660.

*Kotlyar G., Sungatullina G., Sungatullin R.* GSSPs for the Permian Cisuralian Series stages // Permophiles. – 2016. – № 63. – Р. 32–37.

## References:

*Abdrakhmanov R.F., Popov V.G.* Geokhimiya i formirovaniye podzemnykh vod Yuzhnogo Urala [Geochemistry and groundwater formation in the Southern Urals]. Ufa: AN RB, Guillem, 2010. 420 p. (In Russian).

*Chernykh V.V., Chuvashov B.I.* Limitotipy nizhnei granitsy sakmarskogo i artinskogo yarusov na Urale [Limitotypes of the lower boundary of the Sakmar and Artinsky tiers in the Urals] // Lithosphere. 2015. No. 1. P. 35–52. (In Russian).

*Chuvashov B.I., Chernykh V.V.* The Mechetlino section (South Urals): A potential limitotype of the Artinskian-Kungurian stage boundary // Doklady Earth Sciences. 2011. Vol. 441, No. 2. P. 1629–1632.

*Kotlyar G., Sungatullina G., Sungatullin R.* GSSPs for the Permian Cisuralian Series stages // Permophiles. 2016. No. 63. P. 32–37.

*Kovalev S.G., Salikhov D.N., Puchkov V.N.* Poleznye iskopaemye Respubliki Bashkortostan (metally) [Minerals of the Republic of Bashkortostan (metals)]. Ufa, Alpha Advertising, 2016. 554 p. (In Russian).

*Kulagina E.I.* Istorya geologicheskikh issledovanii razreza Verkhnyaya Kardailovka — pretendenta na mezhdu-narodnyi stratigraficheskii etalon [The history of geological studies of the Upper Kardailovka section — a contender for an international stratigraphic standard] // Bulletin of the Bashkir University. 2015. No. 4. P. 1240–1250. (In Russian).

*Kulagina E.I., Klimenko T.V., Pazukhin V.N.* Paleontologicheskaya kharakteristika kamennougol'nykh i smezhnykh s nimi otlozhenii basseina reki Basu na Yuzhnom Urale [The paleontological characteristics of the coal and adjacent sediments of the Basu river basin in the Southern Urals] // Geological collection No. 12. Information materials / IG UC RAS. St. Petersburg: Publishing House, 2015a. P. 46–55. (In Russian).

*Kulagina E.I., Skuin I.A., Kossovaya O.L.* Permskii rif Shakhtau [Perm Reef Shakhtau]. Ufa: White River, 2015b. 72 p. (In Russian).

*Puchkov V.N.* Paleogeodinamika Yuzhnogo i Srednego Urala [Paleogeodynamics of the Southern and Middle Urals]. Ufa: Dauria, 2000. 145 p. (In Russian).

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

*Salikhov D.N., Kovalev S.G., Sharafutdinova L.A.* Poleznye iskopaemye Respubliki Bashkortostan (dekorativno-podelochnye kamni) [Minerals of the Republic of Bashkortostan (decorative and ornamental stones)]. Ufa: DesignPolygraphService, 2012. 247 p. (In Russian).

Site of the Yangantau geopark. <http://geopark-yangantau.ru/o-geoparke/>

#### *Сведения об авторах:*

**Ковалев Сергей Григорьевич**, доктор геол.-мин. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: kovalev@ufaras.ru

#### *About the autor:*

**Kovalev Sergei Grigor'evich**, doctor of geological and mineralogical sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: kovalev@ufaras.ru

УДК 913+574.22

DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-2>

## МЕХАНИЗМЫ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В ГЕОПАРКЕ «ТОРАТАУ»

© 2019 г. С.А. Капков, Н.А. Лукашина, Е.А. Третьякова

**Реферат.** Сеть глобальных геопарков ЮНЕСКО включает 147 геопарков в более чем 40 странах мира. Для России создание геопарков — новое явление. На сегодняшний день лишь один российский геопарк «Янтан-Тай» был включен в Сеть Глобальных Геопарков (Global Geopark Network). Геопарк «Торатау», расположенный в Республике Башкортостан на Южном Урале, может стать еще одним объектом в России, который получит статус Глобального геопарка. На его территории расположено множество природных, археологических и культурных объектов, привлекательных для развития экотуризма и совершенствования образовательных программ.

*Ключевые слова:* геопарк, Торатау, Россия, Башкортостан, устойчивое развитие

## MECHANISMS FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS IN THE TORATAU GEOPARK

© 2019 S.A. Kapkov, N.A. Lukashina, E.A. Tretyakova

**Abstract.** The UNESCO Global Geoparks Network includes almost 150 geoparks in more than 40 countries. The main goal of a geopark is protection of the natural heritage, promotion of the education and sustainable development, and support of local communities. For Russia establishment of geoparks is a new phenomenon. There is only one Russian geopark “Yangan-Tau” which is included in the Global Geopark Network. Geopark “Toratau” located in the Southern Urals in the Republic of Bashkortostan has a potential to become the second geopark in Russia which will get this status. Geopark Toratau has a huge variety of natural, archaeological, and cultural resources for the development of ecotourism and educational programs. The functional program of geopark will consist of five main directions: science, education, culture, sports, and health. Activities on the territory of the geopark will promote ecology, sustainability and rational usage of natural resources and maintenance of traditions of the region.

*Key words:* geopark, Toratau, Russia, Republic of Bashkortostan, sustainable development

### Введение

Согласно определению ЮНЕСКО, «геопарк — это единая географическая территория, обладающая природными объектами, международным геологическим наследием, принципами управления которой являются защита природных ресурсов, образование и устойчивое развитие» [UNESCO Global Geoparks]. Наиболее популярно термин «устойчивое развитие» определяет председатель Международной комиссии по окружающей среде и развитию, норвежский премьер-министр Г.Х. Брундтланд. Согласно ее

определению, это такое развитие, которое обеспечивает удовлетворение потребностей нынешнего поколения и не подвергает риску способность будущих поколений удовлетворять свои потребности [Brundtland, 1987]. Устойчивое развитие подразумевает достижение следующих семнадцати глобальных целей: ликвидация нищеты, хорошее здоровье и благополучие, качественное образование, гендерное равенство, чистая вода и санитария, сравнительно дешевая и чистая энергия, достойная работа и экономический рост, индустриализация, инновации и инфраструктура, сокращение неравенства,

**Для цитирования:** Капков С.А., Лукашина Н.А., Третьякова Е. А. Механизмы достижения целей устойчивого развития в геопарке «Торатау» // Геологический вестник. 2019. №3. С. 12–17. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-2>.

**For citation:** Kapkov S.A., Lukashina N.A., Tretyakova E.A. Mechanisms for achieving sustainable development goals in the “Toratau” geopark // Geologicheskii vestnik. 2019. No. 3. P. 12–17. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-2>.

наличие устойчивых городов и населенных пунктов, ответственное потребление и производство, борьба с изменением климата, сохранение морских экосистем, сохранение экосистем суши, мир, правосудие и эффективные институты, партнерство в интересах устойчивого развития.

Геологические объекты геопарка «Торатау» были описаны многими российскими учеными: Э.З. Гареевым [2004]; В.И. Козловым, З.А. Синицыной, Е.И. Кулагиной [Козлов и др., 1995]; В.Н. Пучковым [2010]; В.В. Черных, В.И. Чувашовым, С.-З. Шен, С.М. Хендerson [Chernykh et al., 2016]; В.Б. Мартыненко, А.А. Мулдашевым [2014]. Все авторы отмечают значение геологического наследия региона и описывают уникальные природные объекты геопарка. В частности, В.Б. Мартыненко [2015] отмечает, что геологические объекты геопарка нуждаются в консервации и охране в связи с их существующим нерациональным использованием. Один из главных объектов геопарка — геологический разрез «Усолка». Международное геологическое значение разреза было доказано Ф.Б. Шкундиной, Г.М. Салимовой [2003]; Г.М. Сунгатуллиной, Р.Х. Сунгатуллиным, М.И. Закировым, Б.И. Гареевым, Г.А. Баталиным [Сунгатуллина и др., 2014]. Многие исследователи изучают культурное наследие территории, историческое значение гор шиханов и сакральное значение горы Торатау [Султангареева, 2016; Гайсина, 2018]. Новые подходы к развитию туризма в регионе, сохранению его природных и культурных ресурсов активно обсуждаются в последнее время российскими исследователями [Макичян, 2015; Дудин и др., 2017; Козлова, Виноградова, 2018; Банникова, Галимова, 2019].

Проблема недостаточной информированности на международной арене о природных ресурсах геопарка «Торатау», о его потенциале для развития экотуризма, а также естественнонаучных и культурологических исследованиях, обусловлена главным образом тем, что переведенных с русского на другие языки научных статей, посвященных объектам геопарка, слишком мало. Одной из приоритетных задач направления деятельности администрации геопарка «Торатау» следует признать публикацию материалов о геопарке в научных и научно-популярных журналах на иностранных языках. Это может как привлечь туристов из других стран, так и создать позитивный имидж Республики Башкортостан на международном уровне в целом. В свою очередь, вырастет и заинтересованность в новых научных исследованиях, связанных с территориями геопарка.

## Защита природных ресурсов

Геопарк «Торатау» располагается в Республике Башкортостан на Южном Урале. Здесь соединяются две части света и переплетаются история и культуры древних народов. Этот регион можно считать уникальным не только благодаря первозданной природе, но и наличию богатых природных ресурсов.

В пределах Южного Урала впервые были описаны и изучены геологические разрезы, включенные в мировую и российскую стратиграфическую шкалу. К таким объектам можно отнести разрезы рифея на Южном Урале, а также разрезы отложений, послуживших основой для выделения новых стратиграфических подразделений мирового значения: эталонный разрез нижней границы сакмарского яруса (GSSP) «Усолка», разрез «Дальний Тюлькас» — кандидат GSSP артинского яруса, эталонный разрез нижней границы кунгурского яруса (кандидат GSSP) «Мечетлино», разрезы каменноугольной системы.

Упомянутые стратиграфические разрезы отвечают критериям, выработанным Международной комиссией ЮНЕСКО по Мировому Наследию для геологических объектов мирового ранга. Однако лишь несколько этих разрезов утверждены в качестве памятников природы. Для сохранения и консервации этих разрезов требуются особые меры. С целью защиты природных памятников администрация Республики Башкортостан и активисты инициировали проект создания геопарка «Торатау». Его территория охватывает более 4300 квадратных километров и включает 7 геологических, 10 комплексных, 6 ботанических, 3 гидрологических, 1 проектируемая ООПТ, а также около 40 археологических и 60 исторических памятников. Более 100 животных и 280 растений, зарегистрированных на территории геопарка, занесены в Красную книгу.

Центральными объектами будущего геопарка являются эталонный разрез границы сакмарского яруса (GSSP) «Усолка», горы-одиночки шихан Юрактау и Торатау, которые представляют собой остатки рифовых массивов пермского периода.

Для снижения нагрузки на природные экосистемы в геопарке будут предусмотрены специальная система эко-троп и инфраструктура маршрутов. Благоустройство, эргономичные места для отдыха, информативная навигация позволят людям с разным уровнем физических способностей увидеть уникальную природу Республики Башкортостан.

Одни из главных целей создания геопарка «Торатау» — проведение научных исследований

и сохранение наследия региона. Специальная инфраструктура, работа исследовательских лабораторий, регулярный мониторинг состояния природных объектов позволяют достичь качественной защиты геологических, исторических и археологических памятников, а также флоры и фауны «Торатау».

### **Развитие экотуризма**

Можно выделить три главных фактора, делающих территорию благоприятной для создания здесь геопарка и развития экотуризма. Первый фактор — богатые природные ресурсы, в том числе геологические объекты международного значения, а также обширные территории, обладающие потенциалом для развития рекреационного туризма.

История региона, уходящая корнями к могущественному народу сарматов, населявшему территорию столетия назад, подтверждения чему археологи находят до сих пор — это второй, не менее важный, фактор.

Третьим фактором является культура Башкирии, которая славится традиционными ремеслами, национальными праздниками и этно-фестивальми, своей кухней и гостеприимством.

Выгодное положение геопарка обеспечивает его транспортную доступность не только из городов России, но и из других стран. Международный аэропорт находится в полутора часах езды от ближайших точек входа в геопарк.

Геопарк предлагает 6 типов маршрутов: 35 пешеходных (1153 км), 24 веломаршрута (24 км), 17 конных (811 км), 4 водных (155 км), 20 зимних (650 км), 28 внедорожных (419 км).

Для снижения антропогенной нагрузки от туристического потока в геопарке разработана поликентрическая функциональная модель с семью функциональными центрами: Торатау, Юрактау, Красноусольский, Зилим, Макарово, Хазиново, Верхотор.

Фестивальная площадка «Торатау» станет одним из первых центров геопарка. Здесь будет располагаться главный инфоцентр, этно-деревня с музеиными экспозициями, посвященными геологии и культуре региона. Экспозиции будут находиться в юртах — типичных исторических жилищах коренных народов Башкортостана. Территория у горы Торатау уже в настоящее время используется как площадка для проведения крупных культурных событий, в основном музыкальных фестивалей. Вовлечение местных сообществ в организацию культурно-событийной программы обеспечит жи-

телям региона рабочие места и будет способствовать поддержанию традиций.

Территорию у горы Юрактау предполагается развивать как научный кластер. Проектируемый научный центр будет располагать современными лабораториями, залом для проведения конференций, помещениями для лекций и воркшопов, в которых смогут принять участие не только ученые и студенты, но все любознательные гости геопарка.

Санаторий «Красноусольск» давно и успешно выполняет культурно-оздоровительную функцию благодаря своим целебным минеральным источникам и предоставляет туристам сервис высокого качества.

Кластер «Зилим» уже в настоящее время предлагает широкий выбор спортивных и рекреационных активностей, начиная с соревнований по рафтингу и экстремальным прыжкам с веревкой и заканчивая полетами на параплане или спокойными прогулками по сосновым лесам.

Археологический центр «Хазиново» станет отправной точкой для большинства маршрутов, связанных с историко-культурным наследием геопарка. С помощью специального приложения с элементами дополненной реальности гости геопарка смогут получить детальную информацию о каждом археологическом и историческом объекте, находящемся на маршрутах, и увидеть, как они выглядели сотни лет назад. Археологический центр будет располагать как постоянной экспозицией, раскрывающей особенности культуры и быта древних башкир, так и временными выставками студентов и активистов.

Центр «Макарово» будет иметь спелеологическую направленность, что связано с расположением на его территории множества пещер, большинство из которых до сих пор не до конца изучены. В сопровождении профессиональных спелеологов туристы смогут спуститься в пещерные тоннели и узнать об истории подземного мира.

Центр искусств и ремесел «Верхотор» будет привлекать не только туристов, но и профессиональных художников, дизайнеров и архитекторов. Располагающаяся в центре арт-резиденция сможет проводить круглогодичные программы для разных типов аудиторий, что способствует созданию здесь творческих сообществ.

Все центры геопарка будут предоставлять посетителям информацию о наиболее интересных местах для посещения. В зависимости от сезона, длительности поездки и личных предпочтений гости геопарка смогут выбрать, какие объекты посетить

и составить индивидуальную программу пребывания в геопарке, основными темами которой могут стать геология, экология, спорт, культура, археология и т. д. На территории центров будут располагаться не только гостевые дома и кемпинги, но и сопутствующая туристическая инфраструктура: кафе, рекреационные сервисы и туристические центры.

Для контроля антропогенной нагрузки работники геопарка будут совершать регулярный обезд и мониторинг территорий, анализировать данные видеокамер и других устройств, установленных в геопарке.

### **Образование и научные программы по устойчивому развитию**

Геопарк «Торатау» — природный музей под открытым небом, реализующий образовательную функцию. Инфраструктура геопарка будет включать научные центры, музеи и исследовательские лаборатории.

Программа геопарка включает 5 направлений: наука, образование, культура, спорт и здоровье. Главными целями развития геопарка будут научные исследования природного наследия и экологическое просвещение населения через развитие экотуризма и образовательных программ.

Последние включают как всесезонные мероприятия внутри помещений: лекции, воркшопы с экспертами, так и мероприятия на свежем воздухе. К ним относятся походы в сопровождении экспертов, специализирующихся в области естественных наук (в зависимости от выбранного маршрута).

На основе рекомендаций научных лабораторий геопарка будут разработаны специальные программы для местных школ по темам устойчивого развития и сохранения природного наследия. Цель разрабатываемых программ — сделать процесс обучения интересным и увлекательным, привить детям навыки рационального использования природных ресурсов.

Образовательные летние детские лагеря и зимние школы будут играть важную роль в развитии нового тренда для региона — сочетания образования и геймификации. Такой подход способствует усвоению информации и помогает запоминать материал. Геопарк «Торатау» предоставит студентам возможность проводить исследования в лабораториях научного центра, а также проходить практику под руководством опытных наставников.

Стипендиальные программы для молодых ученых позволяют российским и международным

ученым проводить исследования природных ресурсов геопарка. Научно-образовательная деятельность также будет включать публикации в международных журналах и совместные проекты с экспертами из других регионов и геопарков. Международные конференции, проводимые в научном центре геопарка, привлекут внимание к Республике Башкортостан мирового научного сообщества.

Главными темами образовательных и научных программ геопарка станут природное наследие, устойчивое развитие и культурные традиции региона.

### **Устойчивые сообщества геопарка**

Одна из главных целей устойчивого развития геопарка — формирование сообществ по принципу «снизу вверх», а также вовлечение активистов и представителей малого и среднего предпринимательства в управляющую структуру геопарка, а также к организации мероприятий и программ на его территории. В то же время развитие туризма и создание платформ для коллaborации местных предпринимателей будет положительно влиять на производство местных экологически чистых продуктов.

Разработчики проекта геопарка «Торатау» обсуждают каждый шаг развития проекта с администрацией и инициативной группой, состоящей из местных предпринимателей и активистов. Идея инициативной группы ложится в основу принимаемых решений по расположению инфраструктуры, дизайну геопарка и т. д. Инициативная группа использует онлайн платформу для коммуникации и совместного обсуждения вопросов, которая зарекомендовала себя как эффективный инструмент взаимодействия. Лидеры инициативной группы являются потенциальными сотрудниками администрации геопарка.

Такой подход позволяет создать надежную сеть контактов с наиболее активными представителями бизнес-сообщества региона, повышает лояльность к проекту среди местного населения и дает детальное представление о ландшафте территории, проблемных точках, оптимальных местах расположения объектов инфраструктуры и подготавливает базу кадровых ресурсов для реализации событийной программы геопарка.

### **Выводы**

Создание и развитие геопарка «Торатау» призвано защитить геологическое наследие мирового значения, развивать экотуризм на территории

Республики Башкортостан и просвещать местное население и туристов в отношении бережного использования ограниченных природных ресурсов.

Геопарк «Торатау» преследует большинство целей устойчивого развития. Для обеспечения населения достойным трудом, снижения уровня бедности и экономического роста региона геопарк создаст новые рабочие места. Защита природных ресурсов, использование износостойких и разлагаемых материалов в инфраструктуре и экологический контроль в геопарке обеспечат сохранение экосистем суши, качество чистой воды, улучшат качество жизни и благосостояние местного населения. Образовательные программы, лекции, воркшопы по геологии, биологии, экологии, географии и культуре повысят качество образования в целом и увеличат разнообразие форм обучения. Фокус на устойчивое развитие в образовательных программах активирует борьбу с изменением климата, а также развивает ответственное потребление и экологичное производство. При создании новых рабочих мест в администрации принимается во внимание гендерное равенство. Создание партнерских отношений с местными производителями развивает инновации и бизнес. Новая туристическая инфраструктура, соответствующая современным экологическим требованиям, также будет создана с привлечением местных производителей. Кроме того, местное население станет главным производителем сувенирных изделий, продуктов питания и другой традиционной для региона продукции. Увеличение туристического потока будет способствовать развитию экономики региона и повышению уровня благосостояния жителей. Доступность для разных групп населения признана одним из основополагающих принципов деятельности геопарка при создании туристической инфраструктуры. Наконец, реализация концепции геопарка «Торатау» приведет к развитию устойчивых сообществ и населенных пунктов на территории геопарка.

В целом создание геопарка будет способствовать социальному-экономическому развитию региона и рациональному использованию природного наследия республики.

**Благодарности.** Проект разработан при участии «Центра аналитики города», Москва, Россия.

#### Список литературы:

Банникова Е.В., Галимова Л.И. Перспективы развития экологического туризма по шиханам Республики Башкортостан // Теоретические и практические аспекты научных исследований в туризме: Матер. 1-й науч.-практ. конф. /

Казанский (Приволжский) федеральный университет. – Казань, 2019. – С. 34–41.

Гайсина Ф.Ф. Культ горы в башкирском фольклоре // Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Сер. Гуманитарные науки. – 2018. – № 9. – С. 104–108.

Гареев Э.З. Геологические памятники природы Башкортостана. – Уфа: Тау, 2004. – 296 с.

Дудин М.Н., Лясков Н.В., Масленникова О.А. Агротуризм: особенности становления и развития // Научный вестник МГИИТ. – 2017. – № 6(30). – С. 8–17.

Козлов В.И., Синицына З.А., Кулагина Е.И., Пазухин В.Н., Кочеткова Н.М., Абрамова А.Н., Клименко Т.В., Парочкина И.А., Сергеева Н.Д., Губайдуллин А.А. Путеводитель геологической экскурсии по нефтяным районам Волго-Уральского региона и разрезам верхнего докембрия и палеозоя Южного Урала. – Миасс: Геотур, 1995. – 186 с.

Козлова Ю.Е., Виноградова А.А. Стерлитамакские шиханы — уникальное экологическое и культурное мировое наследие // Сборник науч. трудов 9-й Молодежной экологической конференции / Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН – СПб., 2018. – С. 271–276.

Макичян Г.Т. Влияние экотуризма на краснокнижные виды орнитофауны национальных парков Арпи Лич и Севан: эколого-фаунистический анализ // Вестник Российской Академии Наук Республики Башкортостан: физико-математические и естественные науки. – 2015. – № 1. – С. 102–111.

Мартыненко В.Б. Сохраним Стерлитамакские шиханы? // Степной бюллетень. – 2015. – № 43–44. – С. 30–32.

Мартыненко В.Б., Мулдашев А.А. Стерлитамакские шиханы — уникальное мировое наследие // Вестник Академии Наук Республики Башкортостан. – 2014. – № 19(2). – С. 40–47.

Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики, металлогении). – Уфа: ДизайнПортиграфСервис, 2010. – 208 с.

Султангареева Р.А. Священная гора Торатау: постижение обычая и норм неприкословенности (по материалам фольклорных и этнографических записей последних лет) // Люди, культуры, пространство: социокультурная динамика мира Евразии. – Уфа: Изд-во БГУ, 2016. – С. 293–301.

Сунгатуллина Г.М., Сунгатуллин Р.Х., Закиров М.И., Гареев Б.И., Баталин Г.А. Изотопный состав углерода каменноугольных отложений разреза Усолка, Южный Урал // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология. – 2014. – № 4. – С. 13–16.

Шкундина Ф.Б., Салимова Г.М. Влияние минеральных источников на формирование альгоценозов р. Усолка (Гафурийский район) // Вестник Башкирского университета. – 2003. – Т. 8, № 1. – С. 38–40.

Brundtland G.H. Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. – Geneva, UN-Dokument, 1987.

Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Shen S.-Z., Henderson C.M. Proposal for the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base-Sakmarian Stage (Lower Permian) // Permophiles. – 2016. – №. 63. – P. 4–18.

UNESCO Global Geoparks. доступен: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/>.

### References:

- Bannikova E.V., Galimova L.I. Perspektivy razvitiya ekologicheskogo turizma po shikhanam Respubliki Bashkortostan [Ecological tourism's prospects in the region of Bashkortostan's shihans] // Teoreticheskie i prakticheskie aspekty nauchnykh issledovanii v turizme: Materialy 1-i nauchno-prakticheskoi konferentsii / Kazanskii (Privolzhskii) federal'nyi universitet. Kazan, 2019. P. 34–41. (In Russian).
- Brundtland G.H. Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. Geneva: UN-Dokument, 1987.
- Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Shen S.-Z., Henderson C.M. Proposal for the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base-Sakmarian Stage (Lower Permian) // Permophiles. 2016. No. 63. P. 4–18.
- Dudin M.N., Lyasnikov N.V., Maslennikova O.A. Agro-ekoturizm: osobennosti stanovleniya i razvitiya [Agroand ecotourism: features of formation and development] // Scientific Bulletin MGIIT. 2017. No. 6(30). P. 8–17. (In Russian).
- Gaisina F.F. Kul't gory v bashkirskom fol'klore [Mountain cult in the Bashkir folklore] // Modern science: actual problems of theory and practice. Series: Human Sciences. 2018. No. 9. P. 104–108. (In Russian).
- Gareev E.Z. Geologicheskie pamyatniki prirody Bashkortostana [Geological monuments of the Republic of Bashkortostan]. Ufa: Tau, 2004. 296 p. (In Russian).
- Kozlov V.I., Sinityna Z.A., Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Kochetkova N.M., Abramova A.N., Klimenko T.V., Larochkina I.A., Sergeeva N.D., Gubaidullin A.A. Guidebook of excursion for the Palaeozoic and upper Precambrian sections of the western slope of the Southern Urals and preuralian regions. Miass: Geotour, 1995. 165 p. (In Russian).
- Kozlova Y.E., Vinogradova A.A. Sterlitamakskie shikhy – unikal'noe ekologicheskoe i kul'turnoe mirovoe nasledie [Sterlitamak shikhans as a unique world ecological and cultural heritage] // Collection of scientific papers of the 9-th Youth Ecological Conference / St. Petersburg Scientific and Research Center for Environmental Safety RAS. St. Petersburg, 2018. P. 271–276. (In Russian).
- Makichyan G.T. Vliyanie ekoturizma na krasnoknizhnye vidy ornitofauny natsional'nykh parkov Arpi Lich i Sevan: ekologo-faunisticheskii analiz [The impact of ecotourism on the red book-listed species of birds in lake Arpi and Sevan national parks: eco-faunistic analysis] // Bulletin of the Russian-Armenian (Slavic) University: Physical-Mathematical and Natural Sciences. 2015. No. 1. P. 102–111. (In Russian).
- Martynenko V.B. Sokhranenie Sterlitamakskie shikhany? [Can we preserve Sterlitamak shikhans?] // Steppe Bulletin. 2015. No. 43–44. P. 30–32. (In Russian).
- Martynenko V.B., Muldashev A.A. Sterlitamakskie shikhany – unikal'noe mirovoe nasledie [Sterlitamak Shikhans as a Unique World Heritage] // Bulletin of the Academy of sciences of the Republic of Bashkortostan. 2014. No. 19 (2). P. 40–47. (In Russian).
- Puchkov V.N. Geologiya Urala i Priural'ya (aktual'nye voprosy stratigrafii, tektoniki, geodinamiki, metallogenii) [Geology of the Urals and cis-Urals (actual questions of stratigraphy, tectonics, geodynamics, and metallogeny)]. Ufa: DizainPoligrafServis, 2010. 208 p. (In Russian).
- Shkundina F.B., Salimova G.M. Vliyanie mineral'nykh istochnikov na formirovaniye al'gotsenozov r. Usolka (Gafuriiskii raion) [Influence of mineral waters on forms of algaecenocies of river Usolka (Gafuriuskyi region)] // The Bashkir State University. 2003. Vol. 8, No. 1. P. 38–40. (In Russian).
- Sultangareeva R.A. Svyashchennaya gora Toratau: postizhenie obychaev i norm nepriskosnovennosti (po materialam fol'klornykh i etnograficheskikh zapisei poslednih let) [Sacred mountain Toratau: comprehension of customs and immunity standards (based on folklore and ethnographic records of recent years)] // Lyudi, kul'tury, prostranstvo: sotsiokul'turnaya dinamika mira Evrazii [People, cultures, space: sociocultural dynamics of the world of Eurasia]. Ufa: The Bashkir State University. 2016. P. 293–301. (In Russian).
- Sungatullina G.M., Sungatullin R.Kh., Zakirov M.I., Gareev B.I., Batalin G.A. Izotopnyi sostav ugleroda kamennougl'nykh otlozhenii razreza Usolka, Yuzhnyi Ural [The carbon isotopic composition upper carboniferous deposits section Usolka, Southern Urals] // Bulletin of the Voronezh State University. Series: Geology. 2014. No. 4. P. 13–16. (In Russian).
- UNESCO Global Geoparks. Available online at: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/>.

### Сведения об авторах:

- Капков Сергей Александрович**, Учебно-научная лаборатория «Центр исследований экономики культуры, городского развития и креативных индустрий», экономический факультет Московского Государственного Университета им. М.В.Ломоносова, г. Москва. E-mail: s.kapkov@centerurban.com
- Лукшина Наталия Александровна**, Центр аналитики города, г. Москва. E-mail: n.lukashina@centerurban.com
- Третьякова Екатерина Алексеевна**, Центр аналитики города, г. Москва. E-mail: e.tretyakova@centerurban.com

### About the authors:

- Kapkov Sergey Aleksandrovich**, Educational and research laboratory “Center for the Study of the Economics of Culture, Urban Development and Creative Industries”, Faculty of Economics, Moscow State University, Moscow. E-mail: s.kapkov@centerurban.com
- Lukashina Naraliia Aleksandrovna**, Center for Urban Analytics, Moscow. E-mail: n.lukashina@centerurban.com
- Tretyakova Ekaterina Alekseevna**, Center for Urban Analytics, Moscow. E-mail: e.tretyakova@centerurban.com

УДК 551.71

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

## ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ГЕОПАРКА «ТОРАТАУ»

© 2019 г. В.Н. Пучков

**Реферат.** В статье дается краткое описание геологии одного из замечательных районов Башкирии, находящегося на западном склоне Южного Урала. Планируется организовать здесь геопарк «Торатау», названный по выдающемуся памятнику природы — пермскому карбонатному рифу, сохранившемуся здесь до настоящего времени. В статье приводятся необходимые сведения о глубинном строении территории и развитых здесь структурных ярусах, отвечающих основным этапам ее развития: архейско-раннепротерозойского, рифейского, венд-палеозойско-раннемезозойского, позднемезозойско-миоценового и плиоцен-четвертичного. Территория планируемого геопарка весьма привлекательна с точки зрения наличия весьма интересных и разнообразных геологических объектов, имеющих научное, природно-историческое, образовательное и, наконец, эстетическое значение. Они относятся к области стратиграфии, тектоники, палеонтологии, литологии, палеогеографии, гидрогеологии, спелеологии, геоморфологии и смежных отраслей знаний в других науках. На территории геопарка присутствуют опорные разрезы основных подразделений верхнего рифея и венда, прекрасные разрезы верхней половины палеозоя — среднего и верхнего девона, карбона и перми, с утвержденным мировым стандартом основания сакмарского яруса («золотым гвоздем») на р. Усолке, и рядом объектов, которые в дальнейшем могут претендовать на отнесение к таким стандартам. Особого внимания заслуживают шиханы — карбонатные массивы раннепермских рифов, единственные в мире объекты подобного рода, которые, безусловно, станут настоящим центром притяжения геопарка. Нельзя не упомянуть также многочисленные и разнообразные проявления сульфатного и карбонатного карста в виде протяженных и глубоких пещер, в ряде случаев с реликтовыми ледниками. Для территории характерна, пожалуй, самая большая плотность карстовых пещер во всей республике. Все это вместе характеризует описанную территорию как весьма перспективную для организации геопарка, приглашающего всех интересующихся геологией в увлекательное путешествие в глубь геологических веков и даже — буквально — в глубины Земли.

*Ключевые слова:* Геопарк, шиханы, «золотые гвозди», пещеры, рифей, венд, палеозой

## GEOLOGICAL FEATURES OF GEOPARK “TORATAU”

© 2019 V.N. Puchkov

**Abstract.** The paper gives a short description of geology of one of the most remarkable areas of Bashkiria, situated on the western slope of the Southern Urals. It is planned to organize here a geosite called “Toratau”, called after the name of a famous and gorgeous geological monument — Permian carbonate reef, preserved here until now. The paper presents all necessary data concerning the deep structure of the territory and the levels, corresponding to the main stages of its development: Archean-Paleoroterozoic, Riphean (Meso- and the most of Neoproterozoic), Vendian (Ediacaran)-Paleozoic-Early Mesozoic, Late Mesozoic-Miocene, and Pliocene-Quaternary. The territory of the planned geosite is very attractive from the point of view of a presence of highly interesting and various geological objects of a scientific, natural-historic, educational and, lastly, aesthetic importance. They encompass stratigraphy, paleontology, tectonics, lithology, paleogeography, hydrogeology, speleology, geomorphology and related areas of knowledge in other sciences. The territory hosts standard and reference sections of the main subdivisions of the Upper Riphean and Vendian, excellent sections of the upper half of the Paleozoic — Middle and Upper Devonian, Carboniferous and Permian, with an internationally approved GSSP — “golden nail” (“golden spike”) at the base of the Sakmarian stage on Usolka river and some objects that have a chance to become such a standard point in future. A special attention of researchers deserve the “shikhans” — carbonate massifs of Permian reefs, unique objects of such type in the world, which will undoubtedly become a “centre of

**Для цитирования:** Пучков В.Н. Особенности геологического строения геопарка «Торатау» // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 18–49. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-3>.

**For citation:** Puchkov V.N. Geological features of geopark “Toratau” // Geologicheskii vestnik. 2019. No. 3. P. 18–49. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-3>.

attraction” of the whole area. Also numerous and various manifestations of sulphate and carbonate karst must be mentioned, especially such as long and deep caves, often with relic glaciers inside. The territory boasts of probably the highest density of karst caves in the whole Bashkiria. Taken all together, the abovesaid characterizes the described territory as highly prospective for organizing a geosite here, inviting all the people interested in geology, for a fascinating journey into depth of geological ages and — literally — into depth of the Earth itself.

*Key words:* Geosite, shikhans, “golden nails”, caves, Riphean, Vendian, Paleozoic

## Введение

Идея создания геопарков с целью сохранения и использования геологических объектов была озвучена на 30-м Международном Конгрессе в Пекине в 1996 году. В 2000 г. первые геопарки объединились в Европейскую сеть, которая вскоре переросла в глобальную. В настоящее время число геопарков в глобальной сети значительно превышает 100. Геопарк преследует три основные цели: сохранение геологического наследия территории, популяризацию геологических и экологических знаний в различных кругах населения (гео- и экотуризм) и достижение устойчивого развития территории. В России процесс создания геопарков сильно затянулся, но в настоящее время прилагаются усилия для преодоления отставания [Корф, 2015].

Область предполагаемого геопарка «Торатау» располагается в долине р. Белая, в верхней части ее субмерионального течения, и ее притоков — левых (Ашкадар, Сухайля, Стерля, Куганак) и правых (Урюк, Зиган, Усолка, Зилим). В административном делении территории относится преимущественно к Гафурийскому, Стерлитамакскому и Ишимбайскому районам (может быть, в виде исключения, следует включить в нее несколько территориально близких объектов, расположенных в смежных районах — Архангельском, Белорецком, и наоборот, обрезать территории, где нет геологических памятников, заслуживающих внимания геотуристов) (рис. 1).

Геопарк «Торатау» включает несколько краевых тектонических зон уралид (сменяющихся в латеральном направлении с востока на запад): Центрально-Уральскую с Башкирским мегантиклиниорием (БМА), Западно-Уральскую, Предуральский краевой прогиб; он немного захватывает и край Восточно-Европейской платформы, отвечающий Волго-Уральской области (ВУО). Таким образом, в структурном отношении это область перехода от складчатого Урала к смежной платформе [Пучков, 2014]. Подробнее о структурном районировании геопарка см. в главе Палеозой.

Вертикальная структура Башкирии в целом и территории геопарка в частности может быть

описана в рамках пяти главных этажей, формирование которых отвечает соответствующим стадиям развития: архейско-раннепротерозойской (3600–1800 млн лет) — времени формирования кристаллического фундамента платформы и западных зон Урала; позднепротерозойской (рифейско-вендинской, 1800–540 млн лет), завершившейся образованием складчатой области тиманид; палеозойско-раннемезозойской (540–175 млн лет) — времени формирования складчатой системы уралид; среднеуральско-миоценовой платформенной стадии (175–5 млн лет) и плиоцен-четвертичному нео-орогенному этапу (5–0 млн лет) (рис. 2).

## Архей и ранний протерозой

Архейско-раннепротерозойский этаж (кристаллический фундамент) присутствует на всей территории геопарка на глубинах 10 км и более; скважины, вскрывшие фундамент на значительную глубину, присутствуют лишь северо-западнее, на Татарском своде. На поверхность фундамент выходит севернее геопарка, в пределах западных складчатых структур Урала на Тараташском поднятии, образующем северное замыкание БМА, где он представлен преимущественно дорифейскими высоко метаморфизованными породами гранулитовой и амфиболитовой фаций — гранулитами, эндербитами, эвлизитами, железистыми кварцитами, гнейсами, гранитоидами, а в зонах рассланцевания и бластомилонитов — породами эпидот-амфиболитовой фации и зелеными сланцами (датируются они рифеем и палеозоем). Наиболее древние возраста, отвечающие палеоархею, определены U-Pb методом по цирконам в гранулитах этого поднятия (3.4–3.5 млрд лет). Возможно, эти датировки близки к возрасту протолита. Наиболее молодой возраст одного из этапов гранулитового метаморфизма также архейский:  $2792 \pm 86$  млн лет. В палеопротерозое земная кора территории подверглась мощному воздействию амфиболитового метаморфизма и гранитизации. Наиболее поздний этап гранитизации датирован как  $1777 \pm 79$  млн лет [Пучков, 2010 и ссылки в этой

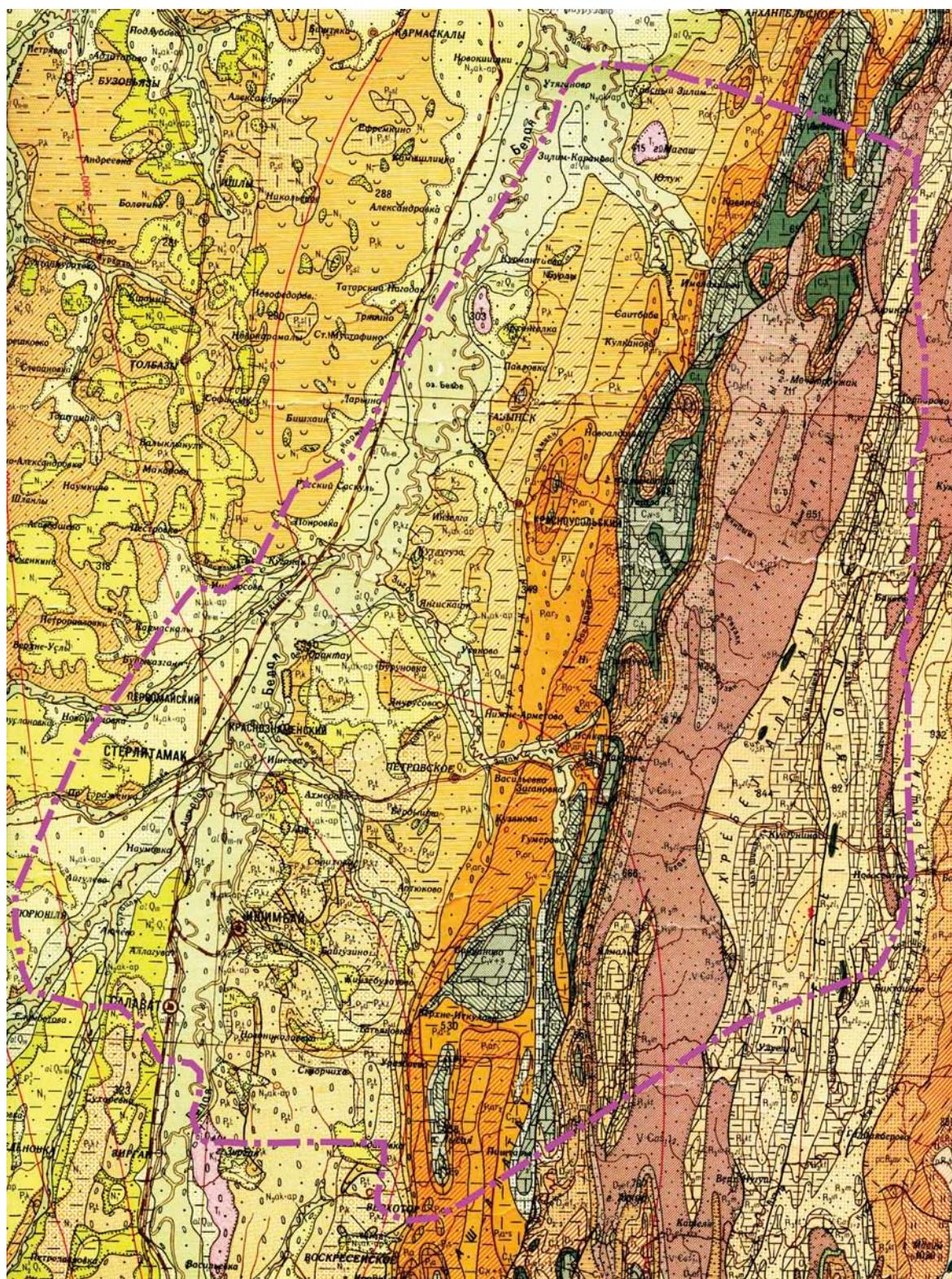


Рис. 1. Выкопировка из геологической карты Урала, м-ба 1:500 000, под ред. И.Д. Соболева. Пунктиром показаны предполагаемые границы геопарка (возможно, подлежат некоторому уточнению в дальнейшем)

Fig. 1. The fragment of the geologic map of the Urals, 1:500 000 scale, edited by I.D. Sobolev. The dashed line shows the approximate boundaries of the geosite



Рис. 2. Стадии развития и структурные этажи Урала [Пучков, 2010]

Fig. 2. Stages of development and structural levels of the Urals [Puchkov, 2010]

работе]. Судя по рисунку магнитных аномалий, в фундаменте Приуралья развиты крупные нелинейные, овальные структуры, характерные для древнейших складчатых областей. Первые глубинные сейсмические исследования МОГТ в Волго-Уральской области позволяют предполагать наличие наклонных надвиговых структур, рассекающих всю земную кору, и наличие ряда крупных сквозькоровых овоидов синформного строения, разделенных более мелкими удлиненно-овальными синформами [Минц, 2012]. На территории геопарка фундамент развит не только на платформе, но прослеживается далеко на восток, по крайней мере за Главный Уральский разлом (ГУР) [Пучков и др., 2001].

Осадочные образования платформы по структурному положению четко делятся на два комплекса: рифейский, принадлежащий авлакогенной (грабеновой) структуре, и венд-палеозойский, относимый к собственно осадочному чехлу. Эти комплексы

в своем распространении подчиняются разным структурным планам. Между ними, судя по сейсмическим материалам, наблюдается небольшое, но заметное на сейсмопрофилях, особенно при искажении вертикального масштаба, несогласие [Пучков, Козлов, 2005] (рис. 3, 4).

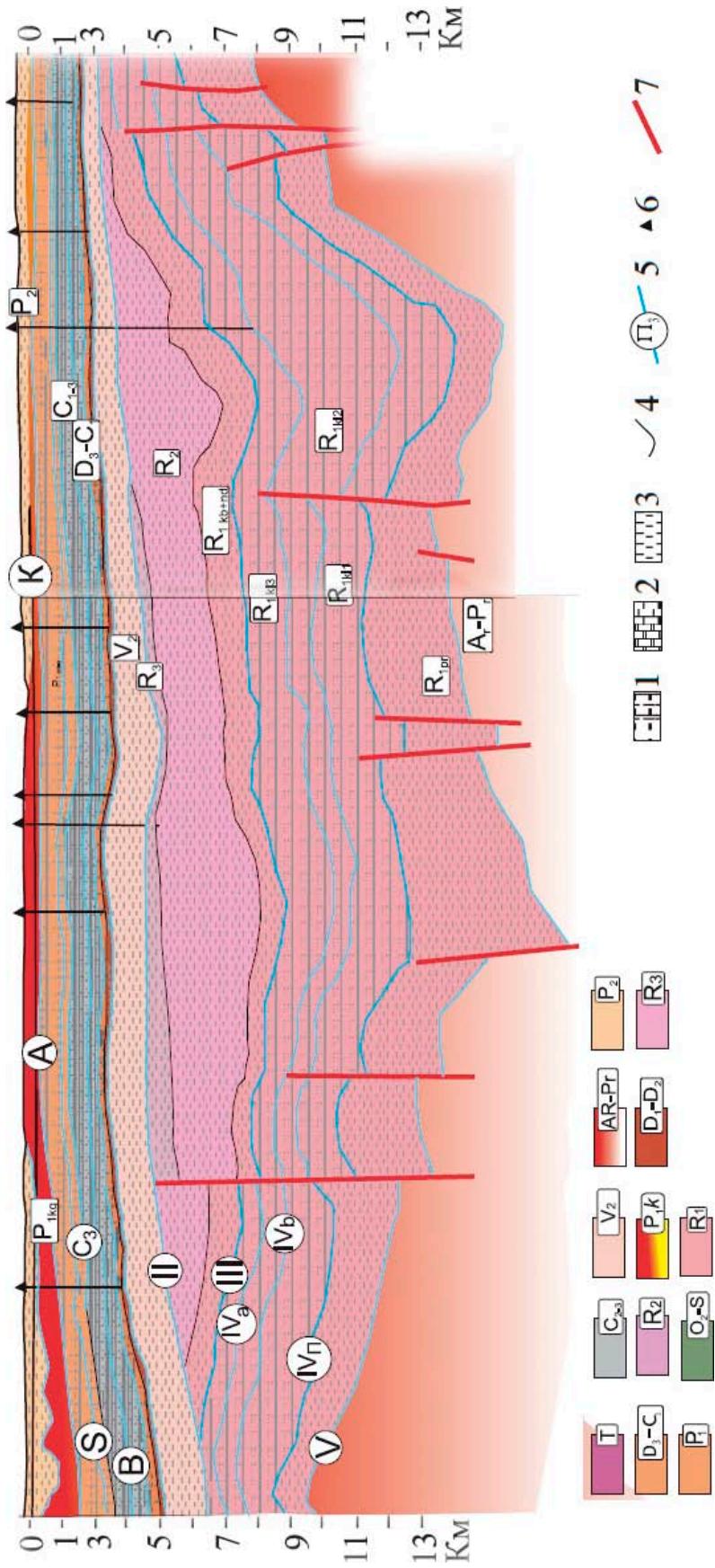


Рис. 3. Схема структурного районирования ВУО по рифейскому структурному этапу

Условные обозначения: 1 — области развития рифейских отложений; 2 — площади распространения рифей-ранневендийских отложений, подвергшихся складчатости в позднем венде; 3 — границы: а — авлакогенов (1 — Камско-Бельский, 2 — Серноводско-Абдулинский, 3 — Кажимский или Вятский), б — Красноуфимского выступа (7), в — водоразделов (4 — Прикамский, 5 — Татарский, 6 — Оренбургский) и складчатых структур; 4 — линия полного геологического разреза (его фрагмент между Уфой и Оренбургом — на рис. 4). Перикратонные опускания: 8 — Притиманское, 9 — Приуральское, 10 — Прикаспийское.

Fig. 3. The scheme of structural zoning of the Volgo-Uralian Area in the Riphean structural stage

Legend: 1 — areas of development of the Riphean deposits; 2 — the areas of development of the Riphean–Early Vendian deposits affected by folding in the Late Vendian; 3 — boundaries of: a — aulacogens (1 — Kama–Belsk, 2 — Sernovodsk–Abdulino, 3 — Vyatka), б — Krasnoufimsk uplift (7), в — swells (4 — Prikamsk, 5 — Tatarian, 6 — Orenburg) and folded structures; 4 — line of a geologic profile (its fragment between Ufa and Orenburg is shown as Fig. 4). Pericratonic subsidence zones: 8 — Pritimanian, 9 — Priuralian, 10 — Pricaspian.



**Рис. 4.** Фрагмент геолого-сейсмического профиля, проходящего вдоль западного края геопарка «Торатау» (линия I–I на рис. 3, ее отрезок между Уфой и Оренбургом). Составил В.Н. Пучков [2003] по данным ОАО Башнефтегеофизика, Оренбурггазпром, Института Геологии УНЦ РАН, КамНИИГС

**и др.** Условные обозначения: 1 — пересланние комплексов пород территиренного и карбонатного состава; 2 — известняки доломитизированные; 3 — комплексы территиренного состава; 4 — граници лигнолого-страты рафических комплексов, 5 — то же, одновременно опорные отражающие горизонты; 6 — скважины; 7 — разломы. Опорные отражающие горизонты: V — кровля кристаллического фундамента, IV — граници подразделений нижнего рифа, III — основание среднего рифа, II — диахронное основание девонских песчанников, У — свита C<sub>1</sub>h, В — башкирский ярус, S — кровля верхнего карбона, А — кровля асельско-сакмарских известняков, К — кровля кунгурских эвалоритов.

Fig. 4. The fragment of a geologic-seismic profile, going along the western margin of the geosite “Toratau” (I-I line at the fig. 3 — its part between Ufa and Orenburg). Compiled by V. Puchkov after data of Bashneftegeofizika, Orenburggasprom, IG Ufa RAS, KamNIKIGS and others

*Legend:* 1 — layered complexes of terrigenous and carbonate rocks; 2 — limestones dolomitized; 3 — terrigenous complexes; 4 — boundaries of the complexes; 5 — the same, but also the reference reflecting horizons; 6 — wells; 7 — faults. The reference reflecting complexes: V — the top of the crystalline basement, IV — boundaries of the subdivisions of the Lower Riphean, III — the base of the Middle Riphean, I — a diachronous base of the Devonian sandstones, Y — the C<sub>1</sub>h Formation, B — Bashkirian Stage, S — top of the Upper Carboniferous, A — the top of the Asselian-Sakmarian limestones, K — the top of the Kungurian evaporites.

## Рифей

В рифейском структурном плане территории геопарка приходится на область сочленения двух крупных авлакогенов (глубоких грабенов): Камско-Бельского и Серноводско-Абдулинского, заполненных рифейскими осадками. На территории геопарка отложения авлакогенов частично перекрыты вендскими молассовыми отложениями краевого прогиба тиманид, частично же (на востоке) деформированы с образованием складчатых структур уралид; за пределами геопарка с авлакогенами граничат выступы кристаллического фундамента: Татарский и Оренбургский [Пучков, Козлов, 2005].

Рифей Южного Урала, изученный по многочисленным обнажениям БМА, считается стратотипом рифея (мезо- и неопротерозоя без эдиакария или, по Российской шкале, верхнего протерозоя без венда), официально принятого в качестве составной части Общей Стратиграфической Шкалы России. Нами рифей делится на 4 серии (снизу вверх): нижний (бурзянский), средний (юрматинский), верхний (каратавий) и завершающий, или терминальный (аршиний) (рис. 5, колонка справа). Серии делятся на свиты и в ряде случаев на подсвиты. При этом бурзянский, разделенный на айскую, саткинскую и бакальскую свиты в северной части БМА, испытывает определенные фациальные изменения, позволяющие в более южных районах (включающих территорию геопарка) выделять, соответственно, большеинзерскую, суранскую и юшинскую свиты, примерно в тех же возрастных границах. Терригенные толщи, представленные породами местного или западного источника сноса (конгломераты, кварциты, аркозы, алевролиты, глинистые сланцы), в нижних частях разреза рифея преобладают; в верхних частях бурзания, юрматиния и каратавия значительную роль играют карбонатные толщи (доломиты и известняки), нередко со строматолитами — слоистыми водорослевыми образованиями. Исключение составляет юшинская свита, почти бескарбонатная. Наличие вулканогенных толщ, относимых по петрохимическим особенностям к внутриплитным и рифтогенным (эпиконтинентальным), а по более современной трактовке — плюмовым [Пучков, 2018], позволяет определить более точный возраст отдельных подразделений рифея, в основном с помощью нескольких модификаций U-Pb метода по цирконам и отчасти по бадделеиту. Дополнительную информацию о возрасте отложений дают датировки даек долеритов, которые в ряде случаев уточняют нижний возрастной предел

вмещающих отложений. Близ основания нижнего рифея находится терригенно-вулканогенная навшская подсвита айской свиты, датированная как  $1752 \pm 11$  млн лет. В основании среднего рифея в восточных районах Башкирского антиклинория залегает машакская свита, представленная кварцитовыми конгломератами, кварцевыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами с прослоями базальтов и риолитов. Нижняя толща риолитов датирована на уровне 1380–1385 млн лет. Толщи завершающего рифея (аршиния) исключительно терригенные и содержат конгломераты предположительно ледникового происхождения (тиллитовидные). Вулканиты игонинской свиты, залегающие в средней части аршиния и представленные базальтами и их туфами, с прослоями терригенных пород, датированы двумя рубежами —  $707.0 \pm 2.3$  и  $732.1 \pm 1.7$  млн лет, что и позволило выделить в восточной части антиклинория самый верхний стратон рифея, аршиний (раньше эти отложения относились к нижнему венду) [Пучков и др., 2016, 2017; Сергеева и др., 2018].

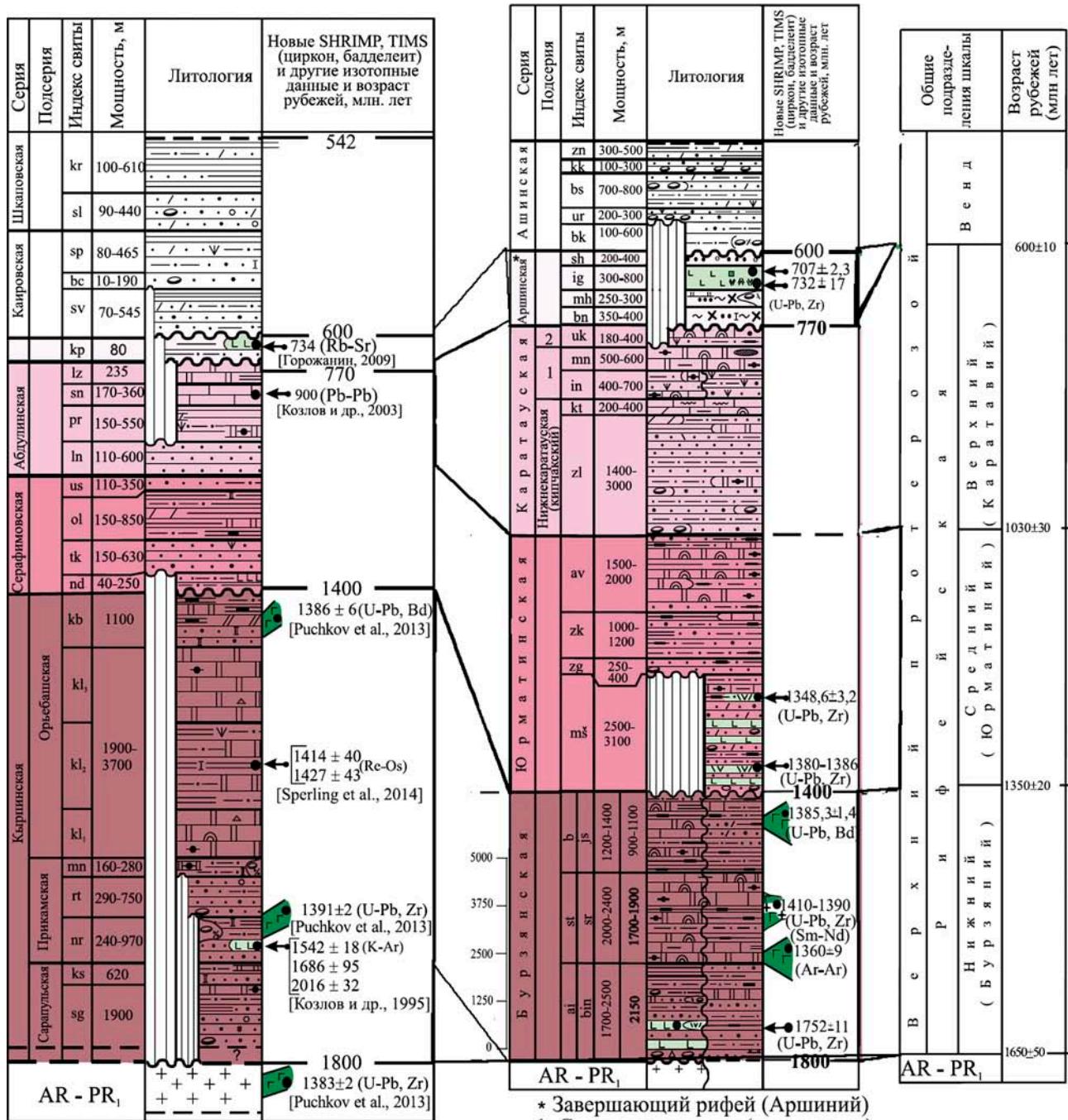
В пределах геопарка из всех подразделений рифея на поверхности представлены только разрезы каратавия; в отдельных случаях им придается опорное и стратотипическое значение. Так, на р. Бол. Нукус в урочище Бикташево находятся опорные разрезы лемезинской и бедерышинской подсвит зильмердакской свиты и катавской свиты верхнего рифея. Разрез инзерской свиты в качестве геологического памятника упоминается на р. Зилим у хут. Культамак. Подинзерские слои этой свиты описаны на р. Зилим близ д. Толпарово и на правом берегу р. Бол. Шишеняк близ устья Курукуш-Елга. На руч. Кужай у дер. Бакеево и по р. Зилим у устья руч. Аккостяк (близ границы Белорецкого и Гафурийского районов) наблюдаются выходы миньярской свиты со строматолитами надгруппы Tungussida Raaben. Там же находится опорный разрез катавской свиты и выходы бакеевской свиты. На правом берегу р. Бол. Нукус выше устья р. Кудашки находится опорный разрез уксской свиты. В качестве опорного разреза этой свиты упоминаются также обнажения на правом берегу р. Зилим между устьями ручьев Бол. и Мал. Аккостяк [Маслов и др., 2001; Республика Башкортостан..., 2007, 2010].

Рифейские отложения края Волго-Уральской области, отвечающей восточному краю Восточно-Европейской платформы, изучены сетью глубоких опорных скважин и расчленены на серии, подсерии и свиты, отличающиеся во многих деталях от рифейских подразделений БМА, при наличии и многих черт сходства, облегчающих корреляцию

## Волго-Уральская область

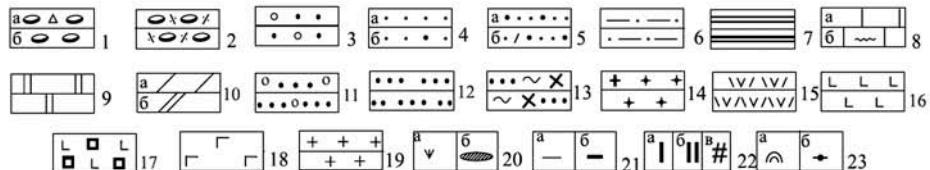
Урал

ОСШ



\* Завершающий рифей (Аршиний)

1. Среднекаратауская (тангаурская)
  2. Верхнекаратауская (кудашская)



подразделений этих двух районов. В разрезах рифея отложений платформы выделяются три серии — кырпинская, серафимовская и абдулинская, коррелируемые с бурзянием, юрматинием и каратавием (рис. 5, колонка слева). Непосредственно выше находится аналог аршиния. Это кипчакская свита: терригенная толща, мощностью 80 м, отделенная стратиграфическими несогласиями сверху и снизу и содержащая прослой базальтов, датированный В.М. Горожаниным [2009] Rb-Sr методом как 734 млн лет.

Особую проблему составляет вопрос о границе «уральского» и «платформенного» типов разреза: где она проходит и как выражена. Решение этого вопроса во многом зависит от интерпретации разреза глубокой параметрической скважины 1 Кулгунинская, пробуренной в 1983 г. на западном склоне Урала около с. Кулгунино (в пределах геопарка) до глубины 5154 м. Классическая интерпретация разреза была дана еще до завершения бурения большим коллективом авторов [Андреев и др., 1981]. Особенность предложенной тогда схемы заключалась в том, что цитируемыми авторами была использована Уральская схема стратиграфии

(чтоказалось вполне логичным). Однако при этом им пришлось выделить новые старосаитовскую (до-юшинскую) и кулгунинскую (до-зильмердакскую) свиты, состав которых резко отличается от одновозрастных отложений стратотипических разрезов Южного Урала в пересечении к востоку от рассматриваемой скважины. Привлечение новых данных по стратиграфии «платформенных» разрезов вместе с использованием сейсмопрофилей, прошедших через район скважины (УРСЕЙС-95 и 064806), позволило дать иную интерпретацию [Козлов и др., 2011]. По этим представлениям, скважина 1 Кулгунинская прошла отложения катавской и зильмердакской (бедерышинская и лемезинская подсвиты) свит верхнего рифея «уральского» разреза и вскрыла приютовскую свиту (возрастной аналог зильмердакской свиты) абдулинской серии верхнего, ольховскую и тукаевскую (серифимовская серия) среднего и кабаковскую (кырпинская серия) нижнего рифея «платформенного» разреза Волго-Уральской области. Анализ сейсмических материалов позволяет предполагать отсутствие значительных тектонических смещений между этими двумя типами разреза. По сути дела, «уральский» тип

**Рис. 5. Общие подразделения Стратиграфической шкалы верхнего докембраия России (ОСШ) [Семихатов и др., 1991; Стратиграфический кодекс..., 2019] и Сводные литолого-стратиграфические колонки верхнедокембрийских образований Южного Урала и Волго-Уральской области [Пучков и др., 2016, 2017; Сергеева, Пучков, 2016]**

**Условные обозначения:** 1 — конгломерато-брекции (а), конгломераты (б); 2 — тиллиты и тиллоиды; 3 — гравелиты; 4—5 — песчаники: 4 — кварцевые (а) и полевошпат-кварцевые (б), 5 — аркозовые (а) и полимиктовые (б); 6 — алевролиты; 7 — аргиллиты; 8 — известняки (а) и струйчатые известняки (б); 9 — доломиты; 10 — мергели: известковистые (а) и доломитовые (б); 11 — гравийные кварцито-песчаники; 12 — кварцито-песчаники и кварциты; 13 — сплюстисто-хлорито-кварцевые сланцы; 14 — граниты; 15 — риолиты и риодазиты; 16 — метабазальты; 17 — метабазальтовые порфиры; 18 — габбродолериты; 19 — породы кристаллического фундамента; 20–22 — характеристика породы: 20 — глауконит (а) и кремни (б), 21 — глинистость (а) и углеродистость (б), 22 — кальцитизация (а), доломитизация (б) и ангидритизация (в); 23 — палеонтологические остатки: строматолиты (а) и микрофитолиты (б). **Обозначения свит на колонках:** Урал (снизу вверх): ai — айская, bin — большеинзерская, st — саткинская, sr — суранская, b — бакальская, js — юшинская, mš — машакская, zg — зигальгинская, zk — зигазино-комаровская, av — авзянская, zl — зильмердакская, kt — катавская, in — инзерская, mn — миньярская, uk — укская, bn — байнасская, mh — махмутовская, ig — игонинская, sh — шумская, bk — бакеевская, ur — урюкская, bs — басинская, kk — куккаррукская, zn — зиганская; Волго-Уральская область (снизу вверх): sg — сигаевская, ks — костинская, nr — норкинская, rt — ротковская, mn — минаевская, kl — калтасинская, kb — кабаковская, nd — надеждинская, tk — тукаевская, ol — ольховская, us — усинская, ln —leonidovская, pr — приютовская, sn — шиханская, lz — леузинская, kp — кипчакская, sv — сергеевская, bc — байкибашевская, sp — старопетровская, sl — салиховская, kr — карлинская.

**Fig. 5. The main subdivisions of the Stratigraphic Scale of Precambrian of Russia [Semikhatov et al., 1991; Stratigraphic Code..., 2019], and Generalized lithologic-stratigraphic columns of the Upper Precambrian deposits of the Southern Urals and Volgo-Uralian area (B) [Puchkov et al., 2016, 2017; Sergeeva, Puchkov, 2016]**

**Legend:** 1 — conglomerate-breccias (a) and feldspar-quartz (б); 2 — tillites and tilloids; 3 — gravelstones; 4 — quartz (а) and feldspar-quartz (б); 5 — arkozic (а) and polymictic (б); 6 — siltstones; 7 — shales; 8 — limestones (а) and laminar limestones (б); 9 — dolomites; 10 — marls: calcareous (а) and dolomitic (б); 11 — gravel quartz sandstones; 12 — quartzite-sandstones and quartzites; 13 — mica-chlorite-quartz schists; 14 — granites; 15 — rhyolites and rhyodacites; 16 — metabasalts; 17 — metabasalt porphyrites; 18 — gabbrodolerites; 19 — rocks of the crystalline basement; 20–22 — rock characteristics: 20 — glauconite (а), and cherts (б), 21 — argillaceous (а) and carbonaceous (б), 22 — calcitization (а), dolomitization (б) and anhydritization (в), 23 — paleontological remains stromatolites (а) and microphytolites (б). **The names of the Formations on the columns:** Urals (from below): ai — Ai, bin — Bolsheinzer, st — Satka, sr — Suran, b — Bakal, js — Jusha, mš — Mashak, zg — Zigalga, zk — Zigazino-Komarov, av — Avzyan, zl — Zilmerdak, kt — Katav, in — Inzer, mn — Minyar, uk — Uk, bn — Baynas, mh — Makhmutovo, ig — Igonino, sh — Shumsk, bk — Bakeyev, ur — Uryuk, bs — Basu, kk — Kukkarauk, zn — Zigan; Volgo-Uralian area (from below): sg — Sigaev, ks — Kostino, nr — Norkino, rt — Rotkovo, mn — Minaev, kl — Kaltasy, kb — Kabakovo, nd — Nadezhdin, tk — Tukaev, ol — Olkhovka, us — Usinsk, ln — Leonidovo, pr — Priyutovo, sn — Shikhan, lz — Leuza, kp — Kipchak, sv — Sergeev, bc — Baykibash, sp — Staropetrovsk, sl — Salikhovo, kr — Karlin.

разреза — тоже платформенный, но эта часть платформы была захвачена складчатостью в позднем палеозое, тогда как в рифеев было составной частью шельфа континентальной окраины, и, естественно, никакой «закрепленной» фациальной границы между уральским и платформенным типами разрезов не было.

### Венд

Венд (ашинская серия) Урала представлен исключительно терригенными толщами — в низах это кварциты, кварц-полевошпатовые и аркозовые песчаники, с прослойками сланцев, принадлежащие бакеевской и урюкской свитам. Rb-Sr изохронный возраст наиболее сохранной фракции глауконитов, выделенной по усовершенствованной методике, составил  $642 \pm 9$  млн лет [Зайцева и др. 2019], что, по мнению авторов, определяет минимальный возраст накопления базальных горизонтов ашинской серии на Южном Урале. Что же касается принятой в целом ряде документов нижней границы венда на уровне 600 млн лет (рис. 5), то она соответствует действующему Стратиграфическому Кодексу России и в дальнейшем, по-видимому, подлежит пере-

смотру. На восточной границе геопарка, вдоль долины р. Зилим от с. Толпарово и далее к северу, на стратиграфическом уровне бакеевской свиты выделяется мощная терригенная толща в составе толпаровской и суировской свит [Горожанин и др., 2015], залегающая в глубокой эрозионной долине (возможно, типа фьорда). В разрезе присутствуют тиллитовидные конгломераты. Эти и другие особенности толщи подчеркивают ее гляциогенный характер. Аршиний на западном крыле БМА (в том числе в пределах геопарка) полностью выпадает из разреза, что может свидетельствовать о стратиграфическом перерыве здесь, длительностью порядка 100 млн лет. Контакт бакеевской свиты венда и карбонатных отложений уксской свиты каратаевия обнажен в районе г. Усть-Катав (севернее геопарка), где в основании бакеевской свиты наблюдаются размыты и базальные конгломераты. Верхняя, большая часть венда — басинская, куккараукская и зиганская свиты — представлена, в отличие от нижней, полимиктовыми песчаниками, алевролитами и сланцами, отличающимися флишевой ритмичностью переслаивания, с горизонтом куккараукских конгломератов. Разрез охарактеризован первыми в истории Земли мягкотельными многоклеточными



**Рис. 6. Представитель эдиакарской биоты *Arumberia banksi* из коллекции В.Н. Пучкова (выходы басинской свиты на строящейся дороге Макарово–Авзян). Здесь и далее фото В.Н. Пучкова, кроме специально оговоренных случаев**

**Fig. 6. A representative of the Ediacaran biota — *Arumberia banksi* (collection of V. Puchkov from the outcrops of the Upper Vendian at the road under construction, Makarovo–Avsyany). Here and further on, photo are made by V. Puchkov, if not specially mentioned**

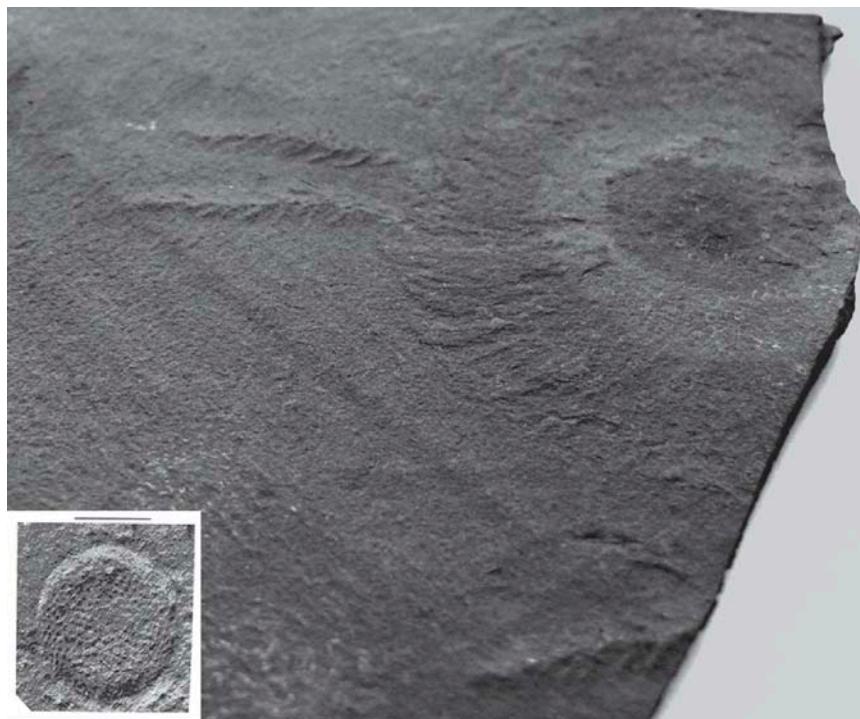


Рис. 7. *Spicodiscus siganus* Bekker, 1990 из коллекции Ю.Р. Беккера. Местонахождение на р. Зиган. Врезка в левом нижнем углу — *Kuckaraukia multituberculata* Ivantsov, Novikov et Razumovskiy, местонахождение Куккараук (копия фотографии из [Иvantsov и др., 2018]). Длина масштабного отрезка 1 см

Fig. 7. *Spicodiscus siganus* Bekker, 1990, from the collection of Yu.R. Bekker. Insert in the lower left corner of the picture — *Kuckaraukia multituberculata* Ivantsov, Novikov et Razumovskiy, Kukkarauk locality (a copy of the photo from [Ivantsov et al., 2018]). The length of the scale line is 1 cm

организмами, появившимися 580 млн лет назад (рис. 6, 7). На левом берегу р. Зиган ниже устья ручья Ямаш находится стратотипический разрез «Зиган» отложений зиганской свиты и опорные разрезы басинской и куккараукской свит. Опорные разрезы этих свит описаны и в верховьях долины р. Мендым, а также по долине руч. Кукраук, и новые обнажения — в выемках строящейся дороги Макарово–Авзян.

Профессиональный пересмотр и новые находки эдиакарской биоты и ихnofоссилий, описанных ранее Ю.Р. Беккером на Южном Урале, в том числе в пределах геопарка (местонахождения в верховьях рр. Зиган, Кукраук, Рязяк и др.), позволили сделать вывод о том, что изученная биота характеризуется здесь относительно низким биоразнообразием, что связано с Котлинским кризисом вымирания вблизи границы с кембрием на уровне ~550 млн лет назад [Kolesnikov et al., 2015].

Смена кварцевых и арковых песчаников полимиктовыми (формирование молассы) с момента образования басинской свиты означает начало орогенических движений в складчатой области

тиманид, которые поставляли незрелый обломочный материал в поздневенденский предгорный прогиб в период между 580 и 540 млн лет. Размывавшиеся породы, служившие источником полимиктового материала, в какой-то мере характеризуются датировкой гранитов из куккараукских конгломератов по цирконам [Краснобаев и др., 2019]: U-Pb (SHRIMP),  $713.6 \pm 6.1$  млн лет, что близко к датировкам Буранголовского и Мазаринского интрузивных комплексов, расположенных восточнее обнажений куккараукской свиты.

В разрезах ашинской серии Южного и Среднего Урала имеются прослои туфов. Несколько прослоев сильно выветрелых туфов отмечены в аргиллитах зиганской свиты, вскрытых выемками нового участка дороги Стерлитамак–Белорецк на водоразделе р. Зиган и руч. Кукраук (рис. 8). Недавно из одного из этих прослоев в басинской свите в ЦИИ ВСЕГЕИ на SHRIMP была получена U-Pb датировка: конкордантный возраст  $573.0 \pm 2.3$  [Разумовский и др., 2020]. Один из пепловых прослоев в предположительно зиганской свите в районе Усть-Ката-ва датирован как  $548.2 \pm 7.6$  млн лет. Тиманские



**Рис. 8. Основание разреза палеозойских отложений в выемке нового участка дороги Макарово – Авзян на водоразделе р. Зиган и руч. Кукраук. Залегание кварцевых песчаников такатинской свиты эмса (нижний девон) на выветрелых сланцах зиганской свиты верхнего венда. Прослой зеленоватых пород, на котором лежит молоток, возможно, является туфом**

**Fig. 8. The base of the Paleozoic deposits at the new tract of the road Makarovo – Avsyan. The sandstones of Takata Formation of Emsian overlie weathered shales of the Zigan Formation of the Upper Vendian. The greenish layer under the hammer is probably tuff**

деформации, судя по присутствию угловых несогласий между палеозойскими и рифейскими отложениями в восточной части Башкирского антиклиниория и отсутствию — в западной (в пределах геопарка) (рис. 4 в [Пучков, 2010]), захватили не весь рифейско-вендинский осадочный бассейн, а лишь его восточную часть. БМА сформировался лишь в позднем палеозое как складчатая структура уралид.

Геологические памятники природы, расположенные в пределах типовой местности рифея (опорные разрезы рифея и венда), перечислены в книгах А. В. Маслова и др. [2001], Э. З. Гареева [2004] и в объяснительной записке к карте «Республика Башкортостан, культурное и природное наследие» [2007].

### Палеозой

После поднятий и перерыва в осадконакоплении на территории Южного Урала начинается раскалывание континента (рифтогенез) и формирования

ние пассивной континентальной окраины, открытой в Палеоуральский океан (реликты вещественных комплексов-индикаторов этих событий сохранились в зоне ГУР, Зилаирском синклиниории, Сакмарской и Магнитогорской зонах, но отсутствуют на территории геопарка). Непрерывный разрез палеозоя на рассматриваемой территории начинается с кварцевых песчаников эмсского яруса нижнего девона, залегающих на выветрелых сланцах верхнего венда (рис. 8, 9).

Девонско-каменноугольные отложения в пределах геопарка представляют собой комплексы шельфовой зоны пассивной окраины Восточно-Европейского континента, частично затронутые складчатостью. Отложения здесь принципиально не отличаются от аналогичных шельфовых отложений более западной, равнинной части Башкирии: они принадлежали одной платформе, но на Башкирском Урале их разрез более полон, чем в расположенных западнее районах (именно здесь находятся стратотипические разрезы башкирского яруса, отсутствующего во внутренних частях платформы

с более сокращенными разрезами; кроме того, они подверглись позднейшим складчато-надвиговым деформациям. Это песчаники, известняки, доломиты. Сюда прослеживаются и отложения Камско-Кинельского типа (рис. 10), представляющие собой относительно глубоководные конденсированные разрезы верхнего франа, фамена, турне, обрамленные барьерными рифами, сменяющиеся терригенными, отчасти угленосными отложениями раннего – среднего визе. Последние заполняют и «выравнивают» некомпенсированную впадину. На территорию геопарка попадает юго-восточный борт одной из ветвей Камско-Кинельской системы (Благовещенской впадины), прослеживающейся под отложениями Предуральского краевого прогиба до Западно-Уральской зоны, где соответствующие отложения наблюдаются на поверхности [Artyushkova et al., 2011].

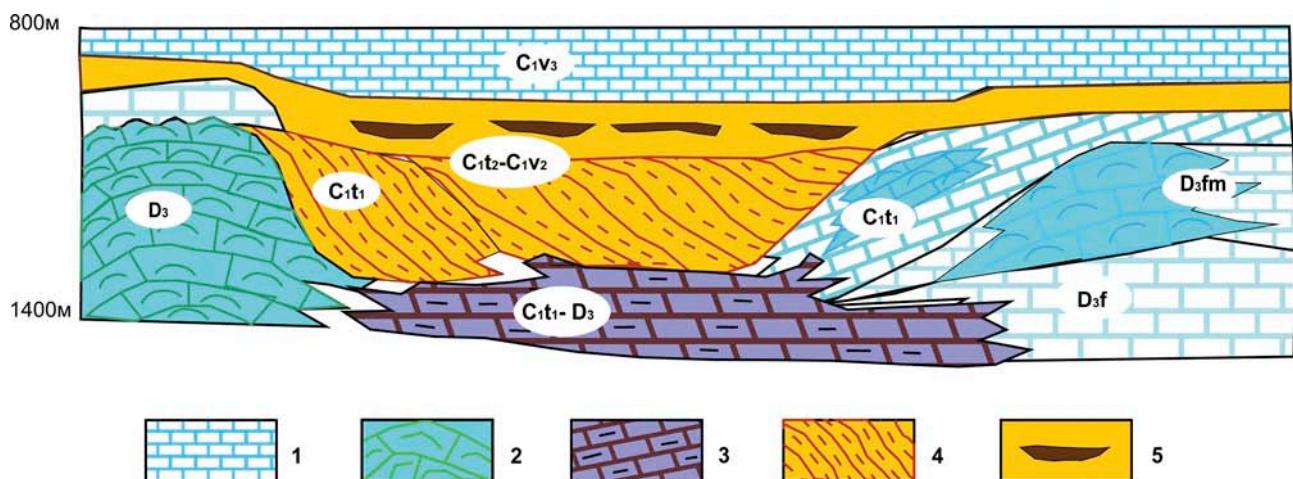
С юго-запада Благовещенская впадина ограничивается мелководными отложениями склона Южно-Татарского свода (рис. 11). Перекрываются они верхнедевонским (фаменским) граувакковым флишем — глубоководными полимиктовыми песчаниками, образованными супензионными потоками и характеризующимися восточным источником сноса. К западу (в пределах геопарка) они сменяются мелководными известняками. Каменноугольные отложения представлены мелководными известняками и кварцевыми песчаниками, которые вверх по разрезу и по простиранию на юге и севере Западно-Уральской зоны складчатости замещаются маломощными глубоководными глинистыми и кремнистыми сланцами, известняками и граувакковыми песчаниками флишевого облика. Раннепермские отложения на границе с Предуральским краевым прогибом представлены граувакковым флишем; кунгурские и позднепермские отложения, представленные терригенными полимиктовыми породами и эвапоритами, встречаются только в Предуральском краевом прогибе и на платформе.

Полнота разрезов и фациальные особенности верхнедевонских, каменноугольных и нижнепермских отложений на территории Южного Урала позволяют решать здесь проблему установления региональных и мировых стандартов расчленения этих стратонов с выделением GSSP (Global Stratigraphic Section and Point) — так называемых «золотых гвоздей» (виртуальных). Первый в России «золотой гвоздь» ярусной границы Международной стратиграфической шкалы был забит на нижней границе сакмарского яруса в Усольском разрезе (Башкортостан). Материалы по этой границе — детальнейшие

Эратема	Система	Отдел	Ярус
Пермская	Палеозойская Каменноугольная	Татарский	Вятский
			Северодвинский
		Биармийский	Уржумский
		Приуральский	Казанский
			Кунгурский
			Артинский
			Сакмарский
			Асельский
		Верхний	Гжельский
		Касимовский	
Девонская	Карбон	Средний	Московский
			Башкирский
		Нижний	Серпуховский
			Вмзейский
			Турнейский
		Верхний	Фаменский
		Средний	Франский
			Живетский
		Нижний	Эйфельский
			Эмский
			Пражский
			Лохковский

Рис. 9. ОСШ России – 2013 для девона, карбона и перми. Согласно последней схеме [Стратиграфический..., 2019] выше кунгурского яруса в Приуральском отделе лежит уфимский ярус

Fig. 9. The General Stratigraphic Scale of Russia, for the Devonian-Permian interval. According to the newest scheme [Stratigraphic..., 2019] in the Cisuralian epoch, the Ufimian stage is the uppermost and overlies the Kungurian



**Рис. 10. Принципиальная схема строения Камско-Кинельской впадины**

Условные обозначения: 1 — мелководные слоистые известняки; 2 — рифы и биогермы; 3 — относительно глубоководные мергели, горючие сланцы доманикового типа; 4 — терригенные и карбонатно-терригенные отложения заполнения трогов; 5 — угленосные отложения, завершающие заполнение трогов.

**Fig. 10. The principal scheme of structure of the Kama-Kinel trough**

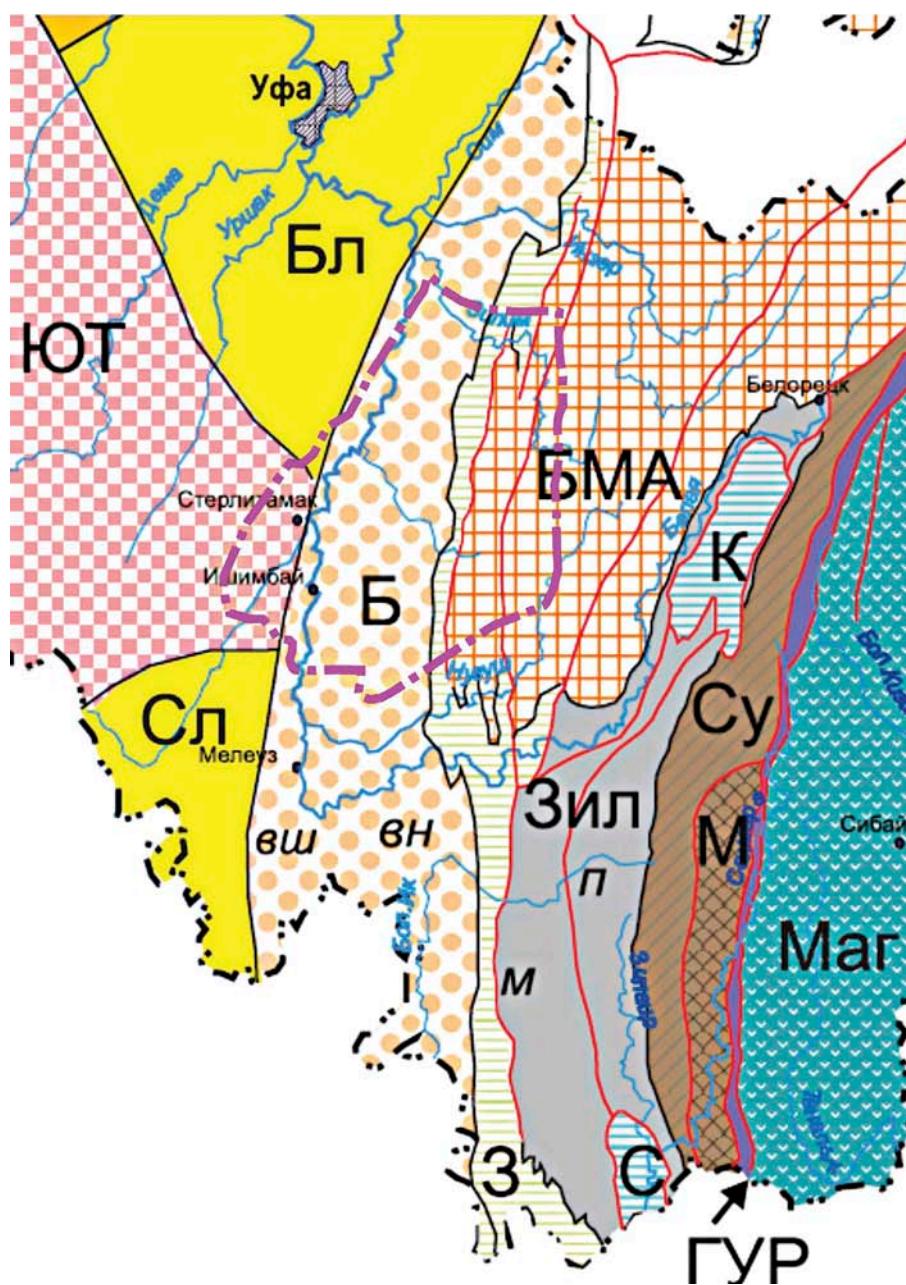
Legend: 1 — shallow-water layered limestones; 2 — reefs and bioherms; 3 — relatively deep-water (basinal) marls, oil shales of the Domanik type; 4 — terrigenous and carbonate-terrigenous deposits of the trough infilling; 5 — terrigenous coal measures, completing the filling of troughs.

данные по эволюции руководящих групп органических остатков (конодонты, гониатиты, остракоды, фораминыферы и др., а также радиоизотопные определения возраста вулканических туфов на этой границе) — были подготовлены большой международной группой стратиграфов под руководством специалистов ИГГ УрО РАН [Chernykh et al., 2016], и граница былаratифицирована Международным союзом геологических наук 21 июля 2018 г. (рис. 12, 13, 14).

На Южном Урале в настоящее время продолжается успешная работа и по обоснованию других «золотых гвоздей» — в частности, нижней границы кунгурского яруса на разрезе «Мечетлино», нижней границы артинского яруса в разрезе «Дальний Тюлькас», нижней границы серпуховского яруса на разрезе «Верхняя Кардаиловка», нижней границы московского яруса на р. Басу в непосредственной близости от северной границы Гафурийского района [Алексеев и др., 2010; Сунгатуллин и др., 2018]. Разрезы верхнего девона и границы девона менее перспективны в мировом масштабе, но признаны опорными для составления ОСШ России — в частности, на рр. Зилим и Сикасия (рис. 15). Для установления точки регионального стратотипа границы франа и фамена здесь считаются перспективными разрезы «Большая Барма», «Аккыр», «Ряузяк» и «Кук-Караук» [Тагариева, Мизенс, 2015]. Следует

также отметить стратотип мендымского горизонта франа у пос. Мендим. Не менее важны и разрезы башкирского яруса, впервые описанные на Южном Урале. Так, разрез башкирского яруса на р. Асын (разрез «Солонцы») непосредственно к северу от границы Гафурийского района считается гипостратотипическим. В целом в обнажениях долины р. Асын выходят отложения среднего и верхнего девона, всего карбона и нижней перми [Artyushkova и др., 2011; Алексеев и др., 2010; Kulagina et al., 2015b; Путеводитель..., 1995, 2002, Республика Башкортостан..., 2007]. Может быть, следует сместить границу геопарка немного к северу, чтобы включить разрезы «Солонцы» и «Басу» в него.

Следует также упомянуть разрез «Уклы-Кая» на р. Зилим у д. Таши-Асты: опорный разрез башкирского и московского ярусов в живописных скалах над деревней. Исследователи, описывающие памятники природы, обычно упоминают также находящийся в 4 км к востоку от с. Табынское геологический памятник «Гора Воскресенка» — верхнекаменноугольный риф с уникальным обнажением биогермных известняков касимовского и гжельского ярусов. Правда, вопрос о принадлежности обнажений к обособленной рифовой постройке является предметом дискуссии [Горожанина и др., 2018]. Возможно, это поднятие имеет тектоническое происхождение.



**Рис. 11. Фрагмент схемы палеозойской тектонической зональности Башкирии (геопарк «Торатау» и его окружение) [Пучков, 2014]**

Край Восточно-Европейской платформы: ЮТ — Южно-Татарский свод, БЛ — Благовещенская впадина, Сл — Салмышская впадина. Предуральский краевой прогиб: Б — Белорецкая впадина, вш — внешняя зона, вн — внутренняя зона. Урал: З — Западноуральская складчатая зона, БМА — Башкирский мегантиклинорий, Зил — Зилаирский синклиниорий ( $M$  — Мурадымовская зона,  $П$  — Покровская зона). Аллохтоны: К — Кракинский, С — Сакмарский. Уралтауский антиклиниорий (антиформа): Су — Суванякский комплекс, М — Максютовский комплекс. МАГ — Магнитогорский синклиниорий. Черные линии — нормальные границы, красные — разломы. Жирным пунктиром обозначен контур геопарка.

**Fig. 11. The fragment of the scheme of the Paleozoic zoning of Bashkiria (geosite “Toratau” and its surroundings) [Puchkov, 2014]**

The margin of the East European platform: ЮТ — South Tatarian swell, БЛ — Blagoveschensk depression, Сл — Salmysh depression. Preuralian foredeep: Б — Beloretsk depression, вш — outer zone, вн — internal zone. The Urals: З — West Uralian zone of folding, БМА — Bashkirian meganticlinorium, Зил — Zilair synform ( $M$  — Muradimovo zone,  $П$  — Pokrovsk zone). Allochthons: К — Kraka, С — Sakmara. Uraltausky antiform: Су — Suvanyak complex, М — Maksutovo complex. МАГ — Magnitogorsk synclinorium. Black lines — normal boundaries, red — faults. The bold dash line shows the contour of the geosite.



**Рис. 12. Разрез «Усолка». Основание сакмарского яруса, где забит первый в России «золотой гвоздь» (GSSP сакмарского яруса)**

Fig. 12. “Usolka” section. The base of the Sakmara Stage, the place of the first GSSP — “golden nail”, approved in Russia



**Рис. 13. Момент работы международной стратиграфической группы на отложениях артинского яруса, разрез «Тюлькас». Сотрудник изотопной лаборатории Университета Бойси (США) М. Шмитц отбирает пробу туфов на цирконы**

Fig. 13. The working moment of the international working group on the deposits of the Artinskian Stage, “Tyulkas” section. Dr. M. Shmitz from Boise University, USA, collecting a sample of volcanic tuffs for an isotope analysis of zircons

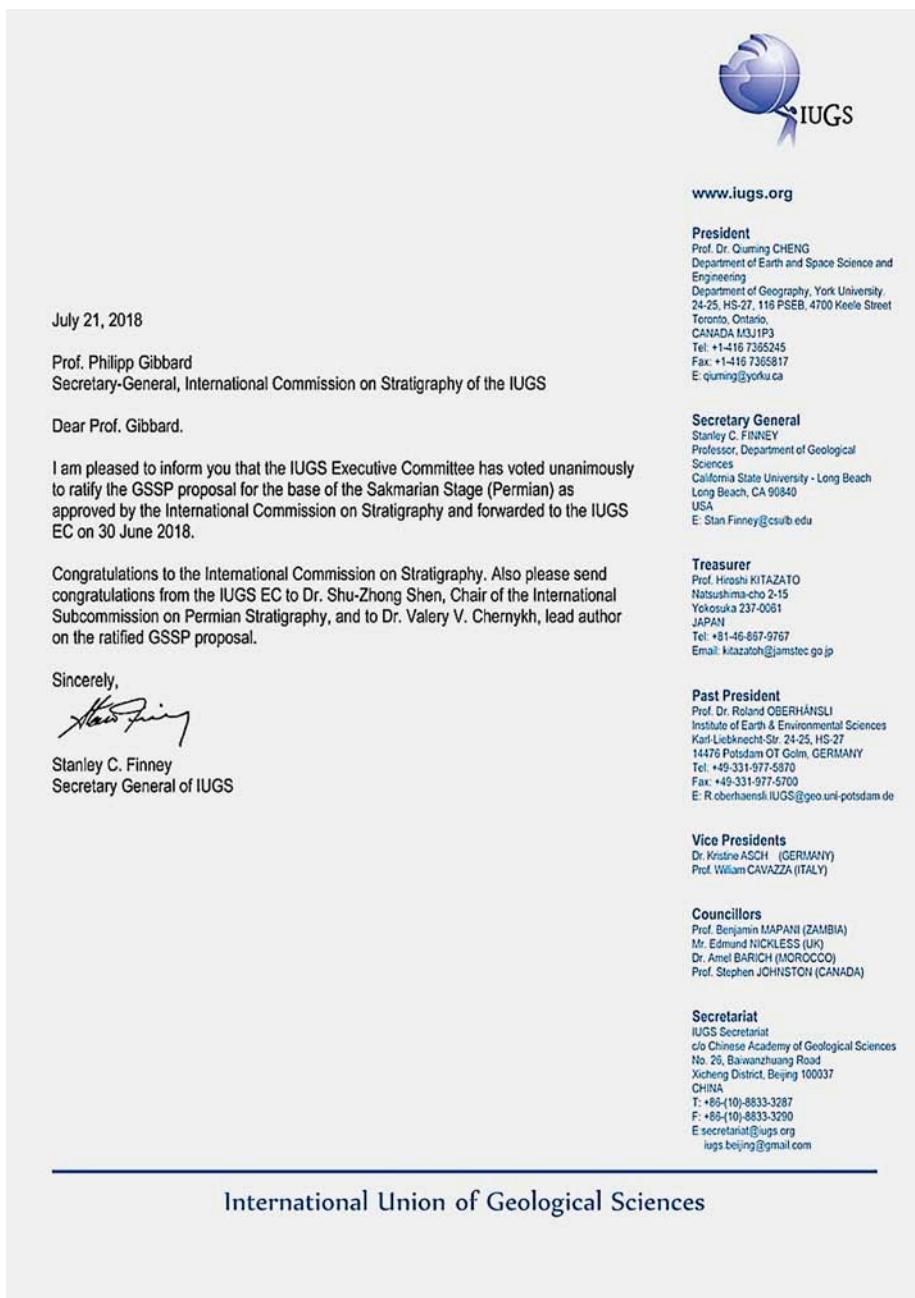


Рис. 14. Документ о ратификации GSSP на р. Усолке Международным Союзом геологических наук

Fig. 14. The document of IUGS, ratifying the GSSP (golden nail) at Usolka river

Как в позднем венде, знаменуя начало формирования орогена тиманид, так и в фамене, отражая начало коллизии и орогенеза, кварцевые песчаники нижнего, среднего девона и франа сменяются граувакками. В дальнейшем граница этих двух литологических провинций — олигомиктовой и полимиктовой — смещается к западу, и граувакковый флиш формируется на внутреннем, восточном борту

формирующегося глубоководного прогиба, накатывающегося к западу перед фронтом складчато-надвиговых дислокаций уралид.

Как показано на рис. 16, на завершающих стадиях формирования краевого прогиба уралид, в ранней перми, на западном борту прогиба формировалась цепочка карбонатных рифов большой мощности (до 500 м), в стратиграфическом отноше-

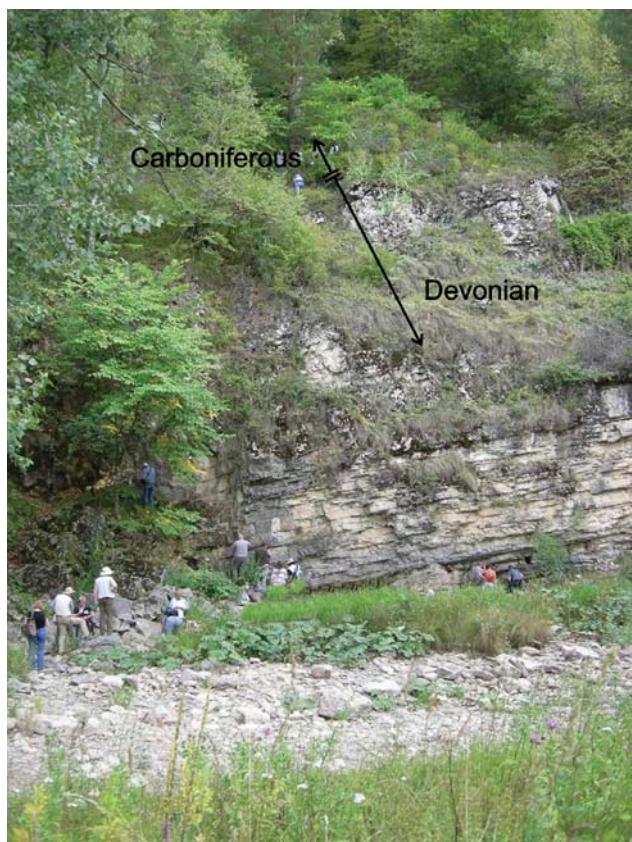


Рис. 15. Граница девона и карбона. Разрез р. Сикася [Artiushkova et al., 2011]

Fig. 15. The Devonian-Carboniferous boundary at the section at Sikasya river [Artiushkova et al., 2011]

ний отвечающих верхам ассельского, сакмарскому и нижней части артинского ярусов. На восточных склонах рифов происходило образование олистостромов. В осевой части прогиба отлагались одновозрастные с рифами глубоководные осадки, представленные глинистыми сланцами, горючими сланцами, кремнями, мергелями с угнетенной макрофаяной, мощностью первые десятки метров. Разница в мощности рифов и одновозрастных глубоководных отложений достигала 500 м, а это значит, что и глубина морского бассейна достигала таких же величин. На восточном борту прогиба формировались мощные полимиктовые толщи грауваккового флиша, образующего проградирующие в западном направлении клиноформы, отчетливо видные на сейсмических профилях. В кунгурское время, наряду с накоплением флиша, началось формирование эвапоритовых толщ, представленных гипсами, ангидритами и солями, что в дальнейшем привело к формированию соляной тектоники, преимущественно в виде соляных гребней. Формирование флиша было обусловлено как наличием склона, опускавшегося к западу в глубоководную часть бассейна, что способствовало образованию супензионных потоков, так и складчатостью, поднятиями и эрозией в более восточных областях Урала. Развитие Предуральского прогиба завершилось формированием терригенных полимиктовых, преимущественно красноцветных толщ среднего–верхнего отделов перми (см. рис. 9) и нижнего триаса, не

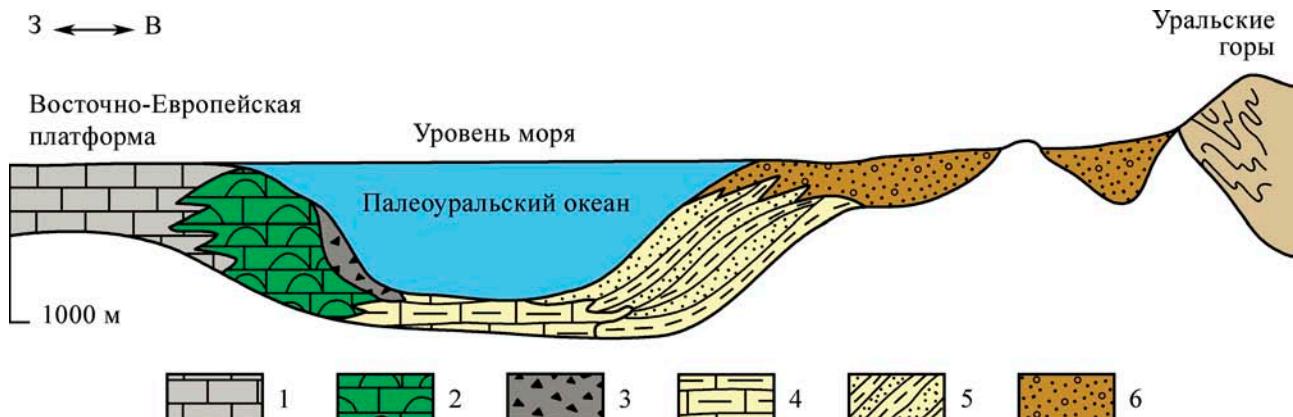


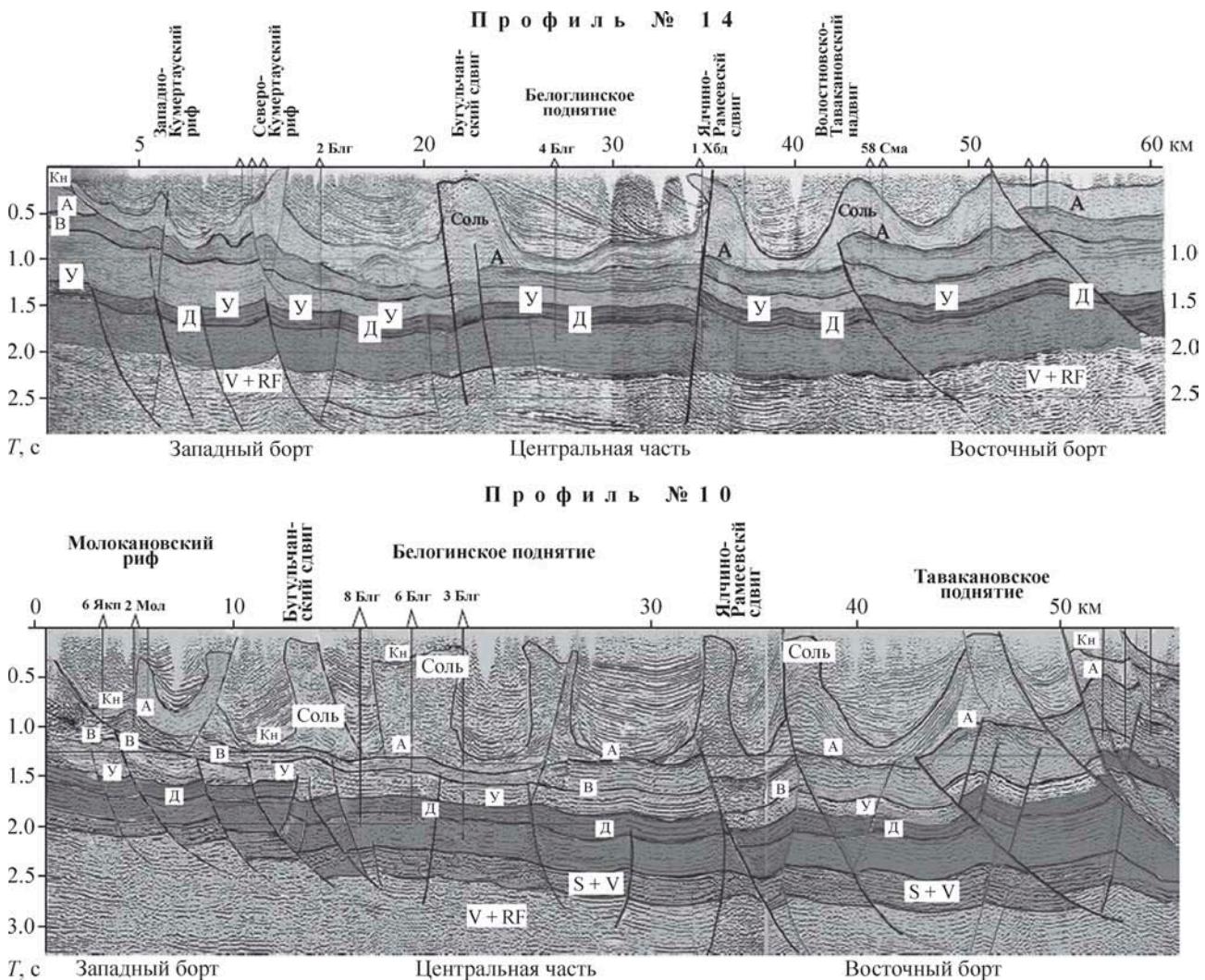
Рис. 16. Схема строения Предуральского краевого прогиба в начале пермского периода (поперечное пересечение)  
Условные обозначения: 1 — мелководные слоистые известняки; 2 — рифы; 3 — обломочные карбонатные отложения (шлейф рифа); 4 — глубоководные глинистые отложения; 5 — потоки обломочного материала; 6 — мощная толща терригенных отложений, формировавшаяся в результате разрушения Уральских гор.

Fig. 16. The structure of the Preuralian foredeep at the beginning of the Permian Period (a cross-section)  
Legend: 1 — shallow-water layered limestones; 2 — reefs; 3 — detrital slope (apron) deposits of reefs; 4 — deep-water clayey deposits; 5 — flysch and mudflow deposits; 6 — thick terrigenous deposits, formed as a result of destruction of the Uralian mountains.

только окончательно заполнивших впадину прогиба, но и распространявшихся далеко на запад за его пределы в связи с тем, что глубоководный прогиб как ловушка для терригенных потоков, сносившихся с поднятий орогена, исчез.

Особенности современной структуры прогиба хорошо иллюстрируются геологическими разрезами, составленными по сейсмическим профилям

№№ 10 и 14, проходящим непосредственно к югу от геопарка (рис. 17). На профилях видны раздувы мощностей нижней перми в районе рифов, увеличение мощности палеозойских отложений к востоку, резкое усложнение структуры перми выше подошвы кунгурских отложений вследствие соляной тектоники. С востока на запад меняется характер разломов: на востоке это надвиги,



**Рис. 17. Сейсмические профили № 14 и 10 через Предуральский краевой прогиб, непосредственно к югу от геопарка «Торатау» [Светлакова и др., 2008]**

Положение профилей см. на рис. 18. Отражающие горизонты: Кн — кровля кунгурских отложений; А — кровля сакмарско-артинских отложений; В — кровля верейских отложений московского яруса; У — бобриковский горизонт визейского яруса; Д — кровля пашийско-кыновских отложений франского яруса; S+V — кровля венд-силурских отложений; V+R — рифейско-вендинские отложения. Вертикальный масштаб: 1 с соответствует 2 км.

**Fig. 17. Seismic profiles No. 14 and 10 crossing the Preuralian foredeep immediately to the south of “Toratau” geosite [Svetlakova et al., 2008]**

The position of the profiles is shown at Fig. 18. The reflecting horizons: Кн — the top of Kyn deposits; А — the top of Sakmara-Artinskian; В — the top of the Vereyan (Moscow stage); У — Bobrikovian of the Visean stage; Д — the top of the Pashiya-Kyn deposits of the Frasnian Stage; S+V — the top of the Vendian-Silurian deposits; V+R — Ripheyan and Vendian deposits. The vertical scale: 1 sec corresponds to 2 km.

с которыми связаны складчатые дислокации; к западу их сменяют структуры растяжения — сбросы. По-видимому, релаксация напряжений сжатия, связанных с орогенезом, происходила в пределах восточного борта прогиба, а в западном действовали силы, связанные с нагружением прогиба осадками. Со сменой характера дислокаций с востока на запад происходит смена типа ловушек, в которых формировались месторождения нефти и газа: на востоке это складки кинзебулатовского типа, связанные с надвигами; на западе — рифовые массивы (рис. 18–23).

### *Шиханы*

Поднятые над поверхностью земли карбонатные массивы пермских рифов — шиханы — заслуживают специального описания, поскольку являются безусловным «центром притяжения» геопарка, и само его имя дано по одному из шиханов (рис. 20–23). Изначально шиханы — субмеридиональная цепочка из 4-х одиночных гор в Стерлитамакском районе (с юга на север): Тратай, Шах-тау, Куш-тау и Юрак-тау. Шах-тау в настоящее время не существует (скрыт карьером) (рис. 20). Есть еще небольшие холмы, сложенные биогермами, и также называемые шиханами (Малый, Новый). Благодаря планетарной уникальности, шиханы внесены в Глобальный реестр геологического наследия по программе Geosites [Гареев, 2004]. Шиханы неоднократно посещались участниками Всероссийских и международных совещаний, в том числе двух Всемирных Геологических Конгрессов.

Шиханы сложены известняками пермского возраста. Р. Мурчисон, выделивший в 1841 г. пермскую систему, впервые детально описал и шихан Шах-тау. Как пример ископаемых рифов шиханы впервые были охарактеризованы академиком Д.В. Наливкиным (1932 г.). До этого они считались просто тектоническими поднятиями.

Открытие в том же 1932 г., к югу от шиханов, Ишимбайского месторождения в таком же рифе, но только погребенном, сразу получило таким образом научную основу и указало направление поисков нефтяных месторождений данного типа — в цепочке погребенных рифов, прослеживающейся на сотни км (см. рис. 18). Так были открыты десятки месторождений в Башкирии и Оренбуржье. В г. Ишимбай сохранилась нефтяная вышка «Бабушка» — первооткрывательница Башкирской нефти, 1932 г. [Республика Башкортостан..., 2007].

Современные представления о строении шиханов заложены работами Д.М. Раузер-Черноусовой, Д.Ф. Шамова, И.К. Королюк, Б.И. Чувашова и многих других, включая французских коллег-нефтяников, работавших вместе с Б.И. Чувашовым на шиханах в течение нескольких лет. Положение рифов в структуре Предуральского краевого прогиба было обоснованно интерпретировано А.А. Богдановым и позже В.Д. Наливкиным.

Сегодня от Шахтау (Шах-горы, 336 м) почти ничего не осталось: в 1940-х годах здесь разведали залежи очень чистого известняка, пригодного для химической промышленности. Вместе с расположенным рядом (в пределах геопарка) крупнейшим Ярбишкадакским месторождением поваренной соли, добываемой методом подземного растворения, месторождение Шахтау стало использоваться для производства соды. Стерлитамакский комбинат ОАО «Сода» срыл гору на более чем 100 м. Запасов сырья осталось на несколько лет. Сейчас остро встал вопрос о судьбе градообразующего предприятия, поскольку разведанных месторождений близ комбината нет, а разведка на Тратай запрещена законодательством.

Шиханы поднялись над равнинной областью вследствие нео-орогенических неоген-четвертичных деформаций, когда были созданы Уральские горы. Рифы поднимались вместе с перекрывающими их кунгурскими отложениями, сложенными здесь в основном гипсами, ангидритами и солями — быстро разрушающимися породами. А известняковые рифы, более устойчивые к разрушению, остались.

В настоящее время они представляют собой настоящий музей под открытым небом: на склонах шиханов и в карьере Шах-Тау встречаются прекрасные образцы остатков фауны рифостроителей — тубифитесы, палеоаплизины, кораллы различных родов и видов, брахиоподы, швагерины, мшанки, головоногие, а в верхней части карьера Шахтау, на границе рифа с терригенными осадками, можно собрать целую коллекцию минералов, от малахита и самородной серы до родахрозита и целестина, образование которых связано с флюидным обменом на геохимическом барьере между известняками и терригенными породами кровли. В 1984 г. после экскурсии Международного геологического Конгресса участники оставили часть собранных ими образцов, которую не могли взять с собой. Она послужила основой коллекции участкового геолога карьера, Ивана Альбертовича Скуина, который в дальнейшем организовал при карьере музей, открытый для посещения и по настоящее время, когда его

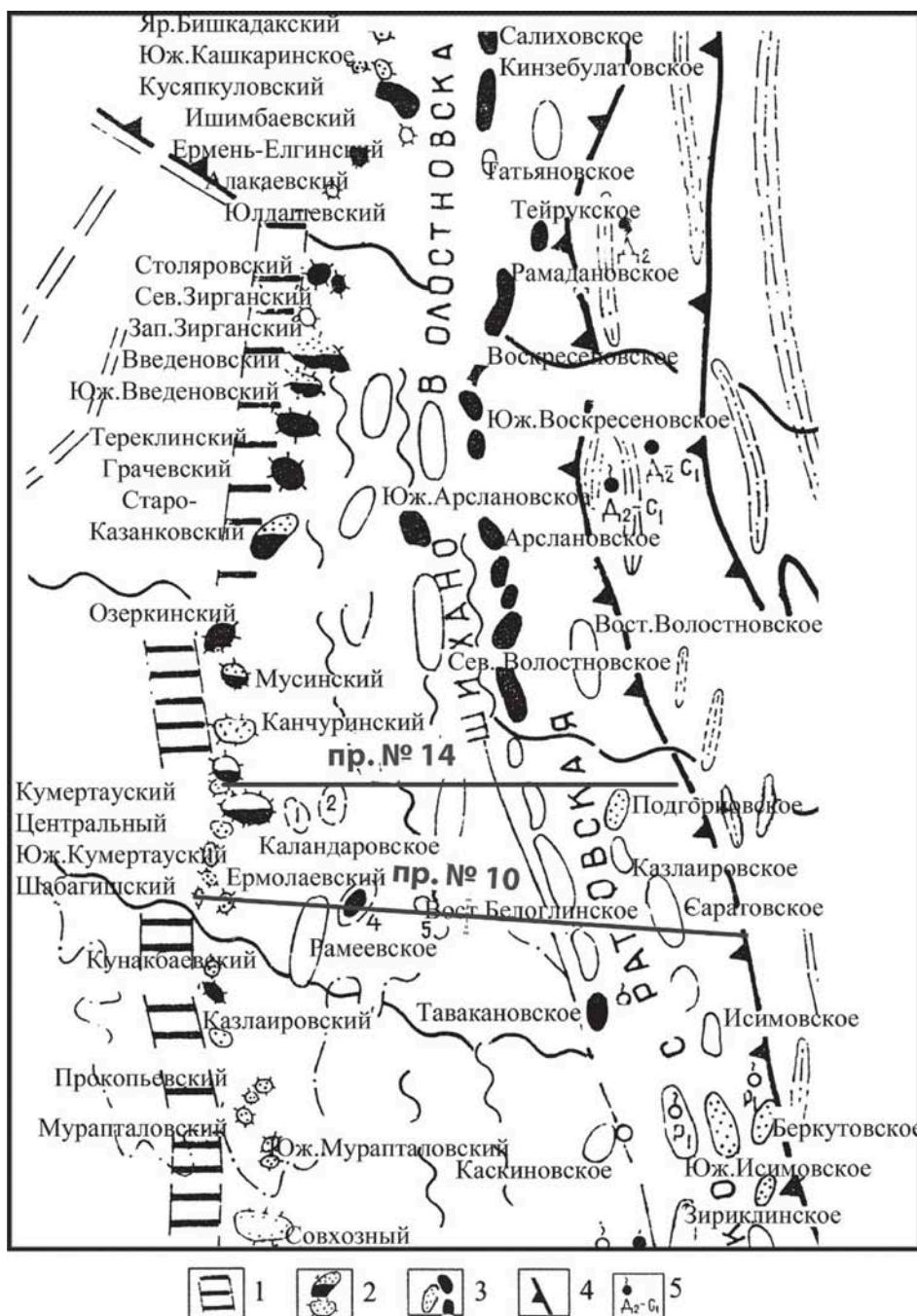


Рис. 18. Схема расположения профилей № 14 и 10 относительно цепочек нефтегазоносных структур: карбонатных рифов на западном краю Предуральского прогиба и антиклиналей, связанных с надвигами — на восточном краю [Светлакова и др., 2007]

Условные обозначения: 1 — гравитационные ступени западного борта прогиба; 2 — рифы западного борта прогиба и месторождения нефти и газа в них; 3 — складки кинзебулатовского типа и связанные с ними месторождения; 4 — граница передовых складок и надвигов Западноуральской зоны на восточном краю прогиба; 5 — линейные складки и точки нефтепроявлений в Западноуральской зоне.

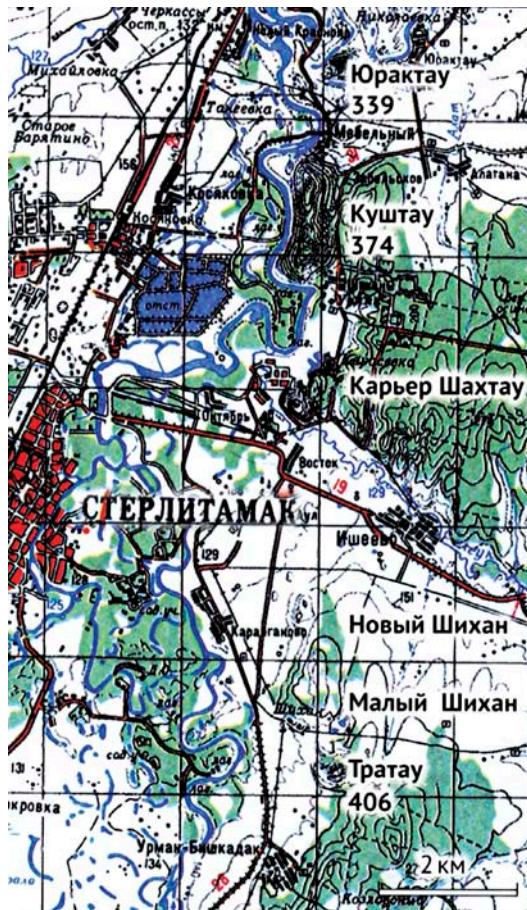
**Fig. 18. The position of the seismic profiles No. 14 and 10 in relation of chains of oil and gas structures: carbonate reefs at the western margin of the Preuralian foredeep and anticlines, connected with thrusts — at the eastern margin [Svetlakova et al., 2007]**

**Legend:** 1 — gravity steps of the western margin of the foredeep; 2 — reefs of the western margin and oil and gas deposits in them; 3 — Kinselbulatovo type folds in the eastern margin and oil and gas deposits in them; 4 — the boundary of the frontal folds and thrusts of the West Uralian zone; 5 — linear folds and points of oil shows in the West Uralian zone.



Рис. 19. Краевые асимметричные приподвиговые складки Западноуральской зоны, сложенные известняками карбона около с. Макарово. Запад слева

Fig. 19. Marginal thrust-induced asymmetric folds of the West Uralian zone near Makarovo village. West is to the left



основателя и первого экскурсовода уже не стало в живых [Кулагина и др., 2015а].

В геолого-геоморфологический комплекс вместе с шиханами входит также глубокое карстовое озеро Тугар-Салган в 2 км к востоку от д. Шихан (рис. 24). Статус памятника природы присвоен в 1985 г.

### Среднеурско-миоценовый этаж (175–5 млн лет)

Этот этаж и этап связан с завершением активного этапа формирования складчатой области уралид, эрозией гор, образованием пенеплена и распространением платформенных условий развития на всей территории РБ. Мезокайнозойские и палеогеновые отложения развиты на территории РБ очень слабо. В основном они представлены маломощными континентальными и отчасти прибрежноморскими отложениями или отсутствуют. В периоды трансгрессий (поздняя юра, поздний мел, ранний эоцен) море краем заходило на территорию Предуральского краевого прогиба, образуя с юга так называемый Башкирский залив. В момент максимума трансгрессии в сантон-кампанское

Рис. 20. Выкопировка из топокарты района шиханов — ископаемых раннепермских карбонатных рифов

Fig. 20. The topographic map of the Sterlitamak area with shikhan



Рис. 21. Шихан Тратай (или Тора-тау, 406 м над уровнем моря) — священная гора юрматинцев — племени башкирского народа, известного с XIII в., была местом совершения их обрядов

Fig. 21. Schikhan Tratau (or Toratau, 406 m above sea level) — the sacred mountain of the Yurmatinians — the tribe of the Bashkirian people, known since XIII century, was a place of their rituals



Рис. 22. В 80-х годах Шах-тау еще возвышался над окружающей равниной. Слева — шихан Куш-тау

Fig. 22. In 80-ies the Shakh-Tau shikhan stood still high above the plain



**Рис. 23. Шихан Юрак-тау.** Комплексный региональный памятник природы, создан 26 декабря 1985 г. (300.0 га) с целью сохранения всего уникального природного комплекса

**Fig. 23. Shikhan Yurak-Tau.** It is a complex regional natural Monument, authorized 26 December 1985 (300 hectares) with the aim of preservation of the whole unique natural complex



**Рис. 24. Озеро Тугар-Салган,** вид с г. Тратату. Вдали слева карьер Шах-Тау, шиханы Куш-Тау и Юрак-тау

**Fig. 24. Tugar-Salgan karst lake,** view from Tratau mountain On the left in the distance are Shakh-Tau quarry and shikhans Kush-Tau and Yurak-Tau

время морские отложения распространились по узкому проливу вдоль прогиба на север, через район Красноуфимска. Отложения мезозоя и кайнозоя сохранились на территории РБ преимущественно в карстовых котловинах и, в частности, в основании надкарстовых синклинальных структур Южно-Уральского бороугольного бассейна, хорошо изученных по данным бурения разведочных скважин [Яхимович, Адрианова, 1959]. В ряде случаев мезозойские и палеогеновые отложения можно наблюдать и в естественных обнажениях и карьерах (в частности, на территории геопарка это гора Курбантай, где в верхней части наблюдаются конгломераты и песчаники нижнего триаса). Кутлугузинские обнажения верхнемеловых, сantonских пород описаны в бывшем песчаном карьере Красноусольского стекольного завода. Это региональный геологический (стратиграфический, палеонтологический) памятник природы. Создан 17 августа 1965 г. (15.6 га) с целью сохранения уникального наиболее полного геологического разреза верхнемеловых пород. Суммарная мощность отложений 18–20 м, по фауне они отнесены к нижнему и верхнему сантону. Морские отложения позднемеловой трансгрессии (в частности, глауконитовые песчаники) прослеживаются вдоль субмеридионального колена р. Белой (по западному краю геопарка) и далее на север в виде «Башкирского пролива». Морские отложения эоцена вновь появляются на территории геопарка (на правобережье р. Белой) в эоцене. Затем, в олигоцене, море окончательно уходит. Ромодановский овраг — геологический памятник, находящийся с восточной стороны с. Ромодановка, правый приток р. Карташлы — региональный комплексный. Создан 17 августа 1965 г. (2 га) с целью охраны геологического разреза олигоценовых отложений (белые глины и сидериты) с олигоцен-миоценовой флорой (отпечатки листьев деревьев) [Гареев, 2004; Республика Башкортостан..., 2007].

В пределах Стерлитамакского и Ишимбайского районов находится северная периферия Южноуральского бороугольного бассейна [Яхимович, Адрианова, 1959], который представляет собой своеобразное и, пожалуй, даже уникальное явление на территории России. Мощность угольных залежей миоцена достигает 100 м и более. Угольные залежи имеют неправильную форму. Максимальная мощность залежей приходится на центральную часть месторождений, а к периферии происходит расщепление на ряд тонких пластов. Вмещающие породы представлены песчаными и глинистыми разностями. Месторождения по своей структуре — ограни-

ченные по площади, блюдцеобразные синклинали, приуроченные к пермским антиклиналям с кунгурскими эвалоритами в ядре (т.е. имеет место редко встречающееся явление структурной инверсии).

Нижне- и среднемиоценовые отложения Южно-Уральского угленосного бассейна относятся к предуральской серии. Серия имеет озерно-болотный и аллювиальный генезис и содержащиеся в ней угольные месторождения (свыше 50) характеризуются промышленными запасами. Серия, в составе четырех свит, представлена переслаиванием кварцевых песков и песчаников, алевритов, каолин-гидрослюдистых глин, с пластами бурых углей и иногда прослоями конгломератов и галечников. Общая мощность до 300–350 м (обычно, в конкретных разрезах, меньше). Серия содержит остатки тургайской листопадной флоры, указывающей на постепенное похолодание климата. Очень важно, что песчаники, как и в более ранние эпохи платформенного развития, имеют кварцевый, олигомиктовый состав. Это, как и состав галек, представленных преимущественно кварцем, кремнями, кварцитами, свидетельствует о том, что в миоцене скорость эрозии, отнесенная к скорости выветривания, еще далеко не достигала современных величин.

Вслед за накоплением предуральской серии, в позднем миоцене – раннем плиоцене на территории Предуралья и западного склона современного Урала имели место заложение сети переуглубленных речных долин и интенсивный размыт, связанные с существенным понижением уровня Каспийского моря [Милановский, 1963]. В частности, на территории геопарка «Торатау» расположена переуглубленная долина Палео-Белой и ее притоков. Местами днища этих долин в рассматриваемой зоне выявляются в настоящее время на отметках до минус 200 и более метров [Сиднев, 1984].

### **Плиоцен-четвертичный ( neo-орогенный) этаж**

В позднем неогене в связи с повышением уровня Каспийского моря переуглубленные долины были местом морских ингрессий с образованием солоноватоводных лиманов, и плиоценовые терригенные осадки заполняли эти долины.

На основании пересмотра всех данных, включая фишн-трек анализы [Пучков, 2010 и ссылки в этой книге], было показано, что существовавшая оценка олигоцен-четвертичного этапа развития Урала как нео-орогенического является ошибочной. Интенсивный рост Уральских гор имел место лишь

в течение последних 5 млн лет, и поэтому современные формы рельефа имеют достаточно молодой возраст. Именно в это время произошла деформация (воздымание в сторону Урала и смятие) сохранившихся от эрозии меловых и эоценовых морских отложений; эрозия поднимавшихся хребтов могла достигать в осевой части нео-орогенической области 1000 и более метров. При этом докайнозойские поверхности выравнивания здесь не могли сохраниться.

#### *Карст. Пещеры и минеральные источники*

Территория геопарка, начиная с миоцена, была ареной интенсивных карстовых процессов, обусловленных широким развитием карбонатных и эвапоритовых толщ. Сильное понижение базиса эрозии могло способствовать этому процессу, увеличивая глубину карстовых полостей, с образованием целой серии глубоких и протяженных пещер. Однако находки фауны в пещерах обычно ограничиваются квартером.

На территории геопарка описаны [Мартин и др., 1993; Гареев, 2004 и ссылки в этой книге; Республика Башкортостан..., 2007]:

- ◆ Ишеевская система пещер, заложенная в гипсах кунгурского яруса, протяженностью 1002 м и глубиной до 26 м.
- ◆ Знаменитая пещера Салавата в каменноугольных известняках каньона р. Сикася (правда, это не полноценная пещера, а скорее камин, либо вход ее обрушен). Вместе со скалой Калим-Ускан, этот комплексный памятник утвержден 26 декабря 1985 г. с целью охраны редких видов растений, пещеры, скал и всего природного комплекса.
- ◆ Пещера Зигановка (Вак-Карагай-Карши), с ледником и ледяными сталагмитами, находится в 5 км от с. Гумерово. Пещере придан статус памятника природы 26 декабря 1985 г. с целью охраны пещеры и окружающей растительности. На правом берегу р. Зиган в 1.5 км от с. Гумерово находится стратотипический разрез гумеровского горизонта турнейского яруса нижнего карбона.
- ◆ Асынская пещера — крупнейшая полость в каменноугольных известняках: огромный зал, площадью 104×40–60 м с ледяными сталактитами и сталагмитами.
- ◆ Киндерлинская (Победа) в верхнедевонских известняках — вторая по протяженности на Урале, длиной 8130 м, с ледником в привходовой части. Пещере придан статус памятника природы 17 августа 1965 г. с целью охраны пещеры с реликтовым ледником и палеонтологическими ископаемыми. С нею связана другая очень протяженная пещера Октябрьская (1523 м, глубина до 96 м).
- ◆ Пещера Ыласын или Соколиная в каменноугольных известняках (статус памятника природы утвержден 26 декабря 1985 г.).
- ◆ Пещеры Хазинская и Олимпия в каменноугольных известняках, связанные с карстовыми источниками Берхомут и Безымянный (памятник природы утвержден здесь 26 декабря 1985 г. под названием «Пещера Олимпия и ее окрестности»).
- ◆ Вблизи с. Саргаево находится региональный комплексный (ботанический, спелеологический) памятник природы — пещера Таш-ой и ее окрестности. Создан 26 декабря 1985 г. (100 га) с целью охраны пещеры, редких степных видов растений и редкой степной растительности. По р. Рязук имеются 3 пещеры: Таш-уй-1, Таш-уй-2 (Саргаевская) и Безымянная.
- ◆ Наконец, надо упомянуть Старосаитовские пещеры — единственные связанные с известняками рифея (катавская свита).

Западная часть территории геопарка «Торатау» относится к полосе наиболее интенсивной закарстованности, которая непрерывно прослеживается в более северные районы республики. При этом геопарк территориально охватывает окраинные части карстовой страны Восточно-Европейской равнины и Уральской карстовой страны, где, соответственно, развит равнинный сульфатный и горный карбонатный карст.

Более подробная характеристика карста и связанных с ним пещер дана в статье А.И. Смирнова и Ю.В. Соколова «Карст и пещеры геопарка Торатау» в следующем номере журнала «Геологический вестник».

Особую группу природных геолого-гидрологических памятников составляют минеральные источники (подробнее — см. статью Р.Ф. Абдрахманова в этом номере журнала). Наиболее известны среди них красноусольские минеральные источники. Объект утвержден в качестве регионального памятника природы 17 августа 1965 г. (15 га) с целью охраны уникальных минеральных источников, имеющих лечебное значение. Расположен в долине р. Усолки, напротив комплекса зданий курорта Красноусольский. В этой части долины сконцентрированы все минеральные источники хлоридно-натриевого типа, около 250-ти вместе с пресными. Родники выбиваются на поверхность по обоим берегам р. Усолки на расстоянии примерно в 250 м по течению реки. Имеются также лечебные грязи.

### *Полезные ископаемые*

О полезных ископаемых в пределах геопарка уже говорилось. Это нефть и газ, бурый уголь, чистые известняки, пригодные для химического производства, каменная соль (здесь сосредоточена половина добычи поваренной соли России). Следует упомянуть также Селеукское месторождение фосфоритов, приуроченное к карбонатам асельского яруса, в 30 км к юго-востоку от г. Ишимбай (д. Уразбаево). Наконец, в южной части геопарка, в частности на правобережье р. Белой у д. Юлдашево Ишимбайского района, имеются небольшие месторождения медистых песчаников верхней перми, которые в XVII–XIX вв. разрабатывались, будучи рудной базой для медеплавильных заводов, расположенных в окрестностях (в пределах геопарка сохранились остатки Верхоторского медеплавильного завода). К полезным ископаемым с долей условности можно отнести и минеральные источники (см. статью Р.Ф. Абдрахманова в следующем выпуске журнала).

### *Объекты космического происхождения на территории геопарка «Торатау»*

Краткий обзор материалов по объектам космического происхождения на территории геопарка «Торатау» приведен в статье А.Г. Султановой и др. в следующем номере журнала «Геологический Вестник». К таким объектам относится железный метеорит «Стерлитамак» и бенкуббинит «Ишеево», принадлежащий редчайшему на Земле типу хондритовых метеоритов — углистому С-типу. Предположительно к космическим объектам авторы относят также «градовые» камни проблематичного генезиса, обнаруживаемые с 1824 г. по настоящее время в районе д. Верхнеарметово.

Здесь мы даем лишь краткие сведения о метеорите «Стерлитамак», отсылая читателя к более детальным описаниям в вышеупомянутой статье А.Г. Султановой и др.

17 мая 1990 г. в 23 ч 20 м местного времени на поле совхоза «Стерлитамакский» упал железный метеорит, образовавший хорошо сохранившийся кратер (что само по себе очень редкое явление) и ушедший в землю на значительную глубину (рис. 25, 26). Чтобы достать его, небольшая бригада сотрудников Института Геологии УНЦ РАН во главе с Шамилем Мустафиным вела с помощью соответствующей техники открытые горные работы, длившиеся около года. Немедленно после того, как

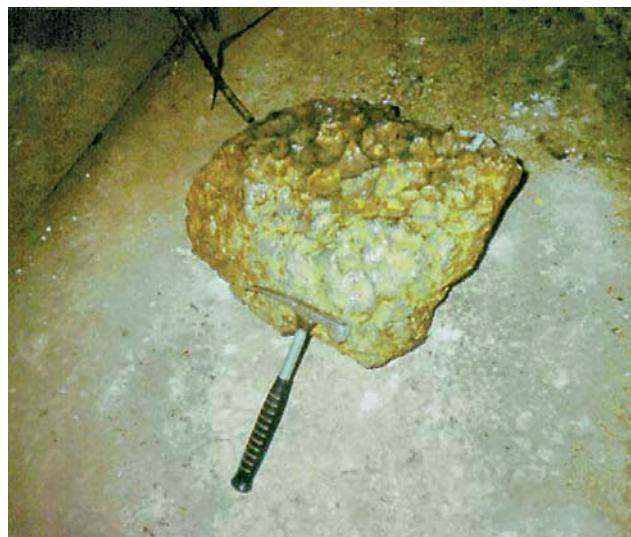


Рис. 25. Метеорит «Стерлитамак» через день после того как был извлечен из земли

Fig. 25. Meteorite Sterlitamak the next day after it was extracted from the earth

метеорит, весивший более 300 кг, извлекли, он был «арестован» властями. В настоящее время метеорит экспонируется в Музее археологии и этнографии УНЦ РАН (г. Уфа, ул. К. Маркса, 6). Институт Геологии, добывший метеорит и затративший на это четверть своего годового бюджета, к сожалению, даже не упомянут, и ученыe к «телу» метеорита доступ для изучения не получили. Правда, при ударе метеорита о поверхность земли образовались осколки, некоторые из которых были собраны при первичном осмотре кратера, что в конечном итоге позволило ученым Института Геологии УНЦ РАН описать метеорит и явления, сопровождавшие его падение, в специальной брошюре [Юсупов и др., 2002]. Место падения метеорита сохранилось и представляет сейчас небольшое озерко: оно образовалось за счет того, что карьер, вырытый для извлечения метеорита, по размерам был значительно больше первичного кратера (рис. 27). Географические координаты: N 55°36'50", E 55°36'50".

### **Заключение**

Территория проектируемого геопарка «Торатау» весьма перспективна для развития геотуризма в связи с присутствием на ней весьма интересных, разнообразных и даже уникальных геологических объектов, имеющих научное, природно-историческое, образовательное, и наконец, эстетическое значение. Они относятся к области стратиграфии,



**Рис. 26. Кратер падения метеорита  
(Интернет-ресурс <https://russian7.ru/post/kak-v-1990-godu-na-sterlitamak-upal-meteor/>)**

**Fig. 26. The crater made by the meteorite  
(Internet-resource <https://russian7.ru/post/kak-v-1990-godu-na-sterlitamak-upal-meteor/>)**



**Рис. 27. Место падения метеорита в настоящее время  
(Интернет-ресурс <https://webmineral.ru/deposits/photo.php?id=3063>)**

**Fig. 27. The place of the meteorite impact now  
(Internet-resource <https://webmineral.ru/deposits/photo.php?id=3063>)**

тектоники, палеонтологии, литологии, палеогеографии, гидрографии, спелеологии, геоморфологии и смежных отраслей знаний в других науках. На территории геопарка присутствуют опорные разрезы основных подразделений неопротерозоя — верхнего рифея и венда, прекрасные разрезы верхней части палеозоя — среднего и верхнего девона, карбона и перми, с утвержденным мировым стандартом сакмарского яруса («золотым гвоздем») на р. Усолке и рядом объектов, которые в дальнейшем могут претендовать на отнесение их к мировым или региональным стандартам. Особого внимания заслуживают шиханы — карбонатные массивы раннепермских рифов, единственные в мире объекты подобного рода, которые, безусловно, станут настоящим центром притяжения геопарка. Нельзя не упомянуть также многочисленные и разнообразные проявления сульфатного (равнинного) и карбонатного (уральского) карста, в ряде случаев с реликтовыми ледниками. Здесь, пожалуй, самая большая плотность карстовых пещер во всей южной части республики. Все это вместе характеризует описанную территорию как весьма перспективную для организации геопарка, приглашающего всех интересующихся геологией в увлекательное путешествие в глубь геологических веков и даже — буквально — в глубины Земли.

#### Список литературы:

- Алексеев А.С., Горева Н.В., Кулагина Е.И., Пучков В.Н.* Каменноугольная система и ее «золотые гвозди»// Природа. — 2010. — № 7. — С. 42–49.
- Андреев Ю.В., Иванова Т.В., Келлер Б.М., Лисовский Н.Н., Морозов С.Г., Тагиров И.А., Янкаускас Т.В.* Стратиграфия верхнего протерозоя востока Русской плиты и западного склона Южного Урала // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1981. — № 10. — С. 57–67.
- Гареев Э.З.* Геологические памятники природы Республики Башкортостан / Под ред. В.Н. Пучкова. — Уфа: Тай, 2004. — 297 с.
- Горожанин В.М.* Rb-Sr датирование неопротерозойских вулканитов по поствулканическому селадониту: скв. Кипчак 1, Серноводско-Абдулинский авлакоген // Изотопные системы и время геологических процессов: Тез. докл. 4-й Российской конференции по изотопной геохронологии. Санкт-Петербург, 2–4 июня 2009 г. — СПб, 2009. — С. 145–147.
- Горожанин В.М., Мичурин С.В., Канирова З.А., Биктимерова З.Р.* Литологические особенности диамититов на границе рифея и венда в разрезе Толпарово (Южный Урал) // Геологический сборник № 12 / Ин-т геологии УНЦ РАН [Эл. издание]. — Спб: Свое издательство, 2015. — С. 23–34. — [http://ig.ufaras.ru/File/E2015/Sbornik\\_12\\_IG USC RAS.pdf](http://ig.ufaras.ru/File/E2015/Sbornik_12_IG USC RAS.pdf).
- Горожанина Е.Н., Горожанин В.М., Исакова Т.Н.* Карбонатный массив горы Воскресенка в Южном Предуралье: возраст и развитие погруженной карбонатной платформы // Стратиграфия. Геологическая корреляция. — 2018. — Т. 26. № 2. — С. 21–37.
- Зайцева Т.С., Кузнецов А.Б., Горохов И.М., Ивановская Т.А., Турченко Т.Л.* Глобулярные и тонкодисперсные слоистые силикаты из осадочных пород венда Южного Урала: новые минерало-геохимические и изотопно-геохронологические данные // Материалы VI Российской конференции по проблемам геологии и геодинамики докембрия. — СПб: Свое издательство, 2019. — С. 77–79.
- Иванцов А.Ю., Разумовский А.А., Закревская М.А.* Макрофоссилии верхнего венда Восточной Европы. Средний и Южный Урал. — М.: Изд-во ПИН РАН, 2018. — 190 с.
- Козлов В.И., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д.* Новая схема расчленения разреза параметрической скважины 1 Кулгунинская (Южный Урал). — Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2011. — 60 с.
- Корф Е.Д.* Геопарк как платформа эффективного взаимодействия общества и природы // Наука и туризм: стратегии взаимодействия. — 2015. — Вып. 4 (2). — С. 5–9.
- Краснобаев А.А., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Бушарина С.В.* U–Pb (SHRIMP)-возраст цирконов из гранитоидной гальки конгломератов куккарскую свиты ашинской серии венда Алатауского антиклиниория (Южный Урал) // Докл. РАН. — 2019. — Т. 486, № 5. — С. 78–82.
- Кулагина Е.И., Скуин И.А., Коссовая О.Л.* Пермский риф Шахтау. — Уфа: Белая Река, 2015а. — 75 с.
- Мартин В.И., Смирнов А.И., Соколов Ю.В.* Пещеры Башкирии // Пещеры. Итоги исследований. — Пермь: Изд-во ПГУ, 1993 — Вып. 23–24. — С. 30–59.
- Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Анфимов Л.В.* Рифей западного склона Южного Урала (классические разрезы, седименто- и литогенез, минералогия, геологические памятники природы). — Екатеринбург: ИГ УрО РАН, 2001. — Т. 1 — 351 с.
- Милановский Е.Е.* К палеогеографии Каспийского бассейна в среднем и начале позднего плиоцена // Бюл. МОИП. Отд. геол. — 1963. — Т. 38 (3). — С. 23–26.
- Минц М.В.* Мантийные плюмы, гранулитовый метаморфизм и формирование нефтегазоносных осадочных бассейнов Восточно-Европейской платформы // Осадочные бассейны и геологические предпосылки прогноза новых объектов, перспективных на нефть и газ: Матер. 44-го Тектонич. совещ. — М: ГЕОС, 2012. — С. 283–287.
- Путеводитель геологической экскурсии по разрезам палеозоя и верхнего докембра западного склона Южного Урала и Приуралья / Под ред. В.Н. Пучкова.* — Уфа: ИГ УНЦ РАН, 1995. — 177 с.
- Путеводитель геологических экскурсий по карбону Урала. Южно-уральская экскурсия / Под ред. Б.И. Чувашова.* — Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. — Ч. 1. — 72 с.
- Пучков В.Н.* Уралиды и Тиманиды, их структурные связи и место в геологической истории Урало-Монгольского складчатого пояса // Геология и геофизика. 2003. № 1–2. С. 28–39.

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

*Пучков В.Н.* Геологическое строение и полезные ископаемые Башкирии (краткий очерк) // Геологический сборник № 11 / ИГ УНЦ РАН. – Уфа, 2014. – С. 3–13.

*Пучков В.Н.* Пломы — новое слово в геологии Урала // Литосфера. – 2018. – № 4. – С. 483–499.

*Пучков В.Н., Козлов В.И.* Особенности тектоники Волго-Уральской нефтегазоносной области // Георесурсы. – 2005. – № 1(16). – С. 24–26.

*Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Сергеева Н.Д.* Обновленная схема расчленения стратотипического разреза рифея // Общая стратиграфическая шкала и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России / Отв. ред. Т.Ю. Толмачева: Матер. Межвед. рабочего совещ. Санкт-Петербург, 17–20 окт. 2016 г. – СПБ: Изд-во ВСЕГЕИ, 2016. – С. 137–139.

*Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Краснобаев А.А.* Стратиграфическая схема стратотипа рифея Южного Урала // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ и ИГ УНЦ РАН. – 2017. – Вып. 23. – С. 3–19.

*Пучков В.Н., Косарев А.М., Знаменский С.Е., Светлакова А.Н., Разуваев В.И.* Геологическая интерпретация комплексного сейсмического профиля УРСЕЙС-95 // Геол. сборник № 2 / ИГ УНЦ РАН. – Уфа, 2001. – С. 3–32.

*Разумовский А.А., Новиков И.А., Рудько С.В., Кузнецова Н.Б., Яиунский Ю.В.* U-Pb изотопный возраст пепловых туфов поздневендской басинской свиты (ашинская серия, Южный Урал) // Матер. ЛП Тектонич. совещ. – М.: ГЕОС, 2020. – Т. 2. – С. 219–224.

Республика Башкортостан. Культурное и природное наследие: Карта, 1:500 000, и пояснительный текст / Отв. ред. текста Ю.А. Веденин, А.И. Лебедев / Институт наследия и НПЦ по охране и использованию недвижимых объектов культурного наследия РБ Министерства культуры и национальной политике РБ. Роскартография. ПКО «Картография». – М., 2007. 36 с. и карта.

Республика Башкортостан: Атлас, 1:100 000 / Гл. ред. С.В. Ерикова / ФГУП Уралгеодезия. Екатеринбург, 2010. – Т. 2: ЮГ Республики. – 180 с.

*Светлакова А.Н., Горожанина Е.Н., Пучков В.Н., Горожанин В.М., Разуваев В.И.* Новые данные о строении южной части Башкирского Предуралья по результатам сейсмических работ // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ. – 2007. – № 11. – С. 51–56.

*Светлакова А.Н., Разуваев В.И., Горожанина Е.Н., Пучков В.Н., Днистрянский В.И., Гореликов В.И., Побережский С.М., Горожанин В.М.* Новые данные о строении южной части Предуральского прогиба по результатам сейсмических работ // Докл. РАН. – 2008. – Т. 423, № 4. – С. 502–506.

*Семихатов М.А., Шуркин К.А., Аксенов Е.М., Беккер Ю.Р., Бибикова Е.В., Дук В.Л., Есипчук К.Е., Карсаков Л.П., Киселев В.В., Козлов В.И., Лобач-Жученко С.Б., Негруца В.З., Робонен В.И., Сезыко А.И., Филатова Л.И.*

*Хоментовский В.В., Шемякин В.М., Шульдинер В.И.* Новая стратиграфическая шкала докембрия СССР // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1991. – № 4. – С. 3–13.

*Сергеева Н.Д., Пучков В.Н.* Стратиграфия рифея и венда Волго-Уральской области (изменения и дополнения) // Общая стратиграфическая шкала России и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России: Матер. Межвед. рабочего совещ., 17–20 окт. 2016 г., Санкт-Петербург. – Спб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2016. С. 157–159.

*Сергеева Н.Д., Пучков В.Н., Ратов А.А., Козлова О.В.* Стратиграфическая корреляция отложений рифея Волго-Уральской области и Южного Урала и их пространственное взаимоотношение в зоне сопряжения платформенных и складчатых структур по сейсмическим материалам // Геологический Вестник. – 2018. – № 2. – С. 79–95.

*Сиднев А.И.* Переуглубленные долины бассейнов рек Белой и Камы в плиоцене и плейстоцене // Возраст и генезис переуглублений на шельфах и история речных долин. – М.: Наука, 1984. – С. 103–110.

Стратиграфический кодекс России. – 3-е изд. (исправл. и дополн.). – СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2019. – 96 с.

*Сунгатуллин Р.Х., Сунгатуллина Г.М., Мизенс Г.А.* Геохимия отложений Приуральского отдела (на примере разрезов Мечетлино и Дальний Тюлькас, Предуральский прогиб) // Осадочная геология Урала и прилежащих регионов: сегодня и завтра: Труды 12-го Уральского литологического совещания. – Екатеринбург, 2018. – С. 342–343.

*Тагареева Р.Ч., Мизенс А.Г.* Разрезы западного склона Южного Урала, перспективные для выбора точки регионального стратотипа нижней границы фаменского яруса // Литосфера. – 2015. – № 3. – С. 33–56.

*Юсупов С.Ш., Салихов Д.Н., Гареев Э.З., Бурдаков А.В., Перминов Г.А.* Метеорит Стерлитамак. – Уфа: Информ-реклама, 2002. – 105 с.

*Яхимович В.Л., Адрианова О.С.* Южноуральский буровогольный бассейн // Кайнозой Башкирского Предуралья. – Уфа: ГГИ БФАН СССР, 1959. – Т. 1, Ч. 3. – 300 с.

*Artyushkova O.V., Maslov V.A., Pazukhin V.N., Kulagina E.I., Tagarieva R.Ch., Mizens L.I., Mizens A.G.* Devonian and Lower Carboniferous type sections of the western South Urals: pre-conference field excursion guidebook: International conference “Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous”, Ufa, Sterlitamak, Russia, july 20–25, 2011. – Ufa: IG UNC RAS, 2011. – 92 p.

*Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Shen S.-Z., Henderson C.M.* Proposal for the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base-Sakmarian Stage (Lower Permian) // Permophiles. – 2016. – Vol. 63. – P. 4–18.

*Kolesnikov A.V., Marusin V.V., Nagovitsin K.E., Maslov A.V., Grazhdankin D.V.* Ediacaran biota in the aftermath of the Kotlinian Crisis: Asha Group of the South Urals // Precambrian Research. – 2015. – Vol. 263. – P. 59–78.

*Kulagina E.I., Nikolaeva S.V., Gorozhanina E.N., Kucheva N.A., Stepanova T.I., Alekseev A.S., Richards B.C., Puchkov V.N., Kochetova N.N., Gorozhanin V.M., Konovalova V.A.* Carboniferous reference sections: potential candidates for the base of the Serpukhovian GSSP and organic buildups, South Urals: Post-

Congress C3 Trip, 16–19 August, 2015. (A Field Guidebook of XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian, August 11–15, 2015, Kazan, Russia) / E.I. Kulagina, S.V. Nikolaeva (eds.) / Russian Academy of Sciences; Institute of Geology; Ufa Scientific Centre; Borissiak Paleontological Institute; Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch. – St. Petersburg: “Svoe izdatelstvo”, 2015b. – 90 p.

### References:

- Alekseev A.S., Goreva N.V., Kulagina E.I., Puchkov V.N. Kamennouglina Sistema i eye “zolotye gvozdi” [Carboniferous system and its “golden nails”] // Priroda. 2010. No. 7. P. 42–49 (In Russian)
- Andreyev Yu.V., Ivanova T.V., Keller B.M., Lisovskii N.N., Morozov S.G., Tagirov I.A., Yankauskas T.V. Stratigrafiya verkhnego proterozoika vostoka Russkoi plity I zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [The stratigraphy of the Upper Proterozoic of the east of the Russian plate and western slope of the Southern Urals] // Izvestiya Ac. Sci. USSR, ser. geol. 1981. No. 10. P. 57–67 (In Russian)
- Artyushkova O.V., Maslov V.A., Pazukhin V.N., Kulagina E.I., Tagarieva R.Ch., Mizens L.I., Mizens A.G. Devonian and Lower Carboniferous type sections of the western South Urals: pre-conference field excursion guidebook: International conference “Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous”, Ufa, Sterlitamak, Russia, July 20–25, 2011. Ufa: IG UNC RAS, 2011. 92 p.
- Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Shen S.-Z., Henderson C.M. Proposal for the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base-Sakmarian Stage (Lower Permian) // Permophiles. 2016. Vol. 63. P. 4–18.
- Gareev E.Z. Geologicheskiye pamiatniki prirody Respubliki Bashkortostan [Geological monuments of nature, Bashkortostan Republic] / Ed. by V. Puchkov. Ufa: “Tau”, 2004, 297 p. (In Russian).
- Gorozhanin V.M. Rb-Sr datirovanie neoproterozoiskikh vulkanitov po postvulkanicheskemu seladonitu: skv. Kipchak 1, Sernovodsko-Abdulinskii avlakogen [Rb-Sr dating of the Neoproterozoic volcanics after a postvolcanic seladonite: Kipchak 1 borehole, Sernovodsk-Abdulino aulacogen] // Izotopnye sistemy i vremya geologicheskikh protsessov: Tez. dokl. 4-oi Rossiiskoi konferentsii po izotopnoi geokhronologii [Isotopic systems and time of geological processes: Abstracts of the 4th Russian Conference on Isotope Geochronology]. Cankt-Peterburg, 2–4 jun. 2009. Saint-Peterburg, 2009. P. 145–147 (In Russian).
- Gorozhanin V.M., Michurin S.V., Kanipova Z.A., Biktemirova Z.R. Litologicheskie osobennosti diamiktov na granitse rifeyi I venda v razreze Tolparovo (Yuzhny Ural) [Lithological features of diamictites at the boundary of the Riphean and Vendian in the Tolparovo section] // Geologicheskii Sbornik No. 12 [Electronic edition; <http://ig.ufaras.ru/publikatsii/geologicheskie-sborniki/geologicheskiy-sbornik-12-2015-g/>]. Ufa, 2015. P. 23–34 (In Russian).
- Gorozhanina E.M., Gorozhanin V.M., Isakova T.N. Karbonatnyi massiv gory Voskresenka v Yuzhnom Priuralie: vozrast i razvitiye pogruzhennoi karbonatnoi platformy [The carbonate massif of Voskresenka mountain in the Southern Cis-Urals: age and development of a submerged carbonate platform] // Stratigraphy. Geological correlation. 2018. Vol. 26, No. 2, P. 21–37 (In Russian).
- Ivantsov A.Yu., Razumovskii A.A., Zakrevskaya M.A. Makrofossili verhnego venda Vostochnoi Evropy. Srednii i Yuzhnyi Ural [Macrofossilia of the Upper Vendian of Eastern Europe. Middle and South Urals]. – Moscow: Izd-vo PIN RAN, 2018. – 190 p.
- Kolesnikov A.V., Marusin V.V., Nagovitsin K.E., Maslov A.V., Grazhdankin D.V. Ediacaran biota in the aftermath of the Kotlianian Crisis: Asha Group of the South Urals // Precambrian Research. 2015. Vol. 263. P. 59–78.
- Kozlov V.I., Puchkov V.N., Sergeeva N.D. Novaya schema raschleneniya razreza parametricheskoi skvazhiny 1 Kulguninskaya (Yuzhny Ural) [New scheme of division of the parametric borehole 1 Kulgunino (Southern Urals)]. Ufa: DizainPoligraphService, 2011. 60 p. (In Russian).
- Korf E.D. Geopark kak platforma effektivnogo vzaimodeistviya obshchestva i prirody [Geopark as a platform for effective interaction between society and nature] // Nauka i turizm: strategii vzaimodeistviya [Science and Tourism: Interaction Strategies]. 2015. Is. 4(2). P. 5–9. (In Russian).
- Krasnobaev A.A., Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Busharina S.V. U–Pb (SHRIMP)-vozrast cirkonov iz granitoidnoi gal’ki konglomeratov kukkarauskoi svity ashinskoi serii vnda Alatauskogo antiklinoriya (Yuzhnyi Ural) [U–Pb (SHRIMP) Zircon Age of Granitoid Pebbles from the Kukkarauk Conglomerates of the Vendian Asha Group (Alatau Anticlinorium, Southern Urals)] // Doklady Earth Sciences. 2019. Vol. 486, Part 2. P. 687–691 (In Russian)
- Kulagina Ye.I., Skuin I.A., Kossovaya O.L. Permskiy rif Shakhtau [Permian reef Shakhtau]. Ufa: Belya Reka Publ., 2015a. 75 p. (In Russian).
- Kulagina E.I., Nikolaeva S.V., Gorozhanina E.N., Kucheva N.A., Stepanova T.I., Alekseev A.S., Richards B.C., Puchkov V.N., Kochetova N.N., Gorozhanin V.M., Konovalova V.A. Carboniferous reference sections: potential candidates for the base of the Serpukhovian GSSP and organic buildups, South Urals: Post-Congress C3 Trip, 16–19 August, 2015. (A Field Guidebook of XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian, August 11–15, 2015, Kazan, Russia) / E.I. Kulagina and S.V. Nikolaeva (eds.) / Russian Academy of Sciences; Institute of Geology; Ufa Scientific Centre; Borissiak Paleontological Institute; Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch. St. Petersburg: Svoe izdatel’stvo Publ., 2015b. 90 p.
- Martin VI., Smirnov A.I., Sokolov Yu.V. Peschery Bashkirii [The caves of Bashkiria] // The Caves. Summary of research. Perm: Perm University Publ., 1993. Is. 23–24. P. 30–59. (In Russian).
- Maslov A.V., Krupenin M.T., Gareev E.Z., Anfimov N.V. Rifey zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala (klassicheskiye razrezy, sediment- i litogeneticheskiye, mineralogeneticheskiye pamiatniki prirody) [The Riphean of the western slope of the Southern Urals (classical sections, sediment- and lithogenesis, mineralogy, geological monuments of Nature)]. Ekaterinburg: IGG UrB RAS, 2001. Vol. 1. 351 p. (In Russian).
- Milanovsky E.E. K paleogeografi Kaspinskogo basseina v srednem i nachale pozdnego pliootsena [On the paleogeography

of the Caspian basin in the Middle and the beginning of Late Pliocene // Bull. MOIP, section of geology. 1963. Vol. 38 (3). P. 23–26 (In Russian).

*Mintz M.V.* Mantiynye plamy, granulitovy metamorfizm i formirovanie neftegazonosnykh osadochnykh basseinov Vostochno-Evropeiskoi platformy [Mantle plumes, granulite metamorphism and formation of oil and gas-bearing sedimentary basins of the East European platform] // Materials of the 44th Tectonic Meeting. M.: GEOS, 2012. P. 283–287 (In Russian)

Putevoditel geologicheskikh excursii po razrezam paleozoya i verkhnego dokembriyazapadnogo sklona Yuzhnogo Urala i Priuralya. [Guidebook of the geological excursions on sections of the Paleozoic and Upper Precambrian of the western slope of the Urals and Cis-Urals] / Ed. by V. Puchkov. Ufa: IG UNC RAS, 1995. 177 p. (In Russian).

Putevoditel geologicheskikh excursiy po karbonu Urala [Guidebook for Uralian Carboniferous geologic excursions.] / B.I. Chuvashov (ed.). Ekaterinburg: Institute of Geology and Geochemistry of UB RAS, 2002. Part 1: South Uralian excursion. 72 p. (In Russian).

*Puchkov V.N.* Uralidy i Timanidy, ih strukturnye svyazi i mesto v geologicheskoi istorii Uralo-Mongol'skogo skladchago poyasa [Uralids and Timanids, their structural links and place in the geological history of the Ural-Mongolian fold belt] // Geologiya i geofizika. 2003. No. 1–2. P. 28–39 (In Russian).

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

*Puchkov V.N.* Geologicheskoe stroenie i poleznye iskopayemye Bashkirii (kratkii ocherk) [Geological structure and raw materials of Bashkiria (a short description)] // Geol. Sbornik No. 11. Ufa: IG UNC RAS, 2014. P. 3–13 (In Russian).

*Puchkov V.N.* Plyumy — novoe slovo v geologii Urala [Plumes — a new word in the geology of the Urals] // Lithosfera. 2018. No. 18 (4). P. 483–499 (In Russian).

*Puchkov V.N., Kozlov V.I.* Osobennosti tektoniki Volgo-Ural'skoi neftegazonosnoi oblasti [Features of tectonics of the Volga-Ural petroleum region] // Georesursy. 2005. No. 1(16). P. 24–26 In Russian).

*Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Sergeeva N.D.* Obnovlenaya skhema raschleneniya stratotipicheskogo razreza rifeya [Upgraded scheme of subdivision of the standard section of the Riphean] // Obshchaya stratigraficheskaya shkala i metodicheskie problemy razrabotki regional'nykh stratigraficheskikh shkal Rossii [General stratigraphic scale and methodological problems of developing regional stratigraphic scales of Russia]: Materialy Mezhvedomstvennogo rabochego soveshchaniya [Inter-Agency Workshop Materials] / T.Yu. Tolmacheva (ed.), Sankt-Peterburg, 17–20 okt., 2016. SPb: VSEGEI Publ., 2016. P. 137–139 (In Russian).

*Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Krasnobayev A.A.* Stratigraficheskaya skhema stratotipa rifeya Yuzhnogo Urala [Stratigraphic scheme of the Riphean standard of the Southern Urals] // Geologiya. Izvestiya Otdeleniya nauk o Zemle i prirodykh

resursov AN RB i IG UNTs RAN. 2017. Is. 23. P. 3–19 (In Russian).

*Puchkov V.N., Kosarev A.M., Znamenskiy S.Ye., Svetlakova A.N., Razuvaev V.I.* Geologicheskaya interpretaciya kompleksnogo seismicheskogo profilya URSEIS-95 [geological interpretation of a complex seismic profile URSEIS-95] // Geological Sbornik No. 2. Ufa: IG UNC RAS, 2001. P. 3–32 (In Russian).

*Razumovskii A.A., Novikov I.A., Rud'ko S.V., Kuznetsov N.B., Yashunskij Yu.V.* U-Pb izotopnyi vozrast peplovyh tufov pozdnevendskoi basinskoi svity (ashinskaya seriya, Yuzhnyj Ural) [U-Pb isotopic age of ash tuffs of the Late Vendian Basin suite (Asha series, Southern Urals)] // Materialy LII Tektonicheskogo Soveshchaniya [LII Tectonic Meeting Materials]. Moscow: ГЕОС, 2020. Vol. 2. P. 219–224.

Respublika Bashkortostan. Kulturnoe i prirodnoe nasledie. Karta, 1:500 000, i poyasnitelny tekst [Bashkortostan Republic. Cultural and natural heritage. Map of 1:500 000 scale and an explanatory notes] / V.A. Vedenin, A.I. Lebedev (eds.) / Institut naslediya and NPC po okhrane i ispolsovaniyu nedvizimykh obyektov kulturnogo naslediya RB Ministerstva kultury i natsionalnoi politiki RB; Roskartografiya; PKO "Kartografiya" [Institute for guarding and application of immobile objects of the cultural heritage of RB; Ministry of cultural and national policy RB; Roskartografiya; PKO "Kartografiya"]. M., 2007. 36 p. and map (In Russian).

Respublika Bashkortostan. Atlas, 1:100 000 [Bashkortostan Republic. Atlas, scale 1:100 000] / Ed. by S.V. Yershova / Uralgeodesia. Ekaterinburg, 2010. Vol. 2: South of the Republic. 180 p.

*Semikhatov M.A., Shurkin K.A., Aksenov Ye.M., Bekker Yu.R., Bibikova Ye.V., Duk V.L., Yesipchuk K.Ye., Karsakov L.P., Kiselev V.V., Kozlov V.I., Lobach-Zhuchenko S.B., Negrusova V.Z., Robonen V.I., Sez'ko A.I., Filatova L.I., Khomentovskiy V.V., Shemyakin V.M., Shul'diner V.I.* Novaya stratigraficheskaya shkala dokembriya SSSR [The new stratigraphic scale of the Precambrian of the USSR] // Izv. AN SSSR, Ser. geol. 1991. No. 4. P. 3–13 (In Russian).

*Sergeeva N.D., Puchkov V.N.* Stratigrafiya rifeya i venda Volgo-Ural'skoi oblasti (izmeneniya i dopolneniya) [Stratigraphy of Riphean and Vendian of the Volga-Ural Region (changes and additions)] // Obshchaya stratigraficheskaya shkala Rossii i metodicheskie problemy razrabotki regional'nyh stratigraficheskikh shkal Rossii: Materialy Mezhved. rabochego soveshchaniya, 17–20 okt. 2016 g., Sankt-Peterburg [General stratigraphic scale of Russia and the methodological problems of developing regional stratigraphic scales of Russia: Materials of the Inter-departmental Workshop, October 17–20. 2016, St. Petersburg]. Spb: VSEGEI Publ., 2016. P. 157–159 (In Russian).

*Sergeeva N.D., Puchkov V.N., Ratov A.A., Kozlova O.V.* Stratigraficheskaya korrelaciya otlozenii rifeya Volgo-Ural'skoi oblasti i Yuzhnogo Urala i ih prostranstvennoe vzaimootnoshenie v zone sopryazheniya platformennyh i skladchatyh struktur po sejsmicheskim materialam [Correlation of deposits of the Riphean of the Volgo-Uralian area and the Southern Urals and their relationships in the zone of conjunction of the platform and foldbelt structures after seismic data] // Geologicheskii Vestnik. 2018. No. 2. P. 79–95 (In Russian). DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2018-2-6>.

*Sidnev A.I.* Pereuglubennue doliny basseinov rek Kama i Belya v Pliocene i v pleistocene [Overdeepened valleys of basins of Kama and Belaya rivers in Pliocene and Pleistocene] // Vozrast i genezis pereuglublenii na shel'fah i istoriya rechnykh dolin [The age and genesis of overdeepening on shelves and history of river valleys]. M.: Nauka, 1984. P. 103–110 (In Russian).

Stratigraficheskii kodeks Rossii [Stratigraphic Code]. 3th issue. St. Petersburg: VSEGEI Press, 2019. 96 p. (In Russian).

*Sungatullin R.H., Sungatullina G.M., Mizens G.A.* Geo-himiya otlozhennii Priural'skogo otdela (na primere razrezov Mechetlino i Dal'nii Tyul'kas, Predural'skii progib) [Geochemistry of sediments of the Priuralsky department (on the example of the Mechetlino and Far Tulkas sections, the Pre-Ural depression)] // Osadochnaya geologiya Urala i prilezhashchih regionov: segodnya i zavtra: Trudy 12-go Ural'skogo litologicheskogo soveshchaniya [Sedimentary geology of the Urals and adjacent regions: today and tomorrow: Proceedings of the 12th Ural Lithological Conference]. Ekaterinburg, 2018. P. 342–343 (In Russian).

*Svetlakova A.N., Gorozhanina E.N., Puchkov V.N., Gorozhanin V.M., Razuvayev V.I.* Novye dannye o stroenii yuzhnoi chasti Bashkirskogo Priuralya po resultatam seismicheskikh rabot [New data on the structure of the southern part of the Bashkirian Cis-Urals after results of seismic works] // Geology. Izvestiya of the Department of the Earth Sciences and natural resources Ac. Sci. RB. 2007. No. 11. P. 51–56 (In Russian).

*Svetlakova A.N., Razuvayev V.I., Gorozhanina E.N., Puchkov V.N., Dnistryansky V.I., Gorelikov V.I., Poberezhsky S.M., Gorozhanin V.M.* Novye dannye o stroenii yuzhnoi chasti

Preduralskogo progiba po rezul'tatam seismicheskikh rabot [New data on the structure of the Southern part of the Preuralian foredeep after the results of the seismic works] // Doklady Ac. Sci.. 2008. Vol. 423, No. 4. P. 502–506 (In Russian).

*Tagarieva R.Ch., Mizens A.G.* Razrezy zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala, perspektivnye dlya vybora tochki regional'nogo stratotipa nizhnei granitsy famenskogo yarusa [The sections of the western slope of Southern Urals prospective for the choice of the point of regional stratotype of the lower boundary of the Famennian stage] // Lithosphere. 2015. No. 3. P. 33–56 (In Russian).

*Yakhimovich V.L., Adrianova O.S.* Yuzhnouralski buro-ugolny bassein [South Uralian coal basin] // Kajnozoi Bashkirskogo Predural'ya [The Cenozoic of the Bashkirian Cis-Urals]. Ufa: Bashkirian Branch of Academy of USSR Printing Office, 1959. Vol. 1, Part 3. 300 p. (In Russian).

*Yusupov S.Sh., Salikhov D.N., Gareyev E.Z., Burdakov A.V., Perminov G.A.* Memeorit Sterlitamak [Sterlitamak meteorite]. Ufa: Informreklama Publ., 2002. 105 p. (In Russian).

*Zaitseva T.S., Kuznetsov A.B., Gorohov I.M., Ivanovskaya T.A., Turchenko T.L.* Globulyarnye i tonkodispersnye sloisty silitiki iz osadochnykh porod venga Yuzhnogo Urala: novye e-geohimicheskie i izotopno-geohronologicheskie dannye [Globular and finely dispersed layered silicates from Vendian sediments of the Southern Urals: new mineralogical-geochemical and isotope-geochronological data] // Materialy VI Rossiijskoi konferencii po problemam geologii i geodinamiki dokembriya [Proceedings of the VI Russian Conference on Precambrian Geology and Geodynamics]. St. Petersburg: Svoj izdatel'stvo, 2019. P. 77–79.

### Сведения об авторе:

**Пучков Виктор Николаевич**, член-корреспондент РАН, профессор; Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа; Институт геологии и geoхимии им. акад. А.Н. Заварыцкого Уральского Отделения РАН, г. Екатеринбург. E-mail: puchkv@ufaras.ru

### About the author:

**Puchkov Viktor Nikolaevich**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor; Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa; The Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (IGG UB RAS), Ekaterinburg. E-mail: puchkv@ufaras.ru

УДК 551.71/72(234.853)

DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-4>

## ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И СТРАТИГРАФИИ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕГО ДОКЕМБРИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ГЕОПАРКА «ТОРАТАУ» (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

© 2019 г. Н.Д. Сергеева, О.В. Козлова, С.А. Солодова

**Реферат.** На территории геопарка «Торатау» докембрейские образования обнажены в виде высоких красивых скал по вершинам и склонам гор и хребтов, по берегам рек и ручьев в горной части Южного Урала, где представлены отложениями каратауской серии верхнего рифея и ашинской серии венда в возрастном интервале 542–1030 млн лет.

В статье рассмотрены основные черты геологического строения, особенности состава и мощности отложений верхнего докембра, слагающих ядро и крылья Алатауского антиклиниория, который осложняет западное крыло Башкирского мегантиклиниория — наиболее крупной структуры Центрально-Уральской мегазоны. При характеристике стратиграфии отложений докембра в границах геопарка «Торатау» используется уточненная стратиграфическая схема, в которой учтены новые материалы по датированию событий и возрасту рубежей рифея и венда на Южном Урале.

На территории геопарка находятся стратотипы куккараукской и зиганской свит и представительный разрез басинской свиты ашинской серии венда. Разрезы отложений басинской, куккараукской и зиганской свит Алатауского антиклиниория являются также эталонными для молассовой формации и могут служить маркерами при глобальной корреляции складчатых комплексов. Стратиграфическая полнота геологических разрезов отложений рифея и венда в Алатауском антиклиниории, их доступность и великолепные горные пейзажи делают эту часть территории геопарка своеобразным полигоном для всестороннего изучения и проведения геологических экскурсий и полевой геологической практики студентов геологических вузов.

**Ключевые слова:** рифей, венд, каратауская, ашинская, серия, свита, геопарк, Южный Урал

## MAIN FEATURES OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE AND STRATIGRAPHY OF UPPER PRECAMBRIAN DEPOSITS IN THE TERRITORY OF TORATAU GEOPARK (SOUTHERN URALS)

© 2019 N.D. Sergeeva, O.V. Kozlova, S.A. Solodova

**Abstract.** On the territory of the Toratau geopark, Precambrian formations are exposed in the form of beautiful, high cliffs along the tops and slopes of mountains and ranges, along the banks of rivers and streams in the mountainous part of the Southern Urals, where they are represented by sediments of the Karatau Upper Riphean series and Vendian Asha Series in the age range 542–1030 million years.

The article considers the main features of the geological structure, compositional features, structure and thickness of deposits of the Upper Precambrian, which make up the core and wings of the Alatau anticlinorium, which complicates the western wing of the Bashkirian meganticlinorium, the largest structure of the Central Ural megazone. When characterizing the stratigraphy of Precambrian deposits within the boundaries of the Toratau geopark, an updated stratigraphic scheme is used, which takes into account new materials on the dating of events and the age of the Riphean and Vendian boundaries in the Southern Urals.

---

**Для цитирования:** Сергеева Н.Д., Козлова О.В., Солодова С.А. Основные черты геологического строения и стратиграфии отложений верхнего докембра на территории геопарка «Торатау» (Южный Урал) // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 50–61. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-4>.

**For citation:** Sergeeva N.D., Kozlova O.V., Solodova S.A. Main features of the geological structure and stratigraphy of upper precambrian deposits in the territory of “Toratau” geopark (Southern Urals) // Geologicheskii vestnik. 2019. No. 3. P. 50–61. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-4>.

On the territory of the geopark there are stratotypes of the Kukkarauk and Zigan Formation and a representative section of the Basa Formation of the Vendian Asha Series. Sections of sediments of the Basa, Kukkarauk and Zigan Formations of the Alatau anticlinorium are also standard for the molasse Formation and can serve as markers for the global correlation of folded complexes. The stratigraphic completeness of the geological sections of the Riphean and Vendian deposits in the Alatau anticlinorium, their accessibility and magnificent mountain landscapes make this part of the geopark territory a kind of testing ground for comprehensive study and organizing of geological excursions and field geological practice for students of geological universities.

*Key words:* Riphean, Vendian, Karatau, Asha Series, Formation, geopark, Southern Urals

## Введение

Территория геопарка «Торатау» (Салаватский и Ишимбайский районы РБ) расположена на стыке южной части Уральской складчатой области и восточной окраины Восточно-Европейской платформы, где с запада на восток выделяются структурно-тектонические зоны: Волго-Уральская антиклиза, Предуральский краевой погиб и Уральская складчатая система [Геологическая..., 2002] (рис. 1).

В пределах восточной окраины Восточно-Европейской платформы докембрийские (рифейско-вендинские) осадочные комплексы и архейско-ранне-проторозойские метаморфические образования кристаллического фундамента вскрыты скважинами на глубинах от 1.2 до 2.5 и редко 3.0–3.7 км под фанерозойскими осадками. В современной структуре, по имеющимся геолого-геофизическим материалам, рифейские отложения приурочены здесь к авлакогенам (палеорифтам), а вендские — к синеклизам (впадинам). Сведения о составе и строении этих отложений в границах геопарка содержатся в работах последних лет [Козлов, Сергеева, 2011; Сергеева, Пучков, 2016], и в данной статье не рассматриваются.

Уральская складчатая система включает Западно-Уральскую мегазону внешней складчатости и Центрально-Уральскую мегазону. Западно-Уральская мегазона внешней складчатости представляет собой погружающуюся к западу структуру, в которой наблюдается постепенная смена с востока на запад относительно древних палеозойских пород более молодыми. В Центрально-Уральской мегазоне верхнедокембрийские образования слагают основную и наиболее крупную структуру мегазоны: Башкирский мегантиклинорий, в котором выделяются восточная и западная подзоны. Территория геопарка входит в западную подзону Башкирского мегантиклинория и приурочена к Алатаускому антиклиниорию, включающему здесь Алатаускую, Рязянскую, Ялмаш-Урюкскую антиклинали и антиклиналь хребта Калу и Кулгунинскую и Зилимо-Шишмякскую синклинали [Геологическая..., 2002].

## Принимаемая стратиграфическая схема

В Общей стратиграфической шкале докембрая России [Стратиграфический..., 2006] верхний претерозой подразделен на рифей и венд. Рифей (от древнего названия Ripheus — Урал) как самостоятельное стратиграфическое подразделение впервые был выделен в 1945 г. Н.С. Шатским. Стратотипом рифейской эонотемы в России были приняты разрезы западного крыла и осевой части Башкирского мегантиклинория. В 1975 г. в рамках Международного проекта «Корреляция докембрая» состоялась первая большая геологическая экскурсия иностранных ученых по разрезам докембрейских отложений Южного Урала, которая имела решающее значение для признания рифея как единицы Международной шкалы докембрая.

Венд (по древнему славянскому племени «венды» или «венеды») впервые выделен Б.С. Соколовым в 1949–1950 гг. как самостоятельная серия (комплекс) древнего осадочного чехла Восточно-Европейской платформы и по палеонтологическим и историко-геологическим данным расчленен на нижний (лапландский горизонт) и верхний (редкинский, котлинский и ровенский горизонты) отделы [Соколов, 1997]. Аналогом венда на Южном Урале являются отложения ашинской серии.

На территории геопарка «Торатау» докембрейские образования развиты в горной части Южного Урала, где обнажаются в виде высоких красивых скал по вершинам и склонам горных хребтов, по берегам рек и ручьев и представлены отложениями верхнего рифея и венда в возрастном интервале 542–1030 млн лет. При составлении сводного литолого-стратиграфического разреза для характеристики стратиграфии отложений докембрая в границах геопарка «Торатау» нами используются: Общая шкала докембрая России [Стратиграфический..., 2006] и региональная стратиграфическая схема докембрая Урала [Стратиграфические..., 1993], но с учетом новых материалов по датированию событий и возрасту рубежей рифея и венда (рис. 2).

Так, в Общей шкале докембрия России [Стратиграфический..., 2006] выделено в рифею только три эратемы: нижняя (бурзянский), средняя (юрматиний) и верхняя (каратавий) (см. рис. 2А).

В уточненной стратиграфической схеме (см. рис. 2Б) в верхнем протерозое Южного Урала (на восточном крыле Башкирского мегантиклиниория) на основе новых SHRIMP-датировок  $707.0 \pm 2.3$  млн лет и  $732.1 \pm 1.7$  млн лет (U-Pb метод) по цирконам из аршинских вулканитов в Тирлянском районе

[Краснобаев и др., 2012] выделен новый надкаратавский (но довендский) стратон — аршиний (закрывающий рифей с индексом RF<sub>4</sub> [Козлов и др., 2011б]), отвечающий временному интервалу 600\*–770 млн лет [Пучков и др., 2014]. Ранее эти отложения в ранге свиты сопоставлялись с ашинской серией венда [Стратиграфические..., 1993]. Нижняя возрастная (770 млн лет) граница аршина — нового стратона завершающего рифея не входит в противоречие с возрастом (Pb-Pb метод) подстилающих карбонатных пород миньярской ( $820 \pm 77$  млн лет) и инзерской ( $844 \pm 24$  млн лет) свит верхнего рифея [Kuznetsov et al., 2017].

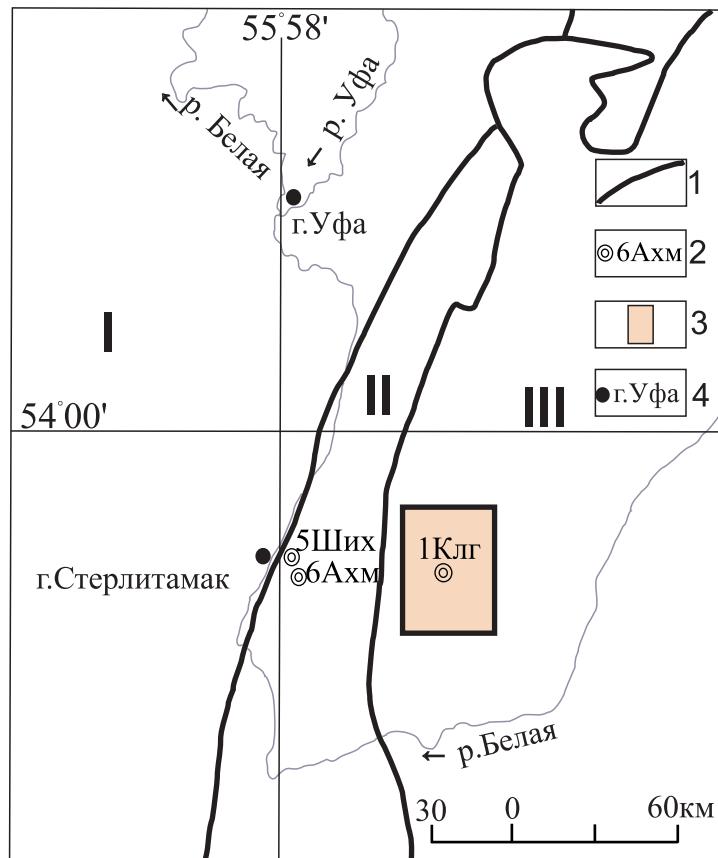
В Общей шкале докембрия России возрастная граница рифея и венда была принята в 600\* млн лет на основании радиологических данных в Авалонском террейне (северо-восток США) и в лапландском гляциогоризонте в Северной Норвегии [Дополнения..., 2000]. Эта граница на Южном Урале оказалась значительно древнее согласно Rb-Sr датировке  $642 \pm 9$  млн лет по глаукониту [Зайцева и др., 2019] из песчаников бакеевской свиты основания венда (см. рис. 2Б).

### Литолого-стратиграфическая характеристика рифейско-вендинских отложений на территории геопарка «Торатау»

На территории геопарка «Торатау» рифейско-вендинские образования слагают ядро и крылья Алатауского антиклиниория и представлены отложениями кааратавской серии верхнего рифея и ашинской серии венда. Распространение отложений и основные черты их геологического строения отражены на геологической карте (рис. 3), а особенности состава и мощности отложений — в литолого-стратиграфической колонке (рис. 4).

**Верхний рифей** в объеме кааратавской серии представлен отложениями зильмердакской, катавской, инзерской и миньярской свит, залегающими в ядре Алатауского антиклиниория.

Зильмердакская свита (RF<sub>3z1</sub>) слагает хребты Алатау, Калу, Ардакты, Баштитин. На рассматриваемой территории мощность отложений свиты, по данным И.И.

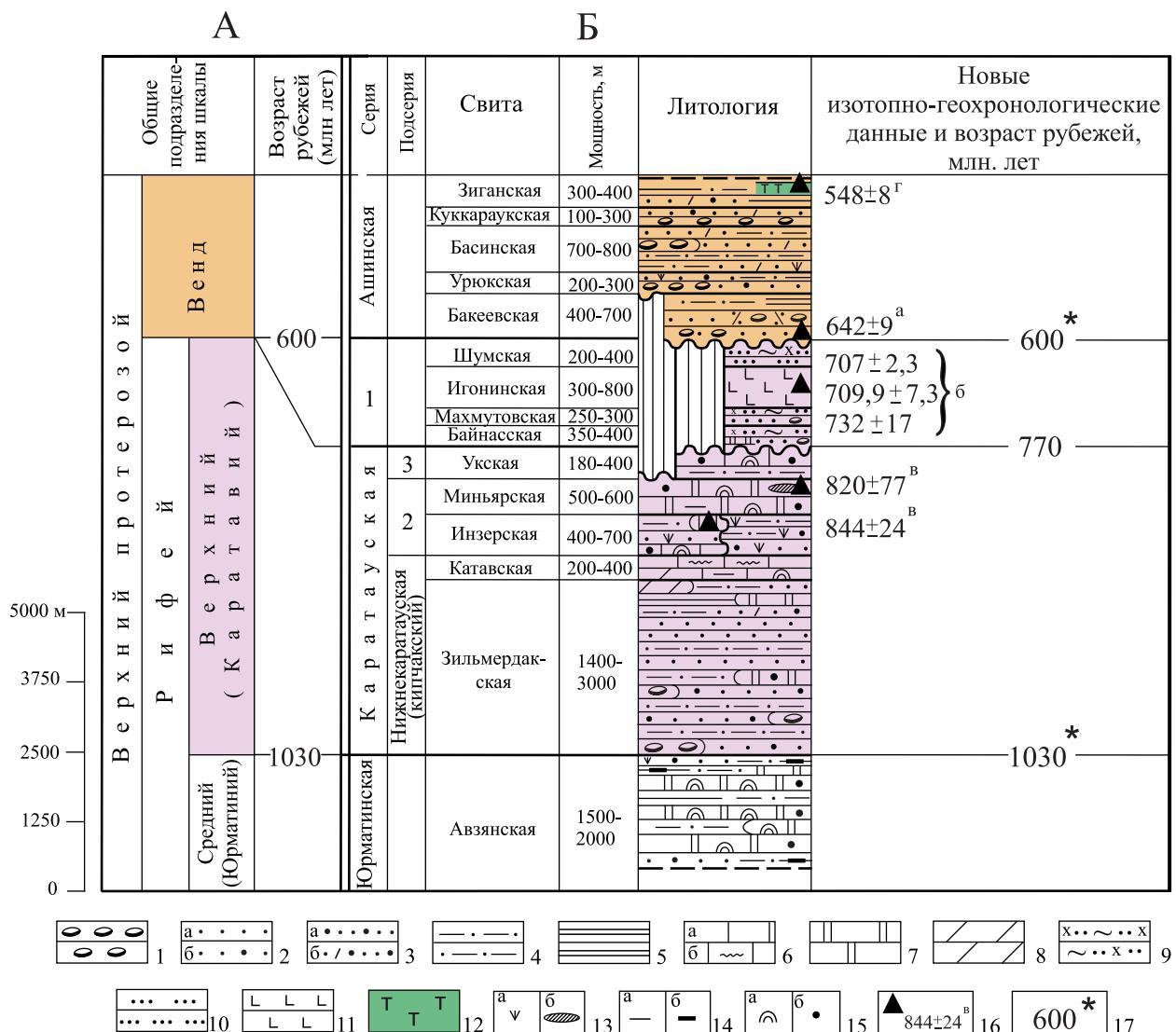


**Рис. 1. Схема основных структур и местоположение участка с развитием отложений докембра на территории геопарка «Торатау»**

Условные обозначения: 1 — границы структур первого порядка: I — восточная окраина Восточно-Европейской платформы (Волго-Уральская область), II — Предуральский краевой прогиб, III — Уральская складчатая система; 2 — местоположение скважины, ее номер и название разведочной площади (Ахм — Ахмеровская, Ших — Шиханская, Клг — Кулгунинская); 3 — местоположение участка; 4 — города.

**Fig. 1. Scheme of the main structures and location of the site with the development of Precambrian deposits in the territory of the Toratau geopark**

Legend: 1 — boundaries of the first-order structures: I — eastern edge of the East European platform (Volga-Ural region), II — Pre-Ural marginal trough, III — Ural folded system; 2 — the location of the well, its number and the name of the exploration area (Aхм — Akhmerovskaya, Ших — Shikhanskaya, Клг — Kulguninskaya); 3 — location of the site; 4 — cities.

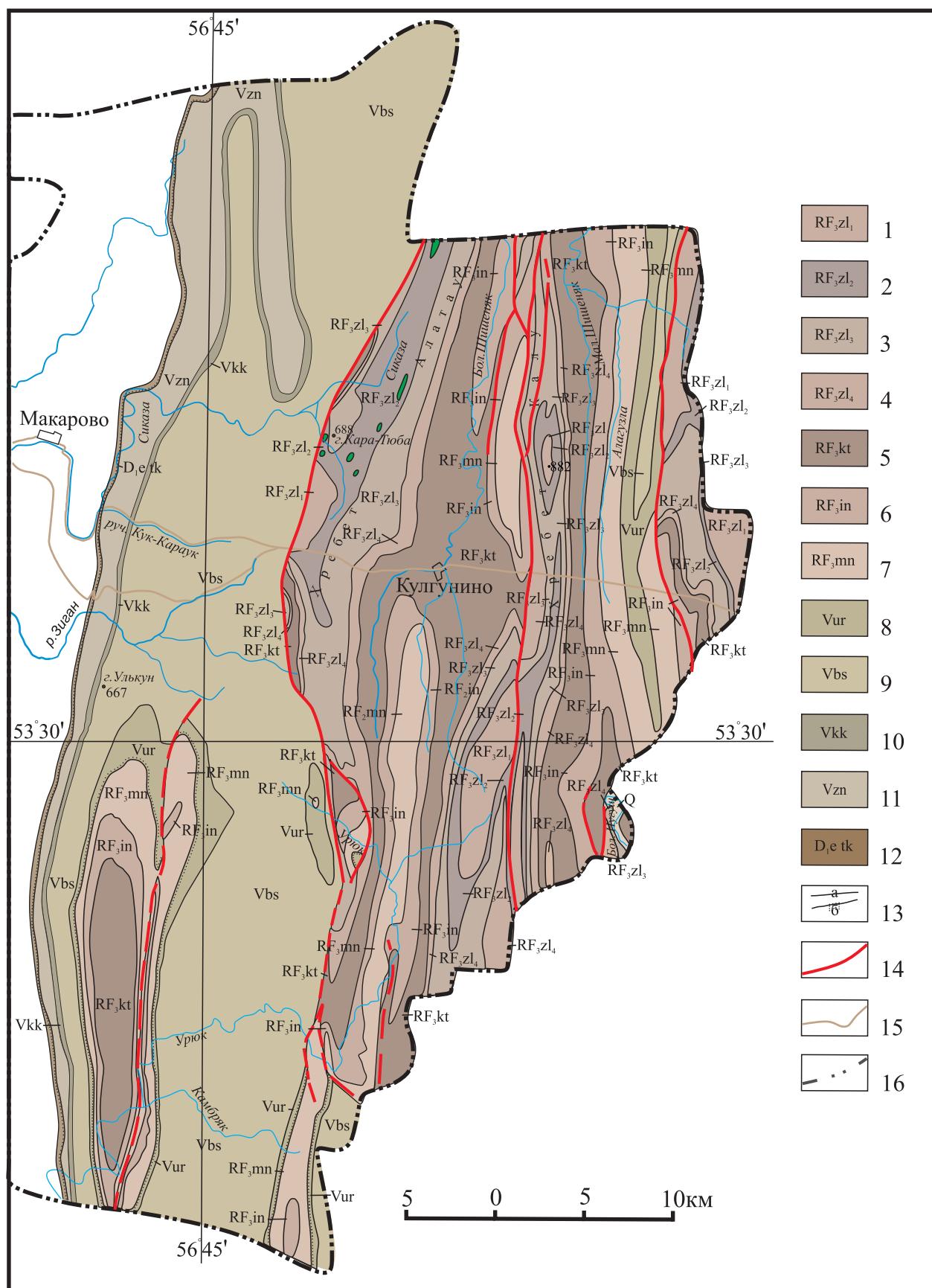


**Рис. 2. А — Общая стратиграфическая шкала докембрия России [Стратиграфический..., 2006], Б — уточненная стратиграфическая схема и сводный литолого-стратиграфический разрез верхнего и завершающего рифея и венда Башкирского мегантиклиниория (Южный Урал) [Козлов и др., 2008], с дополнениями и изменениями**

Условные обозначения: 1 — конгломераты; 2—3 — песчаники: 2 — кварцевые (а), полевошпат-кварцевые (б); 3 — арковые (а), полимиктовые (б); 4 — алевролиты; 5 — аргиллиты; 6 — известняки массивные (а), струйчатые (б); 7 — доломиты; 8 — мергели; 9 — сланцы переменного слюдисто-хлорит-кварцевого состава; 10 — кварциты; 11 — вулканогенные породы; 12 — туфы; 13, 14 — характеристика породы: 13 — глауконит (а), кремни (б), 14 — глинистость (а), углеродистость (б); 15 — органические остатки: строматолиты (а), микрофитолиты (б); 16 — новые изотопно-геохронологические данные, верхним индексом показан: а — Rb-Sr возраст глауконита [Зайцева и др., 2019], б — U-Pb возраст циркона [Краснобаев и др., 2012]; в — Pb-Pb возраст известняков и доломитов [Kuznetsov et al., 2017], г — U-Pb возраст циркона [Гражданкин и др., 2011]; 17 — возраст рубежей со звездочкой «\*» — по [Стратиграфический..., 2006]. Цифры в колонке: 1 — аршинская серия, завершающий рифей (аршиний, RF<sub>4</sub>); 2 — среднекаратауская подсерия (танаурский горизонт); 3 — верхнекаратауская подсерия (кудашский горизонт).

**Fig. 2. A — The general stratigraphic scale of the Precambrian of Russia [Stratigraphic..., 2006], Б — a refined stratigraphic diagram and a summary lithologic-stratigraphic section of the upper and terminal Riphean and Vendian of the Bashkirian meganticlinorium (Southern Urals) [Kozlov et al., 2008] with additions and changes**

Legend: 1 — conglomerates; 2—3 — sandstones: 2 — quartz (a), feldspar-quartz (b), 3 — arkose (a), polymictic (b); 4 — siltstones; 5 — mudstones; 6 — massive (a) limestones, streaky (b); 7 — dolomites; 8 — marls; 9 — shales of alternating mica-chlorite-quartz composition; 10 — quartzites; 11 — volcanic rocks; 12 — tuffs; 13, 14 — rock characterization: 13 — glauconite (a), chert (b); 14 — clay content (a), carbon content (b); 15 — organic residues: stromatolites (a), microphytolites (b); 16 — new isotope-geochronological data: а — Rb-Sr age of glauconite [Zaitseva et al., 2019], б — U-Pb age of zircon [Krasnobaev et al., 2012]; в — Pb-Pb age of limestones and dolomites [Kuznetsov et al., 2017], г — U-Pb age of zircon [Grazhdankin et al., 2011]; 17 — age of boundaries with an asterisk “\*” according to [Stratigraphic..., 2006]. Numbers in the column: 1 — Arsha Series, the terminal Riphean (Arshinian, RF<sub>4</sub>); 2 — the Middle Karatau subseries (Tanaur horizon); 3 — Upper Karatau subseries (Kudash horizon).



и З.А. Синицыных [1968], Г.Б. Яковлева и Н.Ф. Решетникова [1967], составляет 1140–1470 м. Свита расчленена на бирьянскую (песчаники и алевролиты кварцевые и аркозовые, грубозернистые, светло-серого и коричневого цвета, мелкогалечные конгломераты, аргиллиты, мощность 750 м), нугушскую (песчаники и алевролиты кварцевые и аркозовые, аргиллиты зеленовато-серые, мощность 170–400 м), лемезинскую (песчаники кварцевые, светло-серые с редкими прослойями аргиллитов, мощность 120–200 м) и бедерышинскую (алевролиты и песчаники полевошпат-кварцевые, аргиллиты зеленовато-серые, мощность 100–120 м) подсвиты, связанные постепенными переходами. На склонах хребтов Баштин и Юрматай зильмердакская свита согласно залегает на подстилающих отложениях авзянской свиты среднего рифея [Козлов, 1982; Геологическая..., 2002].

*Катавская свита* на описываемой территории прослеживается вдоль хребтов Алатау, Калу, Авдырдак, Баштин, где представлена известняками со строматолитами и мергелями буровато-красными и светло-серыми, полосчатыми и ленточно-слоистыми с прослойями темно-серых аргиллитов. Мощность свиты оценивалась И.И. и З.А. Синицыными [1968] в 600–700 м, что превосходило мощность (200–400 м) отложений свиты в опорных разрезах в верховьях р. Зилим. Увеличение мощности отложений катавской свиты в данном районе было подтверждено результатами бурения параметрической скважины 1 Кулгунинская (забой 5154 м), где породы свиты были пройдены скважиной в интервале глубин 0–620 м. (Скв. 1 Кулгунинская, пробуренная в 1976–1983 гг. на северной окраине с. Кулгунино в северо-восточной части Ишимбайского района (см. рис. 1 и 3), располагалась в северном центрально-клинальном замыкании Кулгунинской синклиналии, осложняющей западное крыло Алатауского антиклинария [Козлов и др., 2011а]).

В разрезе скв. 1 Кулгунинская катавская свита по особенностям литологического состава расчленена на нижнюю и верхнюю подсвиты.

Нижняя подсвита выделена в интервале глубин 230–620 м и подразделена на нижнюю и верхнюю толщи. Нижняя толща (интервал глубин 500–620 м) представлена серыми строматолитовыми известняками плотными, с характерными неравномерными волнистыми текстурами, присутствуют серые глинистые известняки с частыми тонкими расташенными фрагментированными псаммитовыми прослойками полевошпат-кварцевого состава. Иногда глинистые известняки неравномерно прокремнены. Мощность нижней толщи 120 м. Верхняя толща (интервал глубин 230–500 м) сложена ленточно-слоистыми пестроцветными (вишнево-красными, прослойями зеленовато- и светло-серыми) известняками тонкозернистыми, с тонкими слойками малиновых и (иногда) зеленовато-серых пелитовых сланцев. Мощность верхней толщи 270 м, а всей подсвиты в скв. 1 Кулгунинская — 390 м.

Верхняя подсвита (интервал глубин 0–230 м) представлена известняками мелкозернистыми, прослойми глинистыми, с характерной «струйчатой» текстурой, светло-серыми и серыми с зеленоватым оттенком, с тонкими (3–5 мм до 10 мм) прослойками темно-зеленовато-серых, участками бордовых аргиллитов, со стилолитовыми швами и примесью алевритовых зерен. Мощность верхней подсвиты — 230 м, а всей катавской свиты в скважине 1 Кулгунинская — 620 м. Нижняя граница свиты проведена условно с учетом данных каротажа.

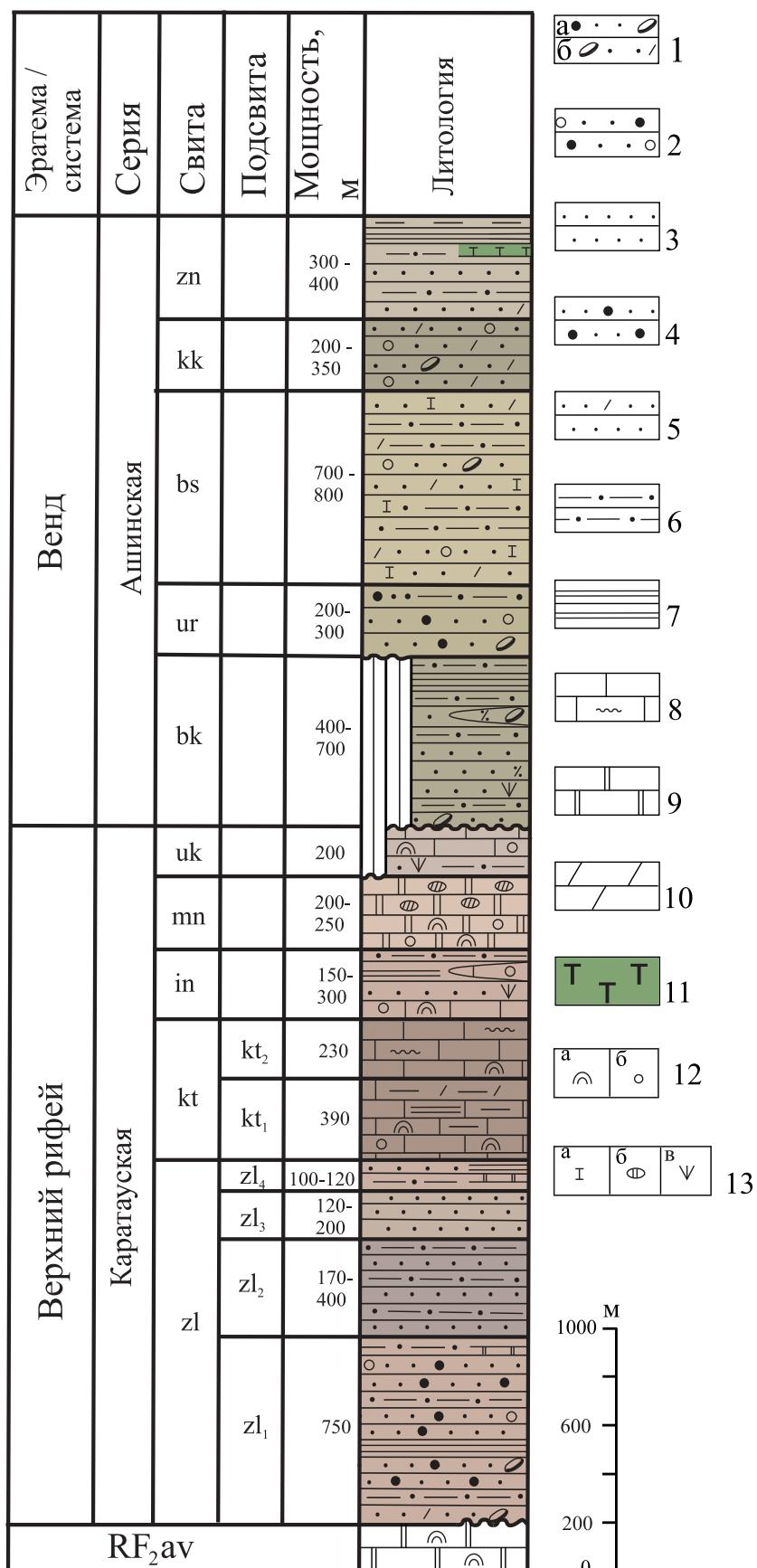
*Инзерская свита* развита у подножий хребтов Калу, Баштин, Ардакты, обнажена по рекам Ялмаш, Урюк, Большой и Малый Шишеняк и их притокам. По особенностям состава инзерская свита расчленена на две подсвиты: нижнюю (подинзерские слои мощностью 100–300 м), сложенную известняками

**Рис. 3. Геологическая карта распространения отложений рифея и венда в Алатауском антиклиниории на территории геопарка «Торатау» (в административных границах Ишимбайского района) [Синицын, Синицына, 1968; Яковлев, Решетников, 1967]**

*Условные обозначения:* 1–7 — отложения верхнего рифея ( $RF_3$ ). Свиты: 1–4 — зильмердакская (подсвиты: 1 — бирьянская, 2 — нугушская, 3 — лемезинская, 4 — бедерышинская); 5 — катавская; 6 — инзерская; 7 — миньярская; 8–11 — отложения венда (V), свиты: 8 — урюкская, 9 — басинская, 10 — куккаррукская, 11 — зиганская; 12 — такатинский горизонт эмсского яруса нижнего девона; 13 — геологические границы согласные (a) и несогласные (b); 14 — тектонические нарушения; 15 — автодороги; 16 — административные границы.

**Fig. 3. Geological map of the distribution of Riphean and Vendian deposits in the Alatau anticlinorium on the territory of the Toratau geopark (within the administrative boundaries of the Ishimbay region) [Sinitzin, Sinitzina, 1968; Yakovlev, Reshetnikov, 1967]**

*Legend:* 1–7 — deposits of the Upper Riphean ( $RF_3$ ). Formations: 1–4 — Zilmerdak (retinues: 1 — Biryana, 2 — Nugush, 3 — Lemeza, 4 — Bederysh); 5 — Katav; 6 — Inzer; 7 — Minyar; 8–11 — deposition of the Vendian (V), Formations: 8 — Uryuk, 9 — Basu, 10 — Kukkarauk, 11 — Zigan; 12 — Takata Horizont of the Emsian Stage of the Lower Devonian; 13 — geological boundaries conform (a) and unconform (b); 14 — tectonic disturbances; 15 — roads; 16 — administrative boundaries.



со строматолитами и микрофитолитами, в основании которых (р. Бол. Шишеняк в 7 км ниже с. Кулгунино) залегает терригенная пачка (10–15 м), содержащая микрофоссилии шишенякской биоты [Янкаускас 1980]. Верхняя подсвита (песчаники и алевролиты полевошпат-кварцевые, полимиктовые и кварцевые, с глауконитом, зеленовато-светло-серые и красновато-бурые, с тонкими прослойками аргиллитов и известняков, мощностью 150–300 м) расчленена по особенностям состава на три толщи: нижнюю и верхнюю — терригенные, среднюю — карбонатную. Породы часто смяты в мелкие складки. Мощность свиты достигает 600 м.

Миньярская свита прослеживается полосой по долинам рек Зилим, Бол. и Мал. Шишеняк, Ялмаш, Юрюк, слагает ядра Кулгунинской и Зилимо-Шишенякской синклиналей и западное крыло

**Рис. 4. Литолого-стратиграфическая колонка отложений рифея и венда Алатауского антиклиниория на территории геопарка «Торатай»**

Условные обозначения: 1 — конгломераты (а) и тиллиты (б); 2 — гравелиты; 3–5 — песчаники: 3 — кварцевые, 4 — аркозовые, 5 — полимиктовые; 6 — алевролиты; 7 — аргиллиты; 8 — известняки и струйчатые известняки; 9 — доломиты; 10 — мергели; 11 — туфы; 12 — органические остатки: строматолиты (а), микрофитолиты (б); 13 — характеристика породы: кальцитизация (а), кремни (б), глауконит (в). RF<sub>2</sub>av — средний рифей, авзянская свита.

**Fig. 4. The lithologic-stratigraphic column of deposits of the Riphean and Vendian of Alatau anticlinorium in the territory of the Toratau geopark**

Legend: 1 — conglomerates (a) and tollites (b); 2 — gravelites; 3–5 — sandstones: 3 — quartz, 4 — arkose, 5 — polymictic; 6 — siltstones; 7 — mudstones; 8 — limestones and jet limestones; 9 — dolomites; 10 — marls; 11 — tuffs; 12 — organic residues: stromatolites (a), microphytoliths (b); 13 — lithological characteristics: calcification (a), cherts (b), glauconite (v). RF<sub>2</sub>av — Middle Riphean, Avzyan Formation.

Ялмаш-Урюкской антиклинали. На подстилающих отложениях инзерской свиты залегает согласно. Нижняя часть разреза свиты (минская подсвита) сложена серыми и темно-серыми доломитами и доломитизированными известняками, реже известняками, в верхней части доломиты содержат прослои и линзы кремней (бьянская подсвита). Мощность свиты 200–250 м.

*Уксская свита* фрагментарно отмечается по рекам Зилим, Урюк и Бол. Нукус и их притокам, где мощность отложений не превышает 200 м. На подстилающих отложениях миньярской свиты уксская залегает с постепенным переходом. По особенностям литологического состава уксская свита расчленена на нижнюю — терригенную (глауконит-кварцевые, кварцевые и полимиктовые песчаники и алевролиты с прослоями аргиллитов) и верхнюю — карбонатную (известняки со строматолитами и микрофитолитами) подсвиты.

**Венд.** На западном крыле Башкирского мегантиклиниория ашинская серия в составе бакеевской, урюкской, басинской, куккараукской и зиганской свит развита преимущественно на крыльях Алатауского антиклиниория. Западное крыло антиклиниория осложнено Алатауским надвигом, по которому породы зильмердакской свиты надвинуты на отложения венда (см. рис. 3). Достаточно подробно отложения ашинской серии охарактеризованы во многих статьях и монографических работах [Стратотип..., 1983; Келлер и др., 1984; Беккер, 1988; Козлов, 1982; Пучков и др., 2014; Сергеева и др., 2019 и др.], поэтому в настоящей статье приведена краткая характеристика отложений венда, развитых на территории геопарка.

*Бакеевская свита* представлена полевошпат-кварцевыми песчаниками и алевролитами, аргиллитами, иногда в основании присутствуют прослои конгломератов и гематитовых руд, и распространена по р. Зилим и ее притокам севернее границы рассматриваемой территории геопарка. Мощность отложений свиты 100–600 м.

*Урюкская свита* сложена полевошпат-кварцевыми, кварцевыми и аркозовыми песчаниками и конгломератами. Отложения свиты распространены на территории района в бассейне р. Урюк и ее притоков р. Ялмаш и р. Бриш, где разрезы свиты являются стратотипическими, но труднодоступны и недостаточно обнажены. Мощность отложений 200–300 м.

*Басинская свита* представлена неравномерным чередованием полимиктовых и реже кварцевых песчаников, алевролитов и аргиллитов. Макси-

мальная мощность отложений свиты в разрезе по руч. Кукраук достигает 900 м.

*Куккараукская свита* сложена полимиктовыми песчаниками и конгломератами, мощностью 100–300 м. На территории района находится стратотипический разрез свиты по руч. Кукраук и в дорожной выемке по автодороге Макарово–Кулгунино, проходящей по водоразделу р. Зиган и руч. Кукраук (рис. 5а и б, описание разреза см. статью Н.Д. Сергеевой и В.Н. Пучкова в этом номере журнала).

*Зиганская свита* представлена неравномерным чередованием полимиктовых песчаников, алевролитов и аргиллитов с редкими прослоями туфов (см. рис. 4). Мощность осадков 300–400 м. На территории геопарка по р. Зиган находится стратотипический разрез свиты, но наиболее полно отложения зиганской свиты вскрыты дорожными выемками по автодороге Макарово–Кулгунино, проходящей по водоразделу р. Зиган и руч. Кукраук.

## Заключение

1. Мощность отложений верхнего рифея на территории геопарка составляет от 2840 до 3220 м, венда — достигает 1610 м. Полнота геологических разрезов отложений рифея и венда, их доступность и великолепные горные пейзажи делают Южный Урал привлекательным не только для геологов. Эти объекты по существу служат своеобразным полигоном для всестороннего изучения и проведения геологических экскурсий и полевой геологической практики студентов геологических вузов.

Уже первая большая геологическая экскурсия иностранных ученых по разрезам отложений докембрия Южного Урала в рамках Международного проекта «Корреляция докембрия» в 1975 г. имела решающее значение для признания рифея как единицы Международной шкалы докембрия.

2. На территории геопарка находятся стратотипы куккараукской и зиганской свит, представительный опорный разрез басинской свиты. Отложения этих свит являются эталонными для молассовой формации, формирование которой связано с орогенезом: заключительным этапом развития крупных тектонических циклов, и могут служить маркерами при глобальной корреляции складчатых комплексов. Рассматриваемые отложения хорошо обнажены в широтной долине руч. Кукраук (см. рис. 5а и в) и вскрыты дорожными выемками по автодороге Макарово–Кулгунино, проходящей по водоразделу р. Зиган и руч. Кукраук (см. рис. 5б). Следующее



**Рис. 5. Конгломераты куккараукской свиты в районе водопада Кукраук (а) и в дорожной выемке на участке новой дороги Макарово – Кулгунино (б) и фрагмент разреза пород зиганской свиты (с маркировкой Vzn, слой 15) в долине руч. Кукраук (в). Фото Т.С. Зайцевой и Н.Д. Сергеевой**

**Fig. 5. Conglomerates of the Kukrauk Formation in the area of the Kukrauk Falls (a) and in the road recess in the section of the new Makarovo–Kulgutino road (б) and a fragment of the section of rocks of the Zigan Formation (marked Vzn, layer 15) in the valley of the stream Kukrauk (в). Photo by T.S. Zaitseva and N.D. Sergeeva**

пересечение рассматриваемых отложений находится севернее — в Гафурийском районе по а/дороге Красноусольск–Толпарово. Здесь по рекам Зилим, Мал. Толпар и их притокам в живописных скалистых берегах вскрыты отложения верхнего рифея и венда, представляющие уникальные геологические памятники природы [Гареев, 2004]. К числу таких геологических объектов относятся и ледниковые отложения (тиллиты, рис. 6), развитые по р. Зилим в районе д. Толпарово.



**Рис. 6. Тиллиты бакеевской (толпаровской) свиты венда. Правобережье р. Мал. Толпар восточнее д. Толпарово. Фото Н.Д. Сергеевой**

**Fig. 6. Tillites of the Bakeevo (Tolparovo) Formations of the Vendian. Right bank Mal. Tolpar river east of the Tolparovo village. Photo by N.D. Sergeeva**

Тиллиты, образование которых связано с яркими климатическими событиями (оледенениями), привлекают исследователей своим неординарным происхождением, видом, составом и многими другими признаками.

*Исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ ИГ УФИЦ РАН (тема гос. задания № 0246-2019-0087).*

#### Список литературы:

Беккер Ю.Р. Молассы докембрия. — Л.: Недра, 1988. — 288 с.

Гареев Э.З. Геологические памятники природы Республики Башкортостан. — Уфа: Tay, 2004. — 296 с. — ISBN 5-93576-028-3.

Геологическая карта Российской Федерации и сопредельной территории Республики Казахстан. М 1:1 000 000 (нов. сер.). Лист N-40(41)-Уфа / Отв. ред. В.И. Козлов. — СПб: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2002.

Гражданкин Д.В., Марусин В.В., Меерт Дж., Крупенин М.Т., Маслов А.В. Котлинский горизонт на Южном Урале // Докл. РАН. — 2011. — Т. 440, № 2. — С. 201–206.

Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. — СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. — 112 с.

Зайцева Т.С., Кузнецов А.Б., Горохов И.М., Ивановская Т.А., Турченко Т.Л. Глобулярные и тонкодисперсные слоистые силикаты из осадочных пород венда Южного Урала: новые минералого-геохимические и изотопно-геохронологические данные // Этапы формирования и развития протерозойской земной коры: стратиграфия, метаморфизм, магматизм, геодинамика: Матер. 6-й Росс. конф. по проблемам геологии и геодинамики докембрия. — СПб., 2019. — С. 77–79.

Келлер Б.М., Вейс А.Ф., Горожанин В.М. Толпаровский разрез верхнего докембрия (Южный Урал) // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1984. — № 9. — С. 119–124.

Козлов В.И. Верхний рифей и венд Южного Урала. — М.: Наука, 1982. — 128 с.

Козлов В.И., Сергеева Н.Д. Верхний протерозой Волго-Уральской области. Стратиграфия и особенности состава // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ. — 2011. — № 17. — С. 58–80.

Козлов В.И., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д. Новая схема расчленения параметрической скважины 1 Кулгунинская (Ю. Урал). — Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2011а. — 60 с.

Козлов В.И., Сергеева Н.Д., Генина Л.А., Михайлов П.Н. К вопросу о строении пограничных слоев верхнего рифея и венда в Тирлянском районе на Южном Урале // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Матер. 7-й Межрегион. науч.-практ. конф. — Уфа, 2008. — С. 112–117.

Козлов В.И., Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Нехорошева А.Г., Бушарина С.В. Аршиний — новый стратон рифея в стратотипических разрезах Южного Урала // Геологический сборник № 9 / ИГ УНЦ РАН. — Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2011б. — С. 52–56.

Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Бушарина С.В. Новые данные по цирконовой геохронологии аршинских вулканитов (Южный Урал) // Литосфера. — 2012. — № 4. — С. 127–140.

Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Краснобаев А.А. Пограничные стратоны рифея и венда на Южном Урале. Дополнения и изменения в региональную стратиграфическую схему // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Матер. 10-й Межрег. науч.-практ. конф. — Уфа: ДизайнПресс, 2014. — С. 77–87.

Сергеева Н.Д., Пучков В.Н. Стратиграфия рифея и венда Волго-Уральской области (изменения и дополнения) // Общая стратиграфическая шкала и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России / Отв. ред. Т.Ю. Толмачева: Матер. Межвед. рабочего совещ. — СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2016. — С. 157–159.

Сергеева Н.Д., Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Козлова О.В., Ратов А.А. Ашинская серия венда: орогенный комплекс тиманид на Южном Урале // Геологический вестник. — 2019. — № 1. — С. 3–34. — doi.org/10.31084/2619-0087-2019-1-1.

- Синицын И.И., Синицына З.А.* Объяснительная записка к геологической карте СССР. М 1:200 000. Сер. Ю.-Уральская. N-40-XXI. – М.: Госгеолком СССР, 1968. – 70 с.
- Соколов Б.С.* Очерки становления венда. – М.: КМК Лтд., 1997. – 156 с.
- Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой) / МСК России. – Екатеринбург, 1993. – 151 схема. 152 с.
- Стратиграфический кодекс России. Изд. 3-е. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. – 96 с.
- Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология. – М.: Наука, 1983. – 184 с. – (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 377).
- Яковлев Г.Б., Решетников Н.Ф.* Объяснительная записка к геологической карте СССР. М 1:200 000. Сер. Южно-Уральская. N-40-XXII. – М.: Недра, 1967. – 84 с.
- Янкаускас Т.В.* Шишенянская микробиота верхнего рифея Южного Урала // Докл. АН СССР. – 1980. – Т. 251, № 1. – С. 190–192.
- Kuznetsov A.B., Bekker A., Ovchinnikova G.V., Gorokhov I.M., Vasilyeva I.M.* Unradiogenic strontium and moderate-amplitude carbon isotope variations in early Tonian seawater after the assembly of Rodinia and before the Bitter Springs Excursion // Precambrian Research – 2017. – No. 298. – P. 157–173. – doi.org/10.1016/j.precamres.2017.06.011.
- References:**
- Becker Ju.R.* Molassy dokembriya [Molasses of the Precambrian]. L.: Nedra, 1988. 288 p. (In Russian).
- Gareev E.Z.* Geologicheskie pamiatniki prirody Respubliki Bashkortostan [Geological natural monuments of the Republic of Bashkortostan]. Ufa: Tau, 2004. 296 p. ISBN 5-93576-028-3. (In Russian).
- Geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii i sopredel'noi territorii respubliki Kazakhstan. M 1:1 000 000 (novaya seriya). List N-40(41)-Ufa / V.I. Kozlov (red.) [Geological map of the Russian Federation and adjacent territory of the Republic of Kazakhstan. Scale 1:1 000 000 (new series). The sheet N-40 (41)-Ufa / V.I. Kozlov (ed.). SPb: Kartfabrika VSEGEI, 2002. (In Russian).
- Grazhdankin D.V., Marusin V.V., Meert Dzh., Krupenin M.T., Maslov A.V.* Kotlinskij gorizont na Juzhnom Urale [The Kotlinsky horizon in the Southern Ural] // Dokl. Earth Sciences. 2011. T. 440, No. 2. P. 201–206. (In Russian).
- Dopolneniya k Stratigraficheskemu kodeksu Rossii [Additions to the stratigraphic code of Russia]. SPb.: Izd-vo VSEGEI. 2000. 112 p. (In Russian).
- Keller B.M., Veis A.F., Gorozhanin V.M.* Tolparovskii razrez verkhnego dokembriya (Yuzhnyi Ural) [Tolparovsky section of the Upper Precambrian (South Urals)] // Izv. AN SSSR. Ser. geol. 1984. No. 9. P. 119–124. (In Russian).
- Kozlov V.I.* Verkhniy rifei i vend Yuzhnogo Urala [Upper Riphean and Vendian of the Southern Urals]. M.: Nauka, 1982. 128 p. (In Russian).
- Kozlov V.I., Sergeeva N.D.* Verhnii Proterozoi Volgo-Ural'skoi oblasti. Stratigrafiya i osobennosti sostava [Upper Proterozoic of the Volga-Ural region. Stratigraphy and compositional features] // Geologiya. Izvestiya Otdeleniya nauk o Zemle i prirodnyh resursov AN RB. 2011. No. 17. P. 58–80. (In Russian).
- Kozlov V.I., Puchkov VN., Sergeeva N.D.* Novaya skhema raschleneniya parametricheskoi skvazhiny 1 Kulguninskaya (Yuzhnyi Ural) [A new scheme for breaking up a parametric well 1 Kulguninskaya (South Ural)]. Ufa: DizainPoligrafServis, 2011a. 60 p. (In Russian).
- Kozlov V.I., Sergeeva N.D., Genina L.A., Mihailov P.N.* K voprosu o stroenii pogranichnykh sloev Verhnego Rifeya i Venda v Tirlyanskom raione na Yuzhnym Urale [On the structure of the boundary layers of the Upper Riphean and Vendian in the Tyrljan region in the Southern Urals] // Geologiya, poleznye iskopaemye i problemy geoekologii Bashkortostana, Urala i sopredel'nyh territorii: Materialy 7-i Mezhreg. nauch.-prakt. konf. Ufa, 2008. P. 112–117. (In Russian).
- Kozlov V.I., Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Nehorosheva A.G., Busharina S.V.* Arshinii – novyi straton rifeya v stratotipicheskikh razrezah Yuzhnogo Urala [Arshinii is a new Riphean straton in the stratotype cuts of the Southern Urals] // Geol. Sbornik No. 9 / IG UNC RAN. Ufa: DizainPoligrafServis, 2011b. P. 52–56. (In Russian).
- Krasnobaev A.A., Kozlov V.I., Puchkov VN., Sergeeva N.D., Busharina S.V.* Novye dannye po tsirkonovoi geohronologii arshinskikh vulkanitov (Yuzhnyi Ural) [New data on zircon geochronology of Arshin volcanic rocks (South Urals)] // Litosfera. 2012. No. 4. P. 127–140. (In Russian).
- Kuznetsov A.B., Bekker A., Ovchinnikova G.V., Gorokhov I.M., Vasilyeva I.M.* Unradiogenic strontium and moderate-amplitude carbon isotope variations in early Tonian seawater after the assembly of Rodinia and before the Bitter Springs Excursion // Precambrian Research. 2017. No. 298. P. 157–173. doi.org/10.1016/j.precamres.2017.06.011.
- Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Krasnobaev A.A.* Pogranichnye stratony rifeya i venda na Yuzhnym Urale. Dopolneniya i izmeneniya v regional'nyuy stratigraficheskuyu skhemu [The boundary strata of the Riphean and Vendian in the Southern Urals. Supplements and changes in the regional stratigraphic scheme] // Geologiya, poleznye iskopaemye i problemy geoekologii Bashkortostana, Urala i sopredel'nykh territorii: Materialy 10-i Mezhreg. nauch.-prakt. konf. Ufa: DizainPress, 2014. P. 77–87. (In Russian).
- Sergeeva N.D., Puchkov V.N.* Stratigrafiya rifeya i venda Volgo-Ural'skoi oblasti (izmeneniya i dopolneniya) [Riphean and Vendian stratigraphy of the Volga-Ural region (changes and additions)] // Obshchaya stratigraficheskaya shkala i metodicheskie problemy razrabotki regional'nyh stratigraficheskikh shkal Rossii / T.Yu. Tolmacheva (ed.): Mater. Mezhved. rabochego soveshch. SPb: Izd-vo VSEGEI, 2016. P. 157–159. (In Russian).
- Sergeeva N.D., Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Kozlova O.V., Ratov A.A.* Ashinskaya seriya venda: orogenyi kompleks timanid na Yuzhnym Urale [Ashinskaya Venda series: orogenic complex of timanides in the South Urals] // Geologicheskii vestnik. 2019. No. 1. P. 3–34. doi.org/10.31084/2619-0087-2019-1-1. (In Russian).
- Sinitsin I.I., Sinitsina Z.A.* Ob"yasnitel'naya zapiska k geologicheskoi karte SSSR. M 1:200 000. Seriya Yuzhno-Ural'skaya. N-40-XXI [Explanatory note to the geological map of the USSR. M 1: 200 000. Series South

Ural. N-40-XXI]. M.: Gosgeolkom SSSR, 1968. 70 p. (In Russian).

Sokolov B.S. Ocherki stanovleniya Venda [Essays on the Formation of Vendian]. M.: KMK Ltd, 1997. 156 p. (In Russian).

Stratigraficheskie shemy Urala (Dokembrii, paleozooi) / Mezhvedomstvennyi Stratigraficheskii Komitet Rossii [Stratigraphic schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic)]. Ekaterinburg, 1993. 151 scheme, 152 p. (In Russian).

Stratigraficheskii kodeks Rossii [Stratigraphic Code of Russia]. 3-e izd. SPb.: VSEGEI, 2006. 96 p. (In Russian).

Stratotip rifeya. Stratigrafiya. Geokhronologiya [Stratotype of the Riphean. Stratigraphy. Geochronology]. M.: Nauka, 1983. 184 p. (Trudy GIN AN USSR; Is. 377). (In Russian).

Yakovlev G.B., Reshetnikov N.F. Ob»yasnitel'naya zapiska k geologicheskoi karte SSSR [Explanatory note to the geological

map of the USSR]. M 1:200 000. Seriya Yuzhno-Ural'skaya. N-40-XXII. M.: Nedra, 1967. 84 p. (In Russian).

Yankauskas T.V. Shishenyakskaya mikrobiota verhnego rifeya Yuzhnogo Urala [Shishenyak microbiota of the Upper Riphean of the Southern Urals] // Dokl. AN SSSR. 1980. Vol. 251, No. 1. P. 190–192. (In Russian).

Zaitseva T.S., Kuznetsov A.B., Gorokhov I.M., Ivanovskaya T.A., Turchenko T.L. Globulyarnye i tonkodispersnye sloistye silitaty iz osadochnykh porod venga Yuzhnogo Urala: novye mineralogo-geohimicheskie i izotopno-geohronologicheskie dannye [Globular and finely dispersed layered silicates from sedimentary rocks of the Vendian of the Southern Urals: new mineralogical-geochemical and isotope-geochronological data] // Etapy formirovaniya i razvitiya proterozoiskoi zemnoi kory: stratigrafiya, metamorfizm, magmatizm, geodinamika: Materialy 6-i Ross. konf. po problemam geologii i geodinamiki dokembriya. Sankt-Peterburg, 2019. P. 77–79. (In Russian).

### *Сведения об авторах*

**Сергеева Нина Дмитриевна**, канд. геол.-минер. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: riphey@ufaras.ru

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

**Солодова Светлана Андреевна**, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: solodowa.svetla2010@yandex.ru

### *About the authors:*

**Sergeeva Nina Dmitrievna**, candidate of geological and mineralogical sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: riphey@ufaras.ru

**Kozlova Olga Vjacheslavovna**, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: riphey@ufaras.ru

**Solodova Svetlana Andreevna**, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: solodowa.svetla2010@yandex.ru

УДК 551.71/72(234.853)

DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-5>

## РАЗРЕЗ АШИНСКОЙ СЕРИИ ПО РУЧЬЮ КУКРАУК. МОЛАССОВАЯ ФОРМАЦИЯ ТИМАНСКОГО ОРОГЕНА НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

© 2019 г. Н.Д. Сергеева, В.Н. Пучков

**Реферат.** В статье приведена характеристика ашинской молассы тиманского орогена в разрезе по руч. Кукраук на западном крыле Алатауского антиклиниория (Южный Урал). В складчатый комплекс тиманид включены отложения басинской, куккараукской и зиганской свит ашинской серии верхнего венда, породы которых, аналогично типичным молассам, неоднородны по вещественному и гранулометрическому составу. Эти отложения хорошо представлены в береговых скалах и по руслу ручья Кукраук на протяжении 11 км и имеют мощность более 1.5 км. Однако в разрезе по руч. Кукраук отложения зиганской свиты обнажены недостаточно, более полно она вскрыта придорожными выемками вдоль нового участка дороги Стерлитамак–Белорецк на водоразделе р. Зиган и руч. Кукраук, где в аргиллитах зиганской свиты присутствуют несколько прослоев туфов, что дает шанс на дополнительное датирование свиты и представляет значительный интерес при палеогеографических реконструкциях в регионе на рубеже венда и палеозоя. Уточнить состав, возраст возможных источников сноса и местоположение области размыва позволила новая SHRIMP-датировка 713.6±6.1 млн лет по циркону из гранитной гальки конгломератов куккараукской свиты в разрезе по руч. Агарды, правому притоку р. Инзер. Эта датировка свидетельствует о том, что в вендское время в области сноса происходил размыв пород, близких по составу и возрасту к гранитам Мазаринского массива (710–740 млн. лет) и Баранголовского габбро-гранитного комплекса (725±5 млн. лет), расположенных в северной части зоны Уралтау на Южном Урале, к востоку от осадочного бассейна. Разрезы басинской, куккараукской и зиганской свит по руч. Кукраук и на водоразделе р. Зиган и руч. Кукраук вдоль нового участка дороги Стерлитамак–Белорецк предложены в качестве эталонных при палеотектонических и палеогеографических реконструкциях складчатых комплексов.

**Ключевые слова:** молassa, венд, ороген, ашинская, серия, свита, басинская, куккараукская, зиганская, Южный Урал

## THE SECTION OF ASHA SERIES ALONG KUKRAUK STREAM. MOLASSE FORMATION OF TIMANIAN OROGEN IN THE SOUTHERN URALS

© 2019 N.D. Sergeeva, V.N. Puchkov

**Abstract:** The article describes the Asha molasse of Timanian orogen in the section of Kukrauk stream in the western wing of the Alatau anticlinorium (Southern Urals). Deposits of the Basa, Kukkarauk and Zigan Formations of Asha series of the Upper Vendian are the part of the folded complex of Timanides, the rocks of which, similar to typical molasse, are heterogeneous in material and particle size composition. These deposits are well represented in the coastal cliffs and along the channel of the Kukrauk stream for 11 km and have a thickness of more than 1.5 km. However, the Kukrauk deposits of the creek are not sufficiently exposed and more complete outcrops of the Zigan Formation are present in roadside excavations along the new part of the Sterlitamak – Beloretsk road on the watershed of the river. Zigan and stream Kukrauk. Several layers of tuff are present there in the mudstones of the Zigan Formation, which is of considerable interest for paleogeographic reconstructions in the region at the boundary of the Vendian and Paleozoic. The new SHRIMP dating of 713.6±6.1 Ma was acquired for zircon from granite pebbles of conglomerates of the Kukkarauk Formation in the section along the Agarda creek, the right tributary of the Inzer river. This dating indicates that in the Late Vendian time, erosion occurred to the rocks close in composition and age to granites of the Mazara massif (710–740 Ma) and the Barangulovo

**Для цитирования:** Сергеева Н.Д., Пучков В.Н. Разрез ашинской серии по руч. Кукраук. Молассовая формация тиманского орогена на Ю. Урале // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 62–68. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-5>.

**For citation:** Sergeeva N.D., Puchkov V.N. Section of the ash series on stream Kukrauk. Molass formation of the Timan orogen in the Southern Urals // Geologicheskii vestnik. 2019. No. 3. P. 62–68. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-5>.

gabbro-granite complex ( $725 \pm 5$  Ma), located in the northern part of the Uraltau zone in the Southern Urals, to the east of the Late Vendian sedimentary basin. The outcrops of the Basa, Kukkarauk and Zigan Formations along the Kukrauk stream and on the watershed of Zigan and Kukrauk along the new section of the Sterlitamak – Beloretsk road were proposed as reference objects for paleotectonic and paleogeographic reconstructions of folded complexes.

*Key words:* molasse, Vendian, Orogen, Asha Series, Formation, Basa, Kukkarauk, Zigan, Southern Urals

## Введение

Тиманский ороген формировался на краю рифейского платформенного бассейна [Пучков, 2010] на западном склоне Южного Урала и прилегающей части Восточно-Европейской платформы в результате тиманской орогении в поздневендское время (возрастной интервал от 600 до 543 млн лет [Дополнения..., 2000]). В прогибах орогена на западном склоне Южного Урала накапливались отложения, выделяемые в особую молассовую формацию.

Докембрийские молассы на Южном Урале были выделены М.И. Гаранем в 50-е годы прошлого века, позднее Н.С. Шатский [1960] отметил, что рядом особенностей, типичных для молассы, обладает ашинская серия. Отложения ашинской серии на западном крыле Башкирского мегантиклинория распространены в бассейнах рек Аша, Юрзань, Инзер, Басу, Зилим, Нукус, Урюк, Кукраук, Зиган, Мендым и др., где они с размывом залегают на карбонатных породах укской, миньярской и редко инзерской свит верхнего рифея и перекрываются с размывом и малозаметным угловым несогласием песчаниками такатинской свиты эмского яруса нижнего девона. К долинам этих рек приурочены стратотипические и опорные разрезы отложений ашинской серии венда (рис. 1). К молассовым образованиям в ашинской серии относятся лишь отложения басинской, куккараукской и зиганской свит верхнего венда, породы которых, аналогично типичным молассам, неоднородны по вещественному и гранулометрическому составу.

## Эталонный разрез ашинской молассы по ручью Кукраук

Наиболее полно отложения молассы представлены в разрезе по руч. Кукраук на западном крыле Алатауского антиклиниория (рис. 2а), где они обнаружены в береговых скалах и по руслу ручья на протяжении 11 км и имеют мощность более 1.5 км. Высокие и красивые скалы образованы конгломер-

ратами куккараукской свиты, в полосе распространения которых ручей Кукраук сбегает шумным водопадом (рис. 2б). Разрез по руч. Кукраук демонстрировался в 1975 г. участникам Международного симпозиума «Корреляция докембрия», организованного по линии Международной программы геологической корреляции (МПГК), осуществляющей ЮНЕСКО совместно с Международным Союзом геологических наук.

Разрез, вскрытый придорожными выемками вдоль дороги Стерлитамак–Белорецк и эрозионным врезом долины руч. Кукраук, начинается от моста через р. Красная у бывшего пос. Казармы ( $N 53^{\circ} 35' 20.96''$ ,  $E 56^{\circ} 47' 36.00''$ ) и продолжается на запад по ручью Кукраук (см. рис. 1, точка 6). В разрезе «Кук-Караук», подробное описание которого дано В.И. Козловым [Kozlov et al., 1995], в стратиграфической последовательности (снизу вверх) выделены басинская, куккараукская и зиганская свиты, отложения которых имеют следующие особенности.

*Басинская свита* ( $V_{2bs}$ ) представлена неравномерным чередованием песчаников, алевролитов и аргиллитов, преобладают песчаники преимущественно полимиктовые, мелкозернистые, серой и зеленовато-серой окраски, прослоями известковистые. Меньше распространены полевошпат-кварцевые и арковые разности.

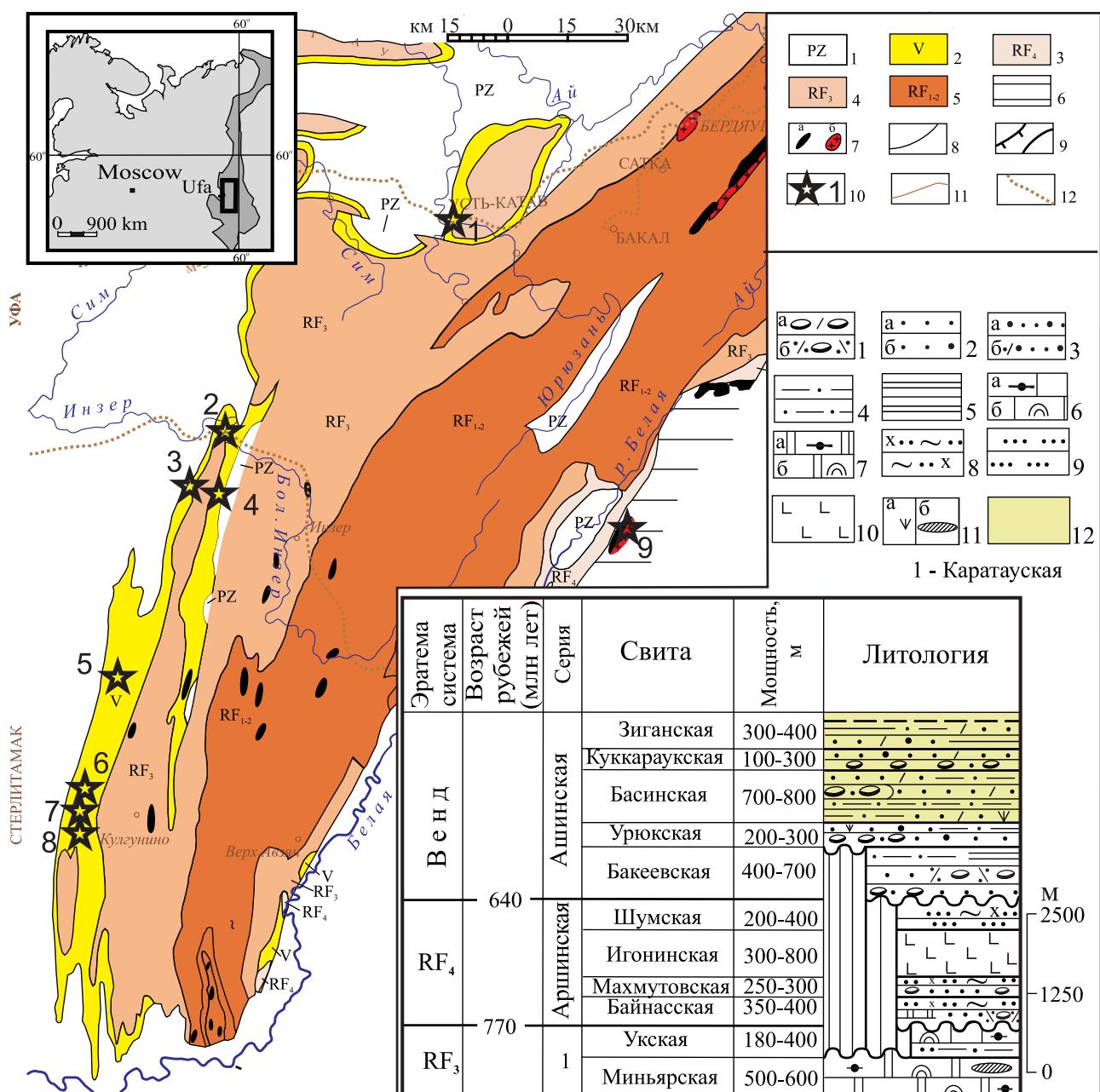
На водоразделе р. Зиган и руч. Кукраук (рис. 1, точка 7) вдоль нового участка дороги Стерлитамак–Белорецк в дорожной выемке сотрудниками ИГГД РАН, г. Санкт-Петербург, Т.С. Зайцевой и А.Б. Кузнецовым в период совместных с авторами экспедиционных работ 2019 г. впервые в басинской свите обнаружен прослой (около 5–7 см) туфа.

По особенностям строения и состава басинская свита расчленена на три толщи [Козлов, 1982]: нижнюю и верхнюю песчано-алевритовые и среднюю — существенно песчаниковую. Отчетливо выраженная в басинской свите цикличность является одним из характерных признаков для нижних горизонтов молассы [Беккер, 1988]. Мощность басинской свиты в разрезе «Кук-Караук» 900 м.

*Куккараукская свита* ( $V_{2kk}$ ) вверху и внизу сложена песчаниками полимиктовыми, разнозернистыми, с прослойями гравелитов, а в средней части — разногалечными (преимущественно мелко- и среднегалечными) полимиктовыми конгломератами [Козлов, 1982].

Галька конгломератов хорошо окатанная, эллипсоидальной, реже неправильной формы (от 1–5 см до 10–15, иногда 20 см в диаметре), представлена светло-, темно- и зеленовато-серыми кварцито-песчаниками, светло-серыми полимиктовыми, полевошпат-кварцевыми и кварцевыми песчаниками,

иногда катализированными, зеленовато- и розово-серыми рассланцованными слюдистыми кварцитами, гранитами, кварцевыми порфирами, микропегматитами, черными железистыми кварцитами, микроклином, ортоклазом и кварцем. Присутствуют гальки красных яшмоподобных кремней, не отмеченные в известных разрезах протерозоя Башкирского мегантиклинория. Местами в породах наблюдается градационная слоистость. Куккараукская свита с подстилающей басинской связана постепенным переходом. Мощность отложений куккараукской свиты 350 м.



*Зиганская свита* ( $V_2zn$ ) сложена песчаниками и алевролитами полимиктовыми, реже кварцевыми, с прослойми и пачками аргиллитов. С подстилающей куккараукской свитой она связана постепенным переходом. Мощность отложений зиганской свиты 360 м, а общая мощность молассовых отложений в разрезе «Кук-Караук» — 1610 м.

Учитывая, что в данном разрезе отложения зиганской свиты обнажены недостаточно, а стратотипический разрез ее по р. Зиган, расположенный в 6 км южнее, труднодоступен, мы предлагаем в качестве гипостратотипа зиганской свиты разрез, вскрытый придорожными выемками вдоль нового участка дороги Стерлитамак—Белорецк на водоразделе р. Зиган и руч. Кукраук (см. рис. 1, точка 7). Здесь прослои туфов (мощностью около 30–40 см) среди аргиллитов отмечены в основании разреза и вблизи верхней границы зиганской свиты с кварцевыми светло-серыми песчаниками такатинской свиты эмского яруса нижнего девона. Туфовые прослои в отложениях зиганской свиты установлены также в разрезах по р. Юрзань в районе г. Усть-Катав (см. рис. 1, точка 1) и вдоль а/д Уфа—Белорецк в 6 км западнее моста через р. Зуячу (см. рис. 1, точка 4). Изучение туфов, сформированных за счет выбросов вулканического пепла наземными вулканами, представляет значительный интерес при палеогеографических реконструкциях региона на рубеже венда и палеозоя.

## Возраст и источники сноса обломочного материала молассы

Вопрос о возрасте ашинской молассы рассматривался В.Н. Пучковым [2012], а также позднее в работах [Колесников и др., 2012; Kolesnikov et al., 2015], посвященных описанию новых находок и ревизии коллекции эдиакарских фоссилий из ашинской серии Южного Урала Ю.Р. Бекера. Было показано, что в целом комплекс ископаемых остатков характеризуется относительно обедненным составом, связанным с Котлинским кризисом, и в сопоставлении с разрезами венда Восточно-Европейской платформы зиганская свита ашинской серии отвечает котлинскому горизонту, а нижележащие (басинская и куккараукская свиты) — редкинскому.

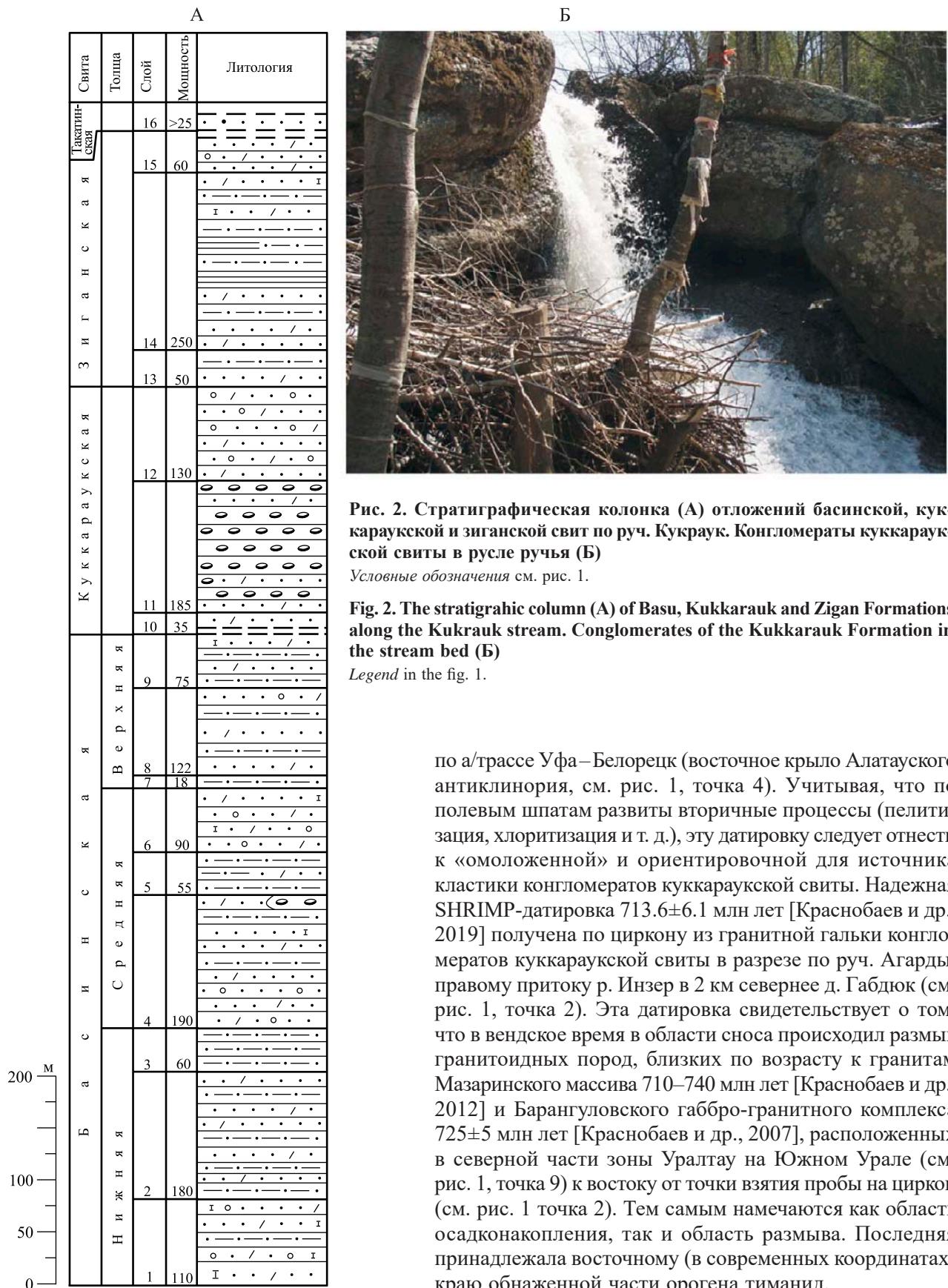
Для датирования отложений самой ашинской молассы пока нет надежного геохронологического объекта (кроме одной датировки цирконов из туфов зиганской свиты —  $548.2 \pm 7.6$  млн лет [Гражданкин и др., 2011]), а наиболее достоверные представления о возрасте источников сноса можно получить, используя для этих целей гальки гранитоидных пород из конгломератов. Ar-Ar возраст (530–550 млн лет) был получен [Glasmacher et al., 1999] по микроклину из гранитной гальки конгломератов куккараукской свиты ашинской серии, вскрытых дорожной выемкой в 5 км западнее моста через р. Зуячу

**Рис. 1. Схематическая геологическая карта и литолого-стратиграфическая колонка образований рифея и венда Башкирского мегантиклинория (Южный Урал) с расположением опорных разрезов венда**

Карта составлена с использованием [Геологическая..., 2002; Козлов и др., 2011; Puchkov et al., 2014]. Условные обозначения. К карте: 1–5 — нерасчлененные отложения: 1 — палеозоя (PZ), 2 — венда (V), 3 — завершающего ( $RF_4$ ), 4 — верхнего ( $RF_3$ ) и 5 — нижнего–среднего ( $RF_{1-2}$ ) рифея; 6 — Уралтауский и Уфалейский метаморфические комплексы; 7 — магматические породы: габбро (а) и граниты (б); 8 — геологические границы; 9 — основные тектонические нарушения; 10 — местоположение разрезов (1 — р. Юрзань в районе г. Усть-Катав, 2 — р. Инзер и руч. Агарды в районе д. Габдыук, 3 — р. Басу и дорожные выемки по автотрассе Уфа — Белорецк северо-западнее хутора Кулмас, 4 — вдоль а/д Уфа — Белорецк в 6 км западнее моста через р. Зуячу, 5 — по р. Мендым, 6 — по руч. Кукраук, 7 — на водоразделе р. Зиган и руч. Кукраук вдоль нового участка дороги Стерлитамак — Белорецк; 8 — по р. Зиган, 9 — Мазаринский и Баранголовский гранитные массивы); 11 — автомобильные; 12 — железнодорожные. К колонке: 1 — конгломераты полимиктовые (а) и тиллиты (б); 2–3 — песчаники: 2 — кварцевые (а) и полевошпат-кварцевые (б), 3 — аркозовые (а) и полимиктовые (б); 4 — алевролиты; 5 — аргиллиты; 6 — известняки с микрофитолитами (а) и со строматолитами (б); 7 — доломиты с микрофитолитами (а) и со строматолитами (б); 8 — серпентин-хлорит-кварцевые сланцы; 9 — кварциты; 10 — вулканогенные породы; 11 — глауконит (а) и кремни (б); 12 — ашинская моласса.

**Fig. 1. The schematic geological map and lithologic-stratigraphic column of the Riphean and Bashkirian meganticlinorium (Southern Urals) with the positions of the basic sections of the Vendian**

Compiled after [Geologicheskaya..., 2002; Kozlov et al., 2011; Puchkov et al., 2014]. Legend. For the map: 1–5 — unsubdivided depozits: 1 — Paleozoic (PZ), 2 — Vendian (V), 3 — Terminal ( $RF_4$ ), 4 — Upper ( $RF_3$ ) and 5 — Lower-Middle ( $RF_{1-2}$ ) Riphean; 6 — Uraltaus and Ufaley metamorphic complexes; 7 — magmatic rocks: gabbro (a) and granites (b); 8 — geological boundaries; 9 — main faults; 10 — positions of sections (1 — Yuryuzan river near Ust-Katav, 2 — Inzer river and Agardy stream near Gabdyuk village, 3 — Basu river and roadcuts along the Ufa-Beloretsk highway northwest of Kulmas settlement, 4 — along the Ufa-Beloretsk road 6 km to the west of the bridge over Zuyachka river; 5 — along the Mendym river, 6 — along the Kukrauk stream, 7 — between the river Zigan and Kukrauk stream 8 — along the Zigan river, 9 — Mazara and Barangulovo granite massifs); 11 — automobile roads, 12 — railroads. For the column: 1 — conglomerates polymictic (a) and tillites (b); 2–3 — sandstones, 2 — quartz (a) and feldspar-quartz (b), 3 — arkosic (a) and polymictic (b); 4 — siltstones; 5 — shales; 6 — limestones with microphytolites (a) and with stromatolites (b); 7 — dolomite with microphytolites (a) and with stromatolites (b); 8 — sericite-chlorite-quartz schists; 9 — quartzites; 10 — volcanogenic rocks; 11 — glauconite (a) and cherts (b); 12 — Asha molasse.



**Рис. 2. Стратиграфическая колонка (А) отложений басинской, куккараукской и зиганской свит по руч. Кукраук. Конгломераты куккараукской свиты в русле ручья (Б)**

Условные обозначения см. рис. 1.

**Fig. 2. The stratigraphic column (A) of Basu, Kukkarauk and Zigan Formations along the Kukrauk stream. Conglomerates of the Kukkarauk Formation in the stream bed (B)**

*Legend* in the fig. 1.

по а/трассе Уфа–Белорецк (восточное крыло Алатауского антиклиниория, см. рис. 1, точка 4). Учитывая, что по полевым шпатам развиты вторичные процессы (пелитизация, хлоритизация и т. д.), эту датировку следует отнести к «омоложенной» и ориентированной для источника кластики конгломератов куккаринской свиты. Надежная SHRIMP-датировка  $713.6 \pm 6.1$  млн лет [Краснобаев и др., 2019] получена по циркону из гранитной гальки конгломератов куккаринской свиты в разрезе по руч. Агарды, правому притоку р. Инзер в 2 км севернее д. Габдюк (см. рис. 1, точка 2). Эта датировка свидетельствует о том, что в вендское время в области сноса происходил размыт гранитоидных пород, близких по возрасту к гранитам Мазаринского массива  $710\text{--}740$  млн лет [Краснобаев и др., 2012] и Барангуловского габбро-гранитного комплекса  $725 \pm 5$  млн лет [Краснобаев и др., 2007], расположенных в северной части зоны Уралтау на Южном Урале (см. рис. 1, точка 9) к востоку от точки взятия пробы на циркон (см. рис. 1 точка 2). Тем самым намечаются как область осадконакопления, так и область размыва. Последняя принадлежала восточному (в современных координатах) краю обнаженной части орогена Тиманид.

## Заключение

Отложения верхнего венда в районе водопада Кукраук и сам водопад включены в природные геологические памятники геоморфологического и стратиграфического (стратотип куккараукской свиты) типа. В то же время осадочные последовательности басинской, куккараукской и зиганской свит ашинской серии верхнего венда служат ярким примером молассовой формации, образование которой связано с орогенезом — завершающим этапом крупного тектонического цикла развития региона.

Зиганская свита завершает разрез венда. Ее отложения наиболее полно вскрыты дорожными выемками вдоль нового участка дороги Стерлитамак—Белорецк на водоразделе р. Зиган и руч. Кукраук (см. рис. 1, точка 7) и доступны для изучения и демонстрации. Наличие здесь среди аргиллитов зиганской свиты туфовых прослоев, формирование которых происходило за счет выбросов вулканического пепла наземными вулканами, представляет значительный интерес при палеогеографических реконструкциях региона на рубеже венда и палеозоя.

Таким образом, разрезы басинской, куккараукской и зиганской свит по руч. Кукраук (см. рис. 1, точка 6) и на водоразделе р. Зиган и руч. Кукраук в придорожных выемках вдоль нового участка дороги Стерлитамак—Белорецк (см. рис. 1, точка 7) предлагаются в качестве эталонных при палеотектонических и палеогеографических реконструкциях складчатых комплексов.

Новая SHRIMP-датировка  $713.6 \pm 6.1$  млн лет [Краснобаев и др., 2019], полученная по циркону из гранитной гальки конгломератов куккараукской свиты в разрезе по руч. Агарды, правому притоку р. Инзер в 2 км севернее д. Габдюк (см. рис. 1, точка 2), свидетельствует о том, что в вендинское время в области сноса происходил размыв гранитоидных пород, близких по возрасту к гранитам Мазаринского массива 710–740 млн лет [Краснобаев и др., 2012] и Баранголовского габбро-гранитного комплекса  $725 \pm 5$  млн лет [Краснобаев и др., 2007], расположенных в северной части зоны Уралтау на Южном Урале (см. рис. 1, точка 9), а сама область сноса принадлежала восточному (в современных координатах) краю обнаженной части орогена тиманид.

## Список литературы:

Беккер Ю.Р. Молассы докембрия. — Л.: Недра, 1988. — 288 с.

Геологическая карта Российской Федерации и сопредельной территории Республики Казахстан. М 1:1 000 000

(новая серия). Лист N-40(41)-Уфа / Отв. ред. В.И. Козлов. — СПб: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2002.

Гражданкин Д.В., Марусин В.В., Меерт Дж., Крупенин М.Т., Маслов А.В. Котлинский горизонт на Южном Урале // Докл. РАН. — 2011. — Т. 440, № 2. — С. 201–206.

Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. — СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. — 112 с.

Козлов В.И. Верхний рифей и венд Южного Урала. — М.: Наука, 1982. — 128 с.

Козлов В.И., Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Нехорошева А.Г., Бушарина С.В. Аршиний — новый стратон рифея в стратотипических разрезах Южного Урала // Геологический сборник № 9 / ИГ УНЦ РАН. — Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2011. — С. 52–56.

Колесников А.В., Гражданкин Д.В., Маслов А.В. Арубериеморфные текстуры в верхнем венде Урала // Докл. РАН. — 2012. — Т. 447, № 1. — С. 66–72.

Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н., Ларионов А.Н., Нехорошева А.Г., Бережная Н.Г. Полигенно-полихронная цирконология и проблема возраста Баранголовского габбро-гранитного комплекса // Докл. РАН. — 2007. — Т. 416, № 2. — С. 241–246.

Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Бушарина С.В. Новые данные по цирконовой геохронологии аршинских вулканитов (Южный Урал) // Литосфера. — 2012. — № 4. — С. 127–140.

Краснобаев А.А., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Бушарина С.В. U-Pb (SHRIMP) возраст цирконов из гранитоидной гальки конгломератов куккараукской свиты ашинской серии венда Алатауского антиклинария (Южный Урал) // Докл. РАН. — 2019. — Т. 486, № 5. — С. 598–602. — doi.org/10.31857/S0869-56524865598-602.

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

Пучков В.Н. О возрасте ашинской серии Южного Урала // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Матер. и докл. 9-й Межрег. науч.-практ. конф. — Уфа: ДизайнПресс, 2012. — С. 47–51.

Шатский Н.С. Принципы стратиграфии позднего докембria и объем рифейской группы // Стратиграфия позднего рифея и кембрия. — М.: Изд-во АН СССР, 1960. — С. 5–15.

Glasmacher U.A., Reynolds P., Alekseev A.A., Puchkov V.N., Taylor K., Gorozhanin V., Walter R.  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  Thermochronology west of the Main Uralian Fault, southern Urals, Russia // Geol. Rdsch. — 1999. — Vol. 87. — P. 515–525. doi.org/10.1007/s005310050228.

Kolesnikov A.V., Marusin V.V., Nagovitsin K.E., Maslov A.V., Grazhdankin D.V. Ediacaran biota in the aftermath of the Kotlinian Crisis: Asha Group of the South Urals // Precam. Res. — 2015. — Vol. 263. — P. 59–78. — doi.org/10.1016/j.precamres.2015.03.011.

Kozlov V.I., Sinitzyna Z.A., Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Puchkov V.N., Kochetkova N.M., Abramova A.N., Klimentko T.V., Sergeeva N.D. Guidebook of excursion for the Paleozoic and Upper Precambrian sections of the Western slope of the Southern Urals and Preuralian regions. — Ufa, 1995. — 165 p.

Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Sergeeva N.D. The New Data on Stratigraphy of the Riphean Stratotype in the Southern Urals, Russia // Journal of Geoscience and Environment Protection. — 2014. — Vol. 2. — P. 108–116. — doi.org/10.4236/gep.2014.23015.

### References:

- Becker Yu.R.* Molassy dokembriya [Molasses of the Precambrian]. L.: Nedra, 1988. 288 p. (In Russian).
- Dopolneniya k Stratigraficheskому kodeksu Rossii [Additions to the Stratigraphic Code of Russia]. SPb: Izd-vo VSEGEI, 2000. 112 p. (In Russian).
- Geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii i sopredel'noi territorii respubliki Kazakhstan. M 1:1 000 000 (novaya seriya). List N-40(41)-Ufa [Geological map of the Russian Federation and adjacent territory of the Republic of Kazakhstan. Scale 1:1 000 000 (new series). The sheet N-40(41)-Ufa / V.I. Kozlov (ed.). SPb: Kartfabrika VSEGEI, 2002. (In Russian).
- Glasmacher U.A., Reynolds P., Alekseev A.A., Puchkov V.N., Taylor K., Gorozhanin V., Walter R.*  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  Thermo-chronology west of the Main Uralian Fault, Southern Urals, Russia // Geol. Rdsch. 1999. Vol. 87. P. 515–525. doi.org/10.1007/s005310050228.
- Grazhdankin D.V., Marusin V.V., Meert J., Krupenin M.T., Maslov A.V.* Kotlin regional stage in the South Urals // Doklady Earth Sciences. 2011. Vol. 440, No. 1. P. 1222–1226. doi.org/10.1134/S1028334X11090170.
- Kozlov V.I.* Verkhniy rifei i vend Yuzhnogo Urala [Upper Riphean and Vendian of the Southern Urals]. M.: Nauka, 1982. 128 p. (In Russian).
- Kozlov V.I., Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Nekhorosheva A.G., Busharina S.V.* Arshinii — novyi straton rifeya v stratotipicheskikh razrezakh Yuzhnogo Urala [Arshiny is a new Riphean straton in the stratotype cuts of the Southern Urals] // Geol. Sbornik No. 9 / IG UNC RAN. Ufa: DesignPoligraphService, 2011. P. 52–56. (In Russian).
- Kozlov V.I., Sinitsyna Z.A., Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Puchkov V.N., Kochetkova N.M., Abramova A.N., Klimenko T.V., Sergeeva N.D.* Guidebook of excursion for the Paleozoic and Upper Precambrian sections of the Western slope of the Southern Urals and Preuralian regions. Ufa, 1995. 165 p.
- Kolesnikov A.V., Grazhdankin D.V., Maslov A.V.* Arumbelia-type structures in the Upper Vendian of the Urals // Doklady Earth Sciences. 2012. Vol. 447, No. 1. P. 1233–1239. doi.org/10.1134/S1028334X12110013.
- Kolesnikov A.V., Marusin V.V., Nagovitsin K.E., Maslov A.V., Grazhdankin D.V.* Ediacaran biota in the aftermath of the Kotli-
- nian Crisis: Asha Gr. of the South Urals // Precam. Res. 2015. Vol. 263. P. 59–78. doi.org/10.1016/j.precamres.2015.03.011.
- Krasnobaev A.A., Kozlov V.I., Puchkov V.N., Larionov A.N., Nekhorosheva A.G., Berezhnaya N.G.* The polygenous-polychronous nature of zircons and the problem of the age of the Barangulov gabbro-granite complex // Doklady Earth Sciences. 2007. Vol. 416, No. 1. P. 1070–1075. doi.org/10.1134/S1028334X07070203.
- Krasnobaev A.A., Kozlov V.I., Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Busharina S.V.* Novye dannye po tsirkonovoi geohronologii arshinskikh vulkanitov (Yuzhnyi Ural) [New data on zircon geochronology of Arshin volcanic rocks (South Urals)] // Litosfera. 2012. No. 4. P. 127–140. (In Russian).
- Krasnobaev A.A., Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Busharina S.V.* U-Pb (SHRIMP) vozrast zirkonov iz granitoidnoi gal'ki konglomeratov kukkarauskoi svity ashinskoi serii venda Alatauskogo antiklinoriya (Yuzhnyi Ural) [U-Pb (SHRIMP) age of zircons from granitoid pebble of conglomerates of Kukkarauk Formation of Asha series of Vendian in the Alatau anticlinorium (Southern Ural)] // Doklady Earth Sciences. 2019. Vol. 486, No. 5. P. 598–602. doi.org/10.31857/S0869-56524865598-602. (In Russian).
- Puchkov V.N.* Geologiya Urala i Priural'ya (aktual'nye voprosy stratigrafi, tektoniki, geodinamiki i metallogenii) [Geology of Urals and Cisuralian area (topical issues of stratigraphy, tectonics, geodynamics, and metallongeny)]. Ufa: DesignPoligraphService, 2010. 280 p. (In Russian).
- Puchkov V.N.* O vozraste ashinskoi serii Yuzhnogo Urala [On the age of Asha series of the Southern Urals] // Geologiya, poleznye iskopaemye i problemy geoekologii Bashkortostana, Urala i sopredel'nykh territorii: Materialy 9th Mezhreg. nauch.-prakt. konf. Ufa: DizainPress, 2012. P. 47–51. (In Russian).
- Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Sergeeva N.D.* The New Data on Stratigraphy of the Riphean Stratotype in the Southern Urals, Russia // Journal of Geoscience and Environment Protection. 2014. Vol. 2. P. 108–116. doi.org/10.4236/gep.2014.23015.
- Shatskii N.S.* Printsipy stratigrafi pozdnego dokembriya i ob'em rifeiskoi gruppy [Principles of a stratigraphy of the late Precambrian and volume of Riphean Group] // Stratigrafiya pozdnego rifeya i kembriya [Stratigraphy of the Late Riphean and Cambrian]. M.: Izd-vo AN USSR, 1960. P. 5–15. (In Russian)

### Сведения об авторах:

**Сергеева Нина Дмитриевна**, кандидат геол.-минер. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: riphey@ufaras.ru

**Пучков Виктор Николаевич**, член-корреспондент РАН, Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварецкого УрО РАН, г. Екатеринбург. E-mail: puchkv2@mail.ru

### About the autors:

**Sergeeva Nina Dmitrievna**, candidate of geological and mineralogical sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: riphey@ufaras.ru

**Puchkov Viktor Nikolaevich**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (RAS), Institute of Geology and Geochemistry, Uralian Branch of the Russian Academy of Sciences (IGG UrB RAS), Ekaterinburg. E-mail: puchkv2@mail.ru

УДК 551.3.051:551.72

DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-6>

## МАРИНО-ГЛЯЦИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ В ТОЛПАРОВСКОМ РАЗРЕЗЕ ВЕРХНЕГО ДОКЕМБРИЯ (РЕКИ ЗИЛИМ И МАЛЫЙ ТОЛПАР)

© 2019г. В.М. Горожанин, С.В. Мичурин, З.А. Войкина, А.А. Шарипова,  
З.Р. Биктимерова, А.Г. Султанова

**Реферат.** Приведены результаты литологического изучения верхнедокембрийских (неопротерозойских) терригенных отложений в основании ашинской серии венда, залегающих со стратиграфическим несогласием на породах верхнего рифея в районе д. Толпарово на р. Зилим (западная часть Башкирского мегантиклинория, Южный Урал), дана генетическая интерпретация этих отложений. В подстилающих верхнерифейских карбонатах найдены признаки древнего предвендинского палеокарста — свидетельство эрозионного контакта.

Наличие горизонтов диамиктов и песчаников с характерными подводно-оползневыми деформациями, которые заполняли каналы, врезанные в толщи горизонтальнослоистых песчаников, позволяет отнести базальные отложения толпаровской свиты к осадкам марино-глациального происхождения, накопление которых происходило ниже базиса волновой активности. Вытапивающий грубый диамиктовый материал, выпадавший в тонкозернистый глинистый осадок, вызывал интенсивные подводно-оползневые явления. Образование терригенных отложений толпаровской свиты происходило под действием двух процессов: приноса большого объема обломочного песчано-диамиктового материала на терригенный шельф и его размыва приливно-отливной и штормовой деятельностью. В вышележащих отложениях суировской и урюкской свиты выделены признаки, указывающие на осадконакопление в условиях относительно глубокой впадины (трога) на ледниковом шельфе. В урюкских гравелитах и песчаниках найдены литологические признаки холодного климата. Нижняя часть урюкской свиты генетически близка толпаровской-суировской серии и может рассматриваться в единой с ними осадочной последовательности.

Марино-глациальные отложения Толпаровского района коррелируются с аналогичными отложениями Криволукского грабена в восточной части Башкирского мегантиклинория. Возрастной интервал формирования этих отложений сопоставим со временем формирования неопротерозойских глобальных гляциогризонтов — стертского или мариноанского.

**Ключевые слова:** неопротерозой, рифей, венд, диамикиты, толпаровская и суировская свиты, подводно-оползневые деформации, марино-глациальная седиментация, Южный Урал, Башкирский мегантиклинорий

## MARINO-GLACIAL DEPOSITS IN THE TOLPAROVO SECTION OF THE UPPER PRECAMBRIAN (ZILIM AND MALYI TOLPAR RIVERS)

© 2019 V.M. Gorozhanin, S.V. Michurin, Z.A. Voikina,  
A.A. Sharipova, Z.R. Biktimirova, A.G. Sultanova

**Abstract.** The results of lithological study of upper Precambrian (Neoproterozoic) terrigenous deposits of the base of the Vendian Asha series, lying with stratigraphic unconformity on the Upper Riphean rocks in the area of Tolparovo village on the Zilim river (the western part of the Bashkirian meganticlinorium,

**Для цитирования:** Горожанин В.М., Мичурин С.В., Войкина З.А., Шарипова А.А., Биктимерова З.Р., Султанова А.Г. Марино-глациальные отложения в Толпаровском разрезе верхнего докембрия (реки Зилим и Малый Толпар) // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 69–92. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-6>.

**For citation:** Gorozhanin V.M., Michurin S.V., Voikina Z.A., Sharipova A.A., Biktimirova Z.R., Sultanova A. G. Marino-glacial deposits in the Tolparovo section of the upper precambrian (Zilim and Malyi Tolpar rivers) // Geologicheskii vestnik. 2019. No. 3. P. 69–92. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-6>.

Southern Urals) are presented, genetic interpretation of these deposits is given. In the underlying Upper Riphean carbonates the signs of an ancient pre-Vendian paleokarst — additional proof of erosional contact — are found.

The presence of diamictite and sandstone horizons with characteristic underwater landslide deformations, which filled the channels embedded in the strata of horizontally layered sandstones, allows us to attribute the basal deposits of the Tolparovo Formation to the sediments of marino-glacial origin, the accumulation of which occurred below the basis of wave activity. The mixing coarse diamictite material, falling into a fine-grained clay sediment, caused intense underwater landslides. The formation of terrigenous deposits of the Tolparovo Formation occurred under the action of two processes: the introduction of a large volume of clastic sand-diamictite material on the terrigenous shelf and its erosion by tidal and storm activity. In the overlying sediments of the Suirovo and Uryuk Formations, signs indicating sedimentation in a relatively deep depression (trough) on the glacial shelf are identified. Lithological signs of cold climate are found in Uryuk gravelstones and sandstones. The lower part of the Uryuk Formation is genetically close to the Tolparovo-Suirovo series and can be considered in a single sedimentary sequence with them.

The marino-glacial deposits of the Tolparovo area are correlated with similar deposits of the Krivoluksky Graben in the eastern part of the Bashkirian meganticlinorium. The age interval of formation of these deposits is comparable with the time of formation of Neoproterozoic global glacial horizons — Sturtian or Marinoan.

**Key words:** The Neoproterozoic, Riphean, Vendian, diamictite, Tolparovo and Suirovo suites, underwater landslide deformation, marino-glacial sedimentation, Southern Urals, Bashkirian meganticlinorium

## Введение

На территории Башкирского мегантиклинория (БМА) — крупной тектонической структуры, располагающейся в западной части складчатой зоны Южного Урала, под палеонтологически охарактеризованными осадочными отложениями палеозоя залегают протерозойские отложения. Этот мощный (до 10–12 км) комплекс осадочных пород, названный рифеем, изучался многими исследователями в течение нескольких десятилетий, начиная с 30-х годов прошлого столетия. В результате он был разделен на нижний, средний и верхний рифей и венд [Стратотип рифея..., 1983]. В каждом из них были выделены свиты — более дробные совокупности литологически сходных отложений. В альтернативной схеме расчленения уральского протерозоя между верхним рифеем и веном выделяется завершающий, или терминальный, рифей [Пучков, 2010].

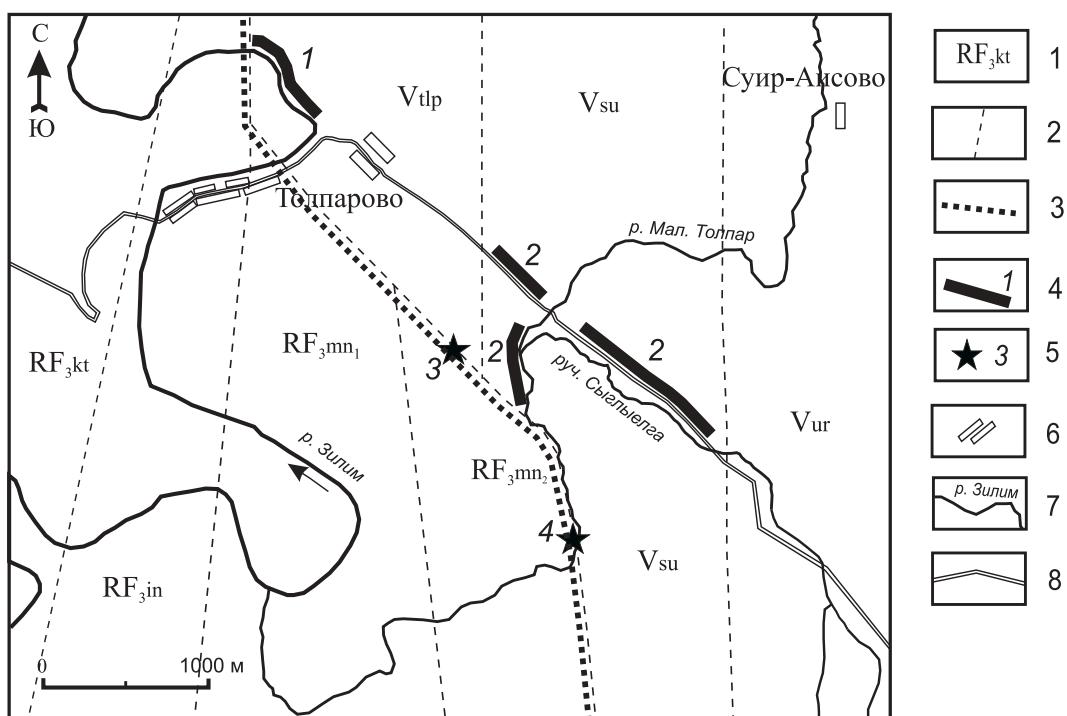
В самой верхней части протерозойского комплекса была выделена ашинская серия. Осадки верхней части этой серии рассматриваются как докембрийская моласса — продукт разрушения древнего горно-складчатого сооружения — Пале ourala [Олли, 1948] или Тимано-Кадомского орогена [Пучков, 2010]. Ашинская серия стратиграфически сопоставляется с венским комплексом отложений, широко распространенным в основании осадочного чехла Восточно-Европейской платформы. Венд, как подразделение Российской стратиграфической шкалы в ранге системы, сопоставляется с эдиакарием Международной стратиграфической шкалы —

самым верхним подразделением докембрийской (протерозойской) ее части [Стратиграфический..., 2006].

Как показало многолетнее геологическое картирование, литологический состав рифейских и венских (ашинских) отложений в целом выдержан на территории БМА, за исключением самой нижней части ашинской серии, которая испытывает довольно резкие фациальные изменения. В 1975 г. из ашинской серии была выделена нижняя часть — бакеевская свита [Беккер, 1975], в которой описаны морские отложения — глауконитсодержащие песчаники и Fe-окисные руды [Беккер, 1975]. Позднее на р. Зилим в районе д. Толпарово были описаны тиллитовидные конгломераты или диамикиты — отложения предполагаемого ледникового генезиса [Келлер и др., 1984; Горожанин, 1988; Горожанин и др., 2015; Горожанин, Канипова, 2017], сопоставляемые с тиллит-содержащими отложениями кургашлинской свиты восточной части БМА и с одним из гляциогоризонтов, широко распространенных во всем мире на завершающей стадии позднего протерозоя.

## Общие сведения о строении венских диамикитов в районе д. Толпарово

Положение изученных разрезов отложений, залегающих между породами верхнего рифея и типичной ашинской серии, представлено на рис. 1. Выделенные здесь толпаровская и суировская свиты имеют существенно иной литологический состав



**Рис. 1. Геологическая схема района д. Толпарово и положение изученных разрезов вендинских отложений**

Условные обозначения: 1 — выходы верхнедокембрийских отложений и индексы стратиграфических подразделений: RF<sub>3</sub> — верхний рифей; свиты kt — катавская, in — инзерская, mn — миньярская; V — венд, свиты: tlp — толпаровская, su — суировская, ur — урюкская; 2 — геологические границы; 3 — граница стратиграфического несогласия; 4 — положение изученных разрезов (цифры на схеме): 1 — толпаровской свиты, 2 — суировской свиты, 3 — элювиальный развал закарстованных доломитов на водоразделе, 4 — коренной выход карстовой брекции в русле р. Мал. Толпар; 5 — точки палеокарста; 6 — населенные пункты; 7 — реки; 8 — строящаяся автодорога.

**Fig. 1. Geological scheme of the area near Tolparovo village and the position of the studied sections of Vendian deposits**

Legend: 1 — outcrops of the Upper Precambrian deposits and indexes of stratigraphic units: RF<sub>3</sub> — Upper Riphean, Formation: kt — Katav, in — Inzer, mn — Minyar; V — Vendian, Formation: tlp — Tolparovo, su — Suirovo, ur — Uryuk; 2 — geological boundary; 3 — stratigraphic unconformity boundary; 4 — position of the studied sections (numbers on the scheme): 1 — Tolparovo Formation, 2 — Suirovo Formation, 3 — eluvial collapse karst dolomites in the watershed, 4 — outcrop of karst breccias in the Malyi Tolpar river bed; 5 — paleokarst points; 6 — settlements; 7 — rivers; 8 — road under construction.

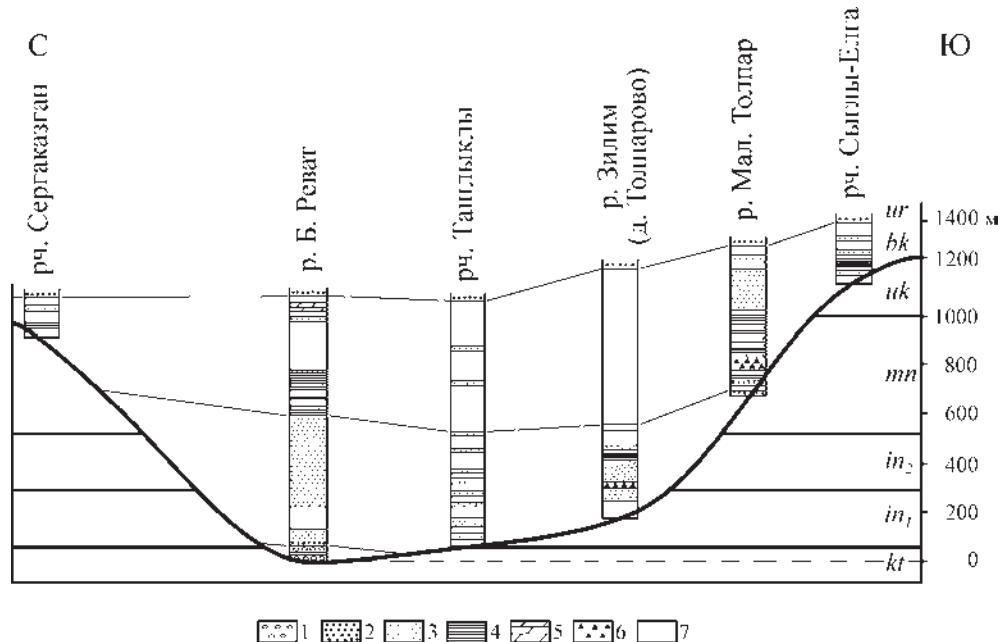
и большую мощность, чем одновозрастная им Бакеевская свита, типовой разрез которой находится относительно недалеко, в 20 км к юго-востоку, на р. Зилим в районе д. Бакеево.

Детальное изучение разрезов в междуречье рр. Мал. Толпар, Зилим, Мал. и Большой Реват показало, что вендинские отложения заполняют эрозионную впадину — долину, «врезанную» в подстилающие отложения верхнего рифея [Горожанин, 1988; Пучков, 2010] в субширотном направлении, с глубиной эрозионного вреза около 1 км. С помощью прослеживания характерных толщ и их мощностей в отдельных пересечениях можно оценить ее ширину (около 18 км) (рис. 2).

В нижней части впадины прослеживаются преимущественно песчанистые отложения. Они

выделены под названием толпаровская свита, в ее составе был описан один пласт тиллитовидных конгломератов (диамиктитов). В верхней части впадины резко преобладают «мягкие» породы, представленные аргиллитами и алевролитами; они получили название суировской свиты. В ее составе также был описан слой диамиктитов [Келлер и др., 1984].

Нижний контакт толпаровско-суировской последовательности осадков с отложениями верхнего рифея практически повсеместно скрыт задернованными участками. Несмотря на это, можно видеть, что на разных участках впадины терригенная толща залегает на разных стратиграфических уровнях: в устье р. Реват — на известняках катавской свиты, в разрезе по р. Зилим ниже д. Толпарово — на



**Рис. 2. Схема сопоставления разрезов доурюкских отложений (толпаровская и суировская свиты), выполняющих эрозионную палеовпадину в отложениях верхнего рифея в районе д. Толпарово [Горожанин, 1988]**

**Условные обозначения:** 1 — конгломераты, 2 — гравелиты, 3 — песчаники, 4 — алевролиты и аргиллиты, 5 — доломиты, 6 — диамикиты, 7 — задернованные участки.

**Fig. 2. The correlation scheme of the sections of the pre-Uryukian deposits (Tolparovo and Suirovo Formations), infilling the erosion paleovalley in the Upper Riphean rocks near Tolparovo village [Gorozhanin, 1988]**

*Legend: 1 — conglomerates, 2 — gravelites, 3 — sandstones, 4 — siltstones and mudstones, 5 — dolomites, 6 — diamictites, 7 — unexposed areas.*

известняках подинзерской свиты, на р. Мал. Толпар и водоразделе рр. Мал. Толпар и Зилим — на доломитах миньярской свиты [Горожанин, 1988]. Следовательно, характер контакта можно определить как эрозионный, типа стратиграфического прилегания.

Верхний контакт также повсеместно скрыт от наблюдения, наблюдаются только сближенные выходы отложений верхов суировской свиты и нижней части урюкской свиты, относящейся уже к типичной ашинской серии. Поскольку суировская свита представлена алевритами и аргиллитами, а урюкская — гравелито-песчаниками, т. е. породами, которые могут лежать в основании нового трансгрессивного цикла, то ранее было предположено, что переход между этими образованиями резкий, с эрозионным срезанием [Горожанин, 1988]. В настоящее время мы полагаем, что эта точка зрения не верна, поскольку имеются сомнения в аллювиальной или пляжевой природе отложений урюкской свиты, соответственно и переход между ней и суировской свитой может быть без стратиграфического перерыва.

## **Палеокарст в подстилающих карбонатных отложениях**

Наблюдаемые во многих местах выходы терригенных венских отложений и карбонатных рифейских часто сближены, однако непосредственные контакты их обычно задернованы и скрыты от наблюдения. Обнаружение проявлений палеокарста в карбонатах рифея является аргументом в пользу эрозионного контакта с перекрывающими отложениями.

Закарстованные карбонаты миньярской свиты верхнего рифея найдены в двух точках (см. рис. 1). Одна находится на залесенном водоразделе рек Мал. Толпар и Зилим (координаты  $54^{\circ} 01' 02.8''$  N,  $57^{\circ} 07' 25.9''$  E), где ранее имелось коренное обнажение закарстованных и ожелезненных доломитов с большим количеством терригенного материала песчано-гравийной размерности. В настоящее время это обнажение разрушено, от него остались только элювиальные развалы (рис. 3).

Другая точка обнаружена непосредственно в русле р. Мал. Толпар (координаты 54° 00' 25,4" N,



Рис. 3. Элювий карстовой брекчии в миньярских доломитах

Fig. 3. Eluvium of karst breccia in the Minyar Formation dolomite

и  $57^{\circ} 07' 58,2''$  E), недалеко от сближенного контакта миньярских доломитов и алевропесчаников сурровской свиты (рис. 4 а).

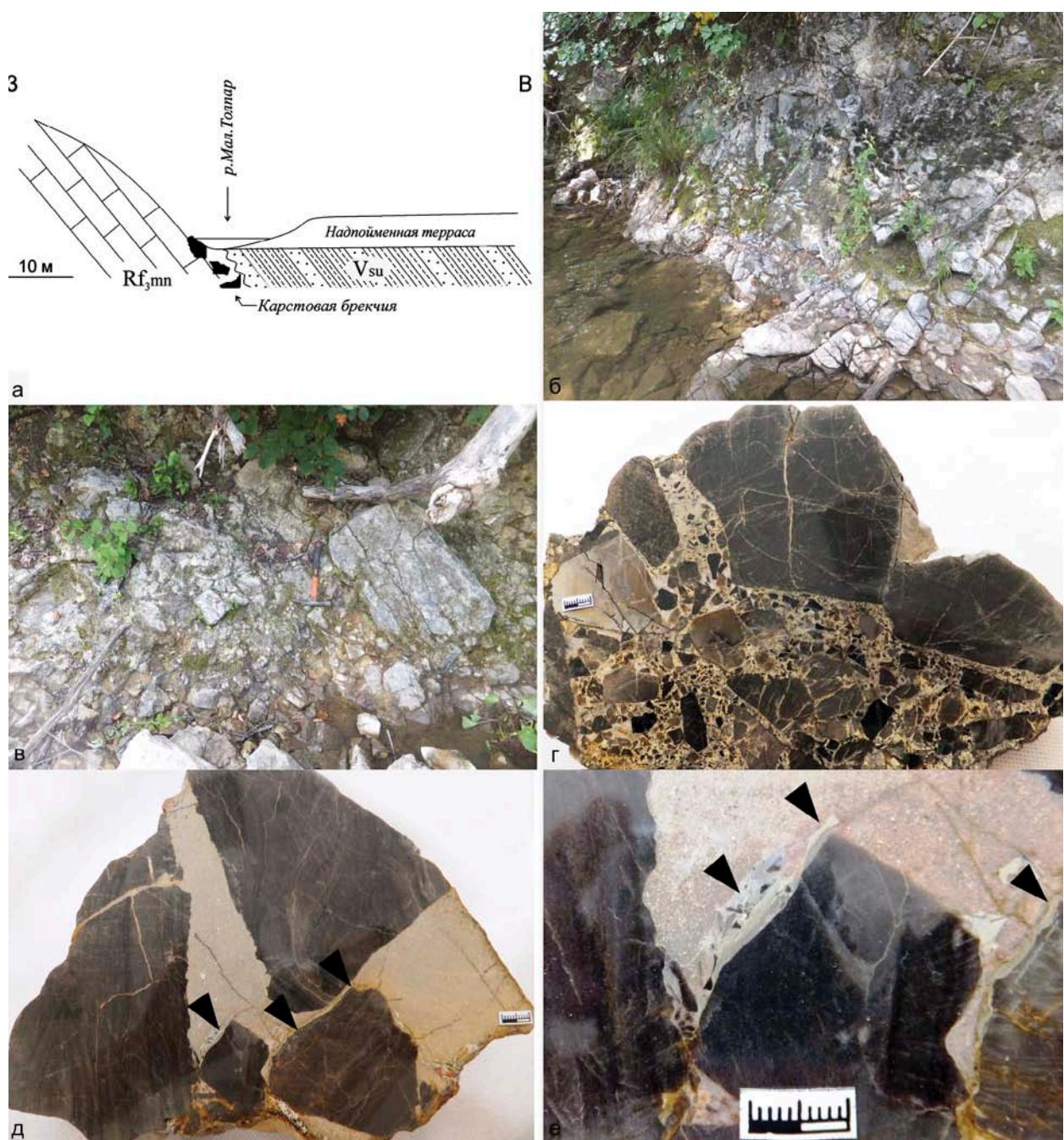
Здесь можно наблюдать слой брекчий, представляющий собой толщу хаотического бесструктурного нагромождения карбонатных обломков (см. рис. 4 в), прослеженную на расстоянии около 50 м. Отдельные крупные обломки находятся в перевернутом залегании, что определяется по направлению роста столбиков строматолитов. Важно отметить, что азимут и угол падения нижележащих карбонатов и вышележащих терригенных отложений полностью совпадают, что указывает на большую вероятность того, что характер этого контакта является не тектоническим, а эрозионным, по типу стратиграфического прилегания.

Брекчия сложена обломками преимущественно карбонатного состава, которые представлены исключительно доломитами миньярской свиты со строматолитами, а также небольшой терригенной примесью в виде окатанных кварцевых песчинок размерностью 1–2 мм. Небольшую часть обломков составляют кремни. Поскольку карст развит в отложениях миньярской свиты, представленных строматолитовыми доломитами с кремнями, можно

с уверенностью сказать, что весь материал брекчий глыбовой и галечной размерности исключительно местный, а окатанные зерна кварца песчаной размерности, вероятно, имеют привнесенный характер. Размер обломков варьирует от первых см до 0,5 м. Обломки представлены глыбами угловатой формы (см. рис. 4 г–е), а также галькой и дресвой различной степени окатанности; карбонатные глыбы имеют немного склоненные очертания, обломки кремней — все остроугольные.

Матрикс брекчии, заполняющий пространство между крупными обломками строматолитовых доломитов, состоит из мелких обломков кремня и кварцевого песка, иногда с регенерационным кварцевым цементом, внутри которого просматривается окатанная форма кварцевых песчинок. Светло-серый среднекристаллический карбонат (доломит) цементирует промежутки между терригенным матриксом и глыбами строматолитовых известняков.

Литологические признаки, указывающие на палеокарстовую природу этих брекчий суммированы в [Горожанин и др., 2017]. К ним относятся: наличие коллапс-брекчии (брекчии обрушения), состоящей из угловатых глыб и обломков только



**Рис. 4. Коренное обнажение палеокарстовой брекчии в русле р. Мал. Толпар**

а — геологическая схема строения долины р. Мал. Толпар и положение пласта с палеокарстовой брекцией: RF<sub>3</sub>mn — миньярская свита, V<sub>sui</sub> — суировская свита; б — коренной выход карбонатных пород миньярской свиты с горизонтом палеокарстовой брекчии, русло р. Мал. Толпар в 1.5 км выше устья; в—е — палеокарстовая брекчия: в — общий вид, г — с мелкозернистым матриксом из остроугольных карбонатных обломков, д — с цементом из перекристаллизованного доломита и тонкими глинистыми пленками на поверхности карбонатных глыб (отмечены черными стрелками), е — увеличенный фрагмент фото «д» с глинистыми пленками (пришлифовки, масштабная линейка — 1 см).

**Fig. 4. The outcrop of paleokarst breccias in the Malyi Tolpar river bed**

а — geological scheme of the structure of the valley of the Malyi Tolpar river and the position of the layer with paleocarst breccia: RF<sub>3</sub>mn — Minyar Formation, V<sub>sui</sub> — Suirovo Formation; б — outcrop of carbonate rocks of the Minyar formation with the horizon of paleocarst breccia; the Mal. Tolpar river bed in 1.5 km above the mouth; в—е — paleocarst breccia, в — general view, г — with fine-grained matrix of sharp-angled carbonate fragments, д — with recrystallized dolomite cement and thin clay films on the surface of carbonate blocks (marked with black arrows), е — enlarged fragment of photo «д» with clay films (grinding, scale ruler — 1 cm).

местного карбонатного материала — строматолитовых доломитов миньярской свиты; примесь окатанных зерен кварца в матриксе заполнения брекчии; доломитовый цемент; реликты крустификационных каемок обрастания в карбонатном цементе; стилолитовые швы на границе обломков и доломитизированного матрикса. По микроскопическим наблюдениям пространство между обломками заполнено карбонатным материалом, в котором местами наблюдается большая доля песчаных окатанных зерен, что указывает на размытие и поступление терригенного материала в карстовые полости после их формирования.

Вероятность того, что карстование рифейских доломитов могло произойти в другие геологические эпохи или на современном этапе, нельзя отрицать. Однако такие признаки, как состав терригенных обломков, характер их карбонатной цементации, наличие в цементе структур сжатия — стилолитовых швов, указывают именно на древний, вероятнее всего предвендинский возраст карстового процесса.

Проявление предвендинского карста в верхнедокембрейских отложениях Южного Урала описано впервые, однако оно не является уникальным. Так, древний палеокарст описан в мезопротерозойских карбонатных отложениях на севере Канады [Glover, 2006] и во многих других регионах мира.

### Толпаровская свита

Разрез толпаровской свиты находится на правом берегу р. Зилим в 0.7 км выше д. Толпарово (рис. 5), где обнажено около 300 м терригенных отложений. Он описан многими исследователями [Козлов, 1982; Маслов и др., 2001; Пучков и др., 2014; Горожанин и др., 2015; Горожанин, Каникова, 2017].

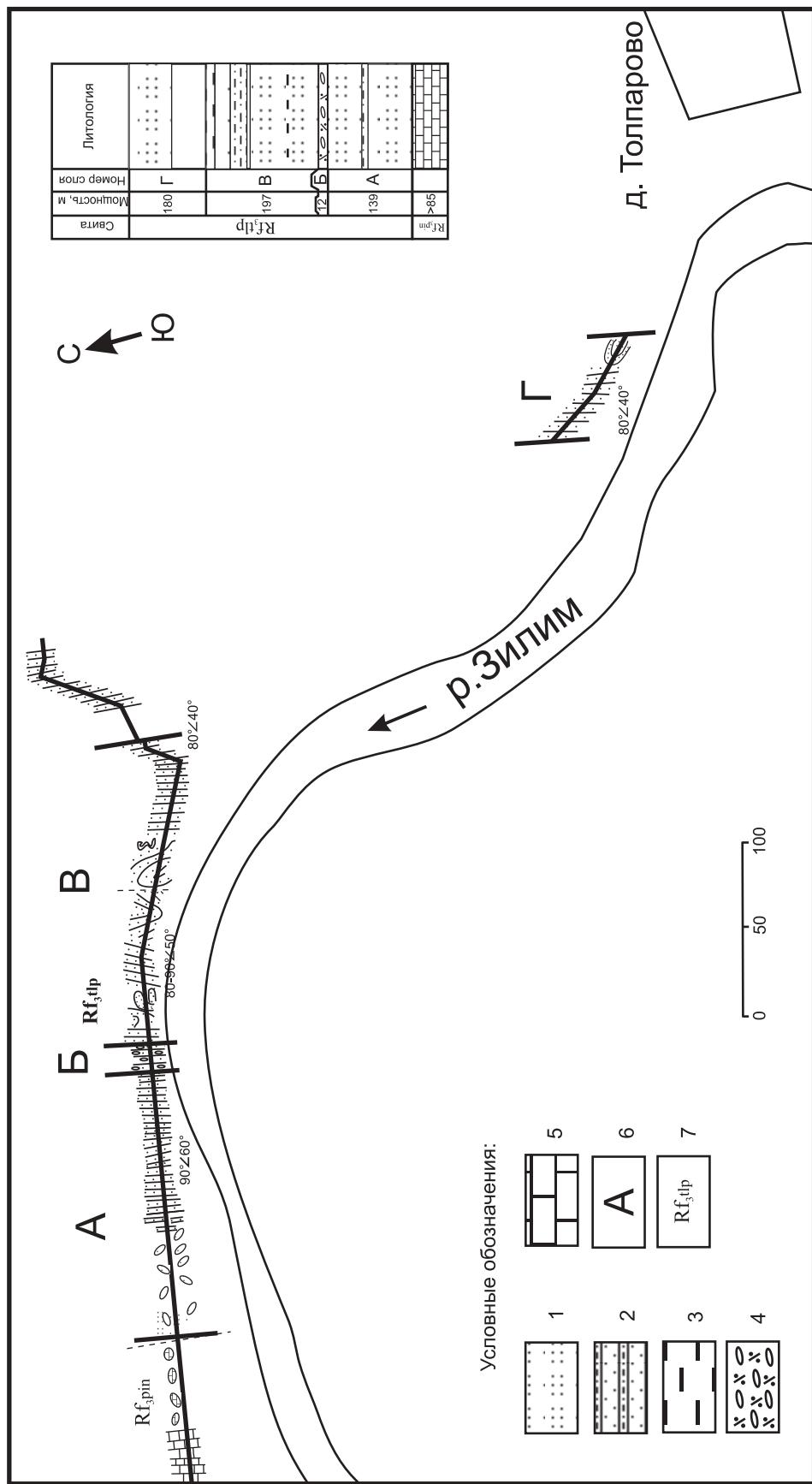
Литологически разрез достаточно однороден. Отложения представлены преимущественно массивными песчаниками. Выделяется четыре основных литотипа пород: 1 — массивные разнозернистые песчаники с характерными «дырками» — пустотами от выщелачивания карбонатных литокластов, этот тип песчаников наиболее распространен; 2 — тиллитовидные «мусорные» конгломераты (диамикиты) с рассеянными валунами и фрагментами пород, образуют слой мощностью около 10 м; 3 — сортированные тонкоплитчатые песчаники, в которых обнаружена тонкая слоистость типа «tidal bedding» [Горожанин и др., 2015], 4 — аргиллиты зеленовато-серые, тонкослоистые; этот литотип крайне редок, образует единичный прослой толщиной 0.3 м.

Таким образом, основные литотипы толпаровской свиты отличаются в целом по типу слоистости и степени сортировки зерен. По этим параметрам в разрезе выделяются две хорошо различимые группы пород.

В первую, диамиктовую группу входят разнозернистые несортированные песчаники и тиллитовидные конгломераты, во вторую — песчаники и аргиллиты, для которых характерна отчетливо выраженная слоистость, определяемая по резкой смене гранулометрии.

*I группа — диамикиты (валунно-галечные и песчаные)* содержат обломки глинистых сланцев, кремней, галечки кварца, угловатые фрагменты карбонатных пород в кварцевом песчаном матриксе. Обломочный материал поступал преимущественно из подстилающих пород. Характерной чертой диамикитов является практически полное отсутствие слоистости, что отмечали и предыдущие исследователи [Маслов и др., 2001; Пучков и др., 2014]. Хаотично-беспорядочная неслоистая текстура пород, лишенная градационности (рис. 6 а), вероятно, связана с отложением плохо сортированного материала в условиях катастрофически быстрого его привноса обломочным потоком типа масс-флюу (mass-flow). Другой их особенностью является присутствие угловатых и плохо окатанных карбонатных обломков: в песчаниках — мелкогравийной размерности (рис. 6 б), а в конгломератах — до 0.4 м. При выветривании этих преимущественно кварцевых песчаников и конгломератов от карбонатных обломков остаются характерные «дырки» угловатой формы, из-за чего при описании их часто называют «дырячими». Несмотря на то, что мощность собственно тиллитовидных конгломератов существенно меньше мощности песчаников, эти два литотипа связаны генетически и песчаники также относятся к диамикитам. Массивные несортированные песчаники сосредоточены в верхней части свиты, составляющей примерно три четверти ее объема.

*II группа.* В нижней части свиты выделяются два других литотипа, для которых характерна отчетливо выраженная слоистость, выделяющаяся по резкой смене гранулометрии. В эту группу входят *глинистые аргиллиты* серовато-зеленого цвета, тонкослоистые, образующие прослой внутри тиллитовидных конгломератов, который является единственным во всем разрезе свиты (рис. 6 г), и *песчаники кварцевые хорошо сортированные*, тонкоплитчатые, слагающие ясно выраженные ритмичные слои среди несортированных массивных песчаных



**Рис. 5.** Схема выходов и стратиграфическая колонка отложений толпаровской свиты по правому берегу р. Зилим ниже д. Толпарово [Горожанин, Канилова, 2017]

**Условные обозначения:** 1 — песчаники слоистые; 2 — массивные неслоистые песчаные диамикиты с подводно-оползневыми явлениями; 3 — диамикиты валуно-галечные; 4 — задернованные участки с обломками песчаников; 5 — известняки; 6 — ильексы отложений; 7 — выделенные толщи; А — приливно-отливная с прослойями несортированных песчаников, Б — контоматово-диамикитовая, В — песчано-диамикитовая, Г — песчано-диамикитовая с горизонтом гиротовых конкреций.

**Fig. 5. Scheme of outcrops and stratigraphic column of the Tolparovo Formation sediments on the right bank of Zilim river below Tolparovo village [Gorozhanin, Kanipova, 2017]**

*Legend:* 1 — fine bedded sandstones; 2 — massive unbedded sandy diamictites with slumps; 3 — boulder-pebble diamictites; 4 — cover areas with fragments of sandstones; 5 — limestones; 6 — Formation's indexes; 7 — established srtata: A — tidal with layers of unsorted sandstones, B — conglomerate-diamictite, B — sand-diamictite, Γ — sand-diamictite with a horizon of pyrite nodules.



**Рис. 6. Типы пород в отложениях толпаровской свиты в разрезе по правому берегу р. Зилим ниже д. Толпарово**

а — диамиктит; б — песчаные диамиктиты массивной текстуры — разнозернистый песчаник с «дырками» — пустотами выщелачивания от карбонатных литокластов; в — глинистые породы; г — чередование тонкослоистых мелкозернистых и толстослоисто- массивных крупнозернистых несортированных песчаников

**Fig. 6. Types of rocks in the Tolparovo Formation deposits in the section on the right bank of the Zilim river below Tolparovo village**

а — diamictite; б — sandy diamictites with massive texture — different-grained sandstone with “holes” — voids of leaching from carbonate lithoclasts; в — clay rocks; г — alternation of thin-layered fine-grained and thick-layered massive unsorted sandstones.

диамиктитов (рис. 6 д). В тонкоплитчатых песчаниках наблюдается отчетливая параллельная горизонтальная слоистость с хорошо выраженным двойными нитевидными слойками (куплетами) тонкого глинистого материала (рис. 7 а). Такой тип слоистости отражает приливно-отливную деятельность [Smith, 1988], которая, очевидно, может осуществляться только в морских условиях.

В песчаниках толпаровской свиты также наблюдается другой тип слоистости, который, возможно, отражает крупную рябь волнений [Маслов и др., 2001]. Она выражена криволинейной поверхностью напластования с «длиной волны» до 1.5 м и амплитудой 20–30 см (рис. 7 б). Это сближает ее

со штормовой слоистостью типа «hummocky» [Swift et al., 1983]. Мы интерпретируем эти волнообразные поверхности напластования в толстослоистых прослоях как признак влияния штормовых волн в относительно глубоководных (до 100 м) условиях. Об относительно глубоководной обстановке свидетельствует также наличие подводно-оползневых горизонтов, установленных в разрезе свиты.

В соответствии с распределением указанных выше литотипов и их групп в разрезе толпаровской свиты можно выделить несколько толщ (снизу вверх, см. рис. 5).

**Толща А** — «приливно-отливная», представлена чередованием слоев песчаников разной зерни-



**Рис. 7. Типы слоистости и другие литологические индикаторы в отложениях толпаровской свиты в разрезе по правому берегу р. Зилим ниже д. Толпарово**

А — сдвоенные нитевидные глинистые слойки приливно-отливной слоистости в мелкозернистых песчаниках; Б — крупноволнистая слоистость (типа хамоки); В — подводно-оползневая складка в неслоистых несортированных песчаных диамиктитах; Г — струйки стекания; Д — микроскладки оползания(?); Е — микроконкремции окисленного пирита в кровле диамиктito-песчаной толщи толпаровской свиты.

**Fig. 7. Types of bedding and other lithological indicators in the deposits of the Tolparovo Formation in the section on the right bank of the Zilim river below Tolparovo village**

А — mud couplets of tidal bedding in fine-grained sandstones; Б — large wavy stratification (hammocky-type); В — underwater-landslide fold in non-layered unsorted sand diamictites; Г — flow trickles; Д — microfolds of landslide(?); Е — microconcretions of oxidized pyrite in the roof of the diamictite-sand unit of the Tolparovo Formation.

тости, сортировки и слоистости. Формировалась в морской обстановке в условиях мелководного шельфа с гидродинамической активностью приливно-отливного типа, которая приводила к водной сортировке приносимого песчаного материала. Привнос материала происходил не постоянно, а импульсно, в результате чего привнесенный терригенный материал не успевал перемыкаться, и сформировалась толща чередования слоев перемытого, хорошо сортированного и неперемытого, плохо сортированного песчаного материала. Мощность 139 м.

**Толща Б** — «конгломерато-диамиктитовая», сложена полимиктовыми конгломератами, отражает резкий привнос большого количества грубого неокатанного диамиктитового материала после некоторого волнового затишья, литологически выраженного накоплением глинистого материала. Мощность 12 м.

**Толща В** — «песчано-диамиктитовая» как и толща 2, сложена полимиктовым материалом, который отличается лишь гранулометрией — резко преобладает песчаный материал. Мощность 197 м. В песчаниках наблюдаются: слоистость штормовой природы (*hummocky*), что свидетельствует об осадконакоплении в условиях ниже базиса волновой деятельности, а также участки неслоистого дисгармоничного строения различной мощности, которые являются горизонтами развития подводно-оползневых структур [Горожанин, Канирова, 2017].

Самый крупный горизонт, мощностью около 35 м, находится в 10–15 м выше слоя диамиктитовых конгломератов (рис. 8 а), ограничен сверху и снизу песчаниками с обычной горизонтальной слоистостью. Определение направления слоистости внутри этого горизонта весьма затруднительно, зато хорошо выражены криволинейные поверхности — реликты закрученных в рулеты структур (рис. 8 в–г). Сохранность первичной седиментогенной слоистости, впрочем, затруднена из-за наличия трещин кливажа.

В другом горизонте с нарушенной регулярной слоистостью, мощностью около 10 м, явно выраженных подводно-оползневых складок не заметно, но в нем присутствуют образования округло-комковатого сложения, имеющие в поперечном срезе корытообразную (троговую) форму (рис. 8 б). Повидимому, они представляют собой эрозионные каналы, заполненные комковато-бесструктурной массой, хорошо выделяющиеся на фоне регулярно-слоистой толщи.

Обычно им присущи комковатость и округлые формы отдельности, тогда как для слоев с регуляр-

ной горизонтальной слоистостью, где выветривание идет по правильной ортогональной сетке, образованной пересечением слоистости и кливажа, более характерна брусковидная отдельность.

**Толща Г** сложена горизонтально-слоистыми песчаниками различной степени сортированности и плитчатости. Слабо выраженные признаки подводно-оползневых структур отмечаются и в этой толще. Их присутствие выявляется лишь по некоторым косвенным признакам — небольшим «заворотам» слоев, раздуву мощности и характеру выветривания слоя песчаника. Мощность (с учетом задернованных участков) — 180 м.

В песчаниках отмечены также две особенности. Первая — присутствие на поверхностях напластования некоторых слоев линейчатых структур (рис. 7 г) и бугорчато-ямчатых (рис. 7 д) образований. Генезис их неясен, отчасти они напоминают незакономерные знаки ряби, а также струйки стекания. Мы предполагаем, что они могли быть структурами оплыивания полужидкого песчаного осадка. Второй особенностью является присутствие в песчаниках заметных количеств стяжений гидроокислов железа в виде мелких конкреций овальной формы (рис. 7 е) и формирующихся вокруг них колец Лизеганга, из-за чего вся толща окрашена в желтовато-бурый цвет. В срединных частях некоторых блоков таких желтовато-бурых песчаников сохранились «ядра» неизмененного светло-серого песчаника, в цементе которого присутствует довольно большое количество неокисленного пирита. Из этого можно сделать заключение, что все железо, окислы которого окрашивают толщу в бурый цвет, появилось в результате окисления этого пирита. Другими словами, вся толща представляет собой горизонт, первично обогащенный пиритом. По всей вероятности, формирование ее могло происходить в эвксинных условиях.

Образование терригенных отложений толпаровской свиты происходило под действием двух разнонаправленных процессов: поступления больших количеств обломочного песчано-диамиктитового материала на терригенный шельф и их размыва в результате приливно-отливной, штормовой и волновой деятельности.

Данное расчленение несколько отличается от стратификации этого разреза, проведенного другими исследователями [Маслов и др., 2001; Пучков и др., 2014].

Последовательность выделенных толщ и выявление новых литологических индикаторов позволило установить отчетливую тенденцию к углублению бассейна от начала осадконакопления.



**Рис. 8. Подводно-оползневые горизонты в песчаных диамиктитах толпаровской свиты в разрезе по правому берегу р. Зилим у д. Толпарово**

а — общий вид первого (нижнего) подводно-оползневого горизонта в песчано-диамиктитовой толще толпаровской свиты; б—в — отпрепарированная криволинейная поверхность центральной части песчаной толщи; г — контакт горизонтальнослойистых песчаников (1) и дисгармонично слойистых песчаников первого подводно-оползневого горизонта (2); д — подводно-оползневые структуры: возможные эрозионные каналы (отмечены белыми стрелками) с хаотичным заполнением песчаным материалом во втором горизонте оползневых дислокаций, толща «В» толпаровской свиты. Черными стрелками отмечена слоистость типа «хамоки».

**Fig. 8. Underwater landslide horizons in the sandy diamictites of the Tolparovo Formation in the section along the bank of the Zilim river near Tolparovo village**

а — general view of the first (lower) underwater landslide horizon in the sand-diamictite unit of the Tolparovo Formation; б—в — prepared curved surface of the central part of the sandy unit; г — contact of horizontally layered sandstones (1) and disharmoniously layered sandstones of the first underwater landslide horizon (2); д — underwater landslide structures: possible erosion channels (marked with white arrows) with chaotic filling with sand material in the second horizon landslide dislocations, strata “B” of the Tolparovo Formation. Black arrows mark the bedding of “hummocky” type.

Необходимо отметить, что в описанном выше разрезе толпаровской свиты представлена не самая глубокая часть эрозионной долины. Севернее, в районе устья р. Бол. Реват, терригенные отложения придонной части впадины представлены более грубыми разностями — мелкогалечными породами, известными как «калыштинские конгломераты» [Беккер, 1975]. Там же в пойме р. Зилим была обнаружена крупная глыба песчаника с крупными валунами и гальками удлиненной плиткообразной формы, что указывает на аллювиальный характер окатанности [Горожанин, 1988].

### Суировская свита

Суировская свита залегает стратиграфически выше толпаровской [Келлер и др., 1984; Горожанин 1988]. Она обнажена в обрывах правого берега р. Мал. Толпар, а также в придорожных выработках строящейся дороги Красноусольск–Инзер (см. рис. 1). В естественных обнажениях на р. Мал. Толпар, где наблюдается нижняя приконтактовая часть свиты, ранее были выделены, несмотря на фрагментарность разреза, основные разности пород, а также слой с тиллитовидными конгломератами [Келлер и др., 1984]. Толпаровская свита в этом обнажении отсутствует и суировские терригенные осадки залегают на доломитах миньярской свиты. Непосредственный контакт терригенной толщи суировской свиты с подстилающими карбонатами миньярской свиты в указанном разрезе задернован. Однако выше по склону, на водораздельной части, находятся глыбовые элювиальные развалы сильно закарстованных миньярских доломитов, в полостях размыва которых находится грубозернистый песчаный материал, что указывает на эрозионный характер этого контакта.

В водораздельной части р.п. Мал. Толпар и Зилим выемками строящейся дороги вскрыты обнажения большой протяженности (рис. 9), представленные породами, залегающими стратиграфически выше отложений, обнаженных по р. Мал. Толпар. Они выходят также в правом борту долины ручья Сыглы-елга. Здесь обнажена самая верхняя часть суировской свиты, т. к. наблюдаются сближенные выходы алевро-аргиллитов суировской свиты и перекрывающих аркозовых гравелито-песчаников урюкской свиты ашинской серии. Общее залегание отложений суировской свиты моноклинальное с падением на восток (Аз. пад.  $40^{\circ} - 55^{\circ} \angle 30^{\circ}$ ), которое в поверхностных частях склонов осложнено ярко выраженными вторичными «загибами» слоев, создающими впечатление мелкой складчатости.

В суировской свите выделяется несколько литотипов терригенных отложений.

*I литотип — глинистые аргиллиты и алевролиты горизонтальнослоистые (полосчатые ламиниты), незакономерно переслаивающиеся, с тонкими прослоями мелкозернистых песчаников. Слоистость горизонтальная, хорошо выдержанная,*

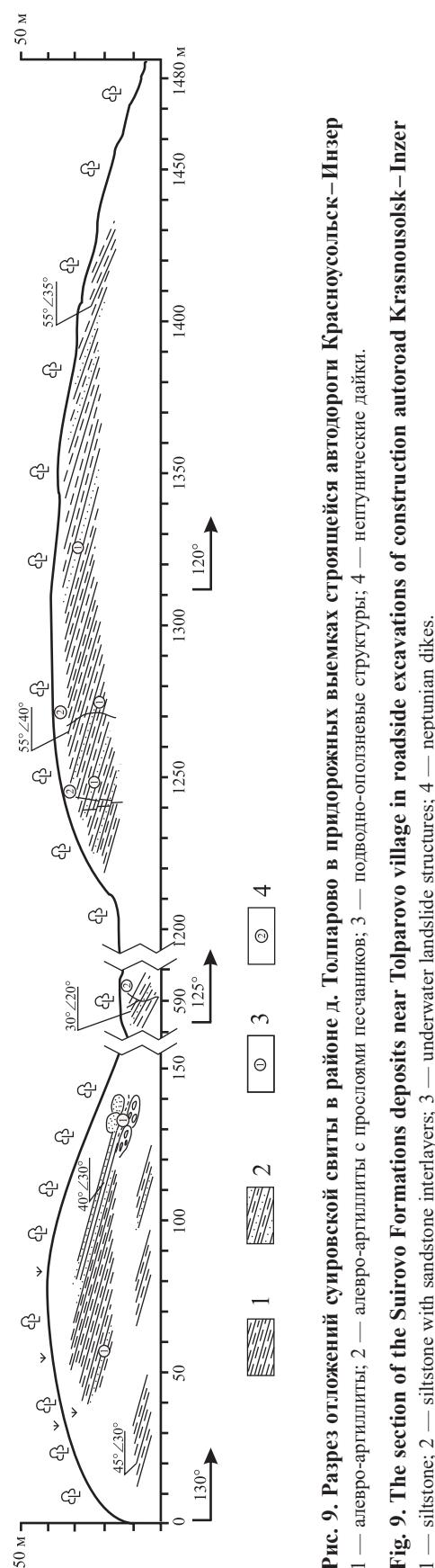


Рис. 9. Разрез отложений суировской свиты в районе д. Толпарово в придорожных выемках строящейся автодороги Краснousольск–Инзер  
1 — алевро-аргиллиты; 2 — аркозовые гравелито-песчаники с прослойями песчаников; 3 — подводно-оползневые структуры; 4 — нефтучистые дайки.

Fig. 9. The section of the Suirovo Formations deposits near Tolparovo village in roadside excavations of construction autoroad Krasnousolsk–Inzer  
1 — siltstone; 2 — sandstone with sandstone interlayers; 3 — underwater landslides structures; 4 — neptunian dikes.

подчеркивается чередованием слойков разной размерности и степенью густоты серой окраски (рис. 10б). Такая слоистость, вероятно, образовалась в условиях спокойной седиментации, происходившей в лагуне или в части шельфа, где не было влияния волнового воздействия. Тонкая горизонтальная («ленточная») полосчатость не обнаруживает ни ритмичности, ни градационной слоистости, что исключает турбидитный характер осадконакопления. Такой тип слоистости более характерен для флювиогляциальных отложений.

*IIлитотип* — песчаники кварцевые, желтоватобурые, тонкослоистые за счет прослоев глинистого материала. В разрезе суировской свиты по р. Мал. Толпар их мощность достигает 2–3 м [Келлер и др., 1984]. В выемках строящейся дороги они образуют отдельные тонкие прослои толщиной 5–15 см среди глинистых алевропелитов. Поверхности напластования таких песчаных прослоев обычно строго параллельны, однако внутри прослоев иногда обнаруживается волнистая слоистость типа восходящих знаков ряби (рис. 10д), сочетающаяся с двойными глинистыми слойками приливно-отливной природы. Такая слоистость формировалась в песчаниках, вероятно, в периоды кратковременного падения уровня моря.

*III литотип* — валунно-глинистые диамикиты, описанные ранее в разрезе по р. Мал. Толпар как тиллитовидные конгломераты, образуют отдельный слой мощностью около 26 м. Отложения представляют собой бесструктурный конгломерат окатанных и неокатанных обломков разнообразного состава в глинистом матриксе. В дорожных выемках строящейся дороги аналогичного слоя близкой мощности не обнаружено. Здесь повсеместно присутствуют небольшие прослои (от нескольких см до нескольких м) грубообломочного материала, которые либо завернуты в «рулеты» оползания вместе с алевро-аргиллитами, либо формируют пластово-выклинивающиеся тела с утолщениями в средней части («каналы») (рис. 10а, б). В составе обломков преобладает алевро-глинистый и карбонатный материал, но присутствуют также привнесенные издалека экзотические валуны, сложенные плагиогранитом. Несомненно, породы представляют собой диамикитовый материал, аналогичный описанному ранее конгломерату по р. Мал. Толпар. Отсутствие постепенных переходов между глинами и конгломератами позволяет допустить, что более грубый диамикитовый материал поступал в осадок в результате кратковременного катастрофического явления. Логично также предположить, что это могло быть

таяние ледника или ледовый разнос, не исключено и влияние штормов. Породу в таком случае следует отнести к ледниковым диамикитам (рис. 10б, в).

В слоистой алевропелитовой толще имеется тонкий 0.5–1.0 мм прослой белого кварцевого песчаника отчетливо линзовидной формы, который резко выделяется на темном фоне общей породы (рис. 10д). Генезис слойка можно объяснить штормовым привносом хорошо отмытого кварцевого материала в более глубокую часть депрессии или шельфа. В таком случае этот прослой кварцевого песчаника представляет собой темпестит. В алевропелитах суировской свиты, как и в толпаровской свите, отмечены проблематичные знаки ряби, необычность которых выражается в малой амплитуде (2–3 см) рифелей при довольно большой длине волны 0.4 м. Генетическая интерпретация этих образований затруднительна. Наиболее вероятно утверждение о слоистости крупноволновой ряби типа «hummocky» штормовой природы.

В изученном разрезе суировской свиты хорошо выражены литологические макроструктуры — складки оползания (слампы), каналы-промоины, а также нептунические дайки и их комбинации (рис. 11).

*Подводно-оползневые структуры* в каналах-промоинах — представляют собой смятые в пакеты прослои диамикитов в толще алевропелитов. Здесь диамикит — это несортированный полимиктовый материал песчано-гравийной размерности, который залегает в виде прослоев с резкими границами в толще алевропелитов. Обломочный материал представлен кварцем, полевым шпатом, литокластами карбонатных и глинистых пород. Особенностью таких прослоев является форма залегания, которая выражается в том, что слои залегают линзообразно и чаще всего они образуют кулисообразно примыкающие друг к другу складки подводного оползания. Складки-пакеты оползания имеют как небольшие размеры, так и довольно крупные — амплитудой 1–3 м при протяженности до нескольких десятков метров. Последние можно увидеть только в больших обнажениях, сопоставимых по размеру со складками. Изредка можно наблюдать, что пакет смятых в складку пород перекрыт сверху толщей осадков, залегающих с угловым несогласием (рис. 11г) по типу стратиграфического прилегания. Формирование таких складок, вероятно, происходило в условиях очень быстрого (катастрофического) привноса обломочного материала, когда на фоне алевропелитовой седиментации масса привнесенного грубозернистого материала, поступившего в бассейн



**Рис. 10. Общий вид выходов и литологические типы отложений сирировской свиты**

А — общий вид выходов суировской свиты в дорожной выемке на водоразделе р.р. Зилим и Мал. Толпар; Б — горизонтальная слоистость и полосчатость; В — прослой диамикита в алевропелитовой толще; Г — горизонт валунно-глинистого диамикита в толще алевропелитов; Д — прослои сортированных песчаников с реликтами приливно-отливной слоистости и ряби течений в алевро-глинистой толще; Е — линзовидный прослой кварцевого песчаника в толще алевропелитов.

**Fig. 10. General view of outcrops and lithological types of the Suirovo Formation**

А — the general view the outcrops of the Suirovo Formation in the road excavation in the watershed of the Zilim and Mal. Tolpar rivers; Б — horizontal bedding and banding; В — diamictite interlayer in the aleuropelite unit; Г — horizon of boulder-clay diamictite in the aleuropelite strata; Д — interlayers of sorted sandstones with relics of tidal bedding and current ripples in the siltstone unit; Е — lenticular interlayer of quartz sandstone in the aleuropelite strata.



**Рис. 11. Подводно-оползневые и другие структуры в алевро-глинистой толще сириовской свиты**

А — подводно-оползневые складки («рулеты») конгломератовых диамиктитов; Б — песчаниковые «футляры» — реликты подводно-оползневых «рулетов» мягких и твердых пород; В — каналы заполнения оползневым грубым песчано-диамиктитовым материалом; Г — крупные складки оползания, кулисообразно примыкающие друг к другу (верхняя толща с несогласием перекрывает складку по типу стратиграфического примыкания); Д — нептунические дайки мелкозернистых песчаников в толще алевропелитов; Е — комбинация «рулетов» оползания и нептунических даек.

**Fig. 11. Underwater landslides and other structures in the silt-clay thickness of the Suirovo Formation**

А — underwater-landslide folds («rolls») of the conglomerate diamictites; Б — sandstone «boxes» — relics of an underwater landslide «rolls» of hard and soft rocks; В — channel fill of landslide coarse sand-diamictite material; Г — large landslide folds, coulisse-formed fitted to each other (the upper strata overlaps unconformably the slide fold as a stratigraphic fit unconformity type); Д — neptunic dikes of fine-grained sandstones in the thick mudstones; Е — the combination of slide «rolls» and neptunic dikes.

седиментации, возможно, в результате вытаивания из ледника, не выдерживала сцепления с глинистым материалом и начинала сползать, образуя оползневые «рулеты».

*Каналы-промоины, заполненные диамиктитами.* В некоторых случаях «рулеты» оползания имеют ограниченные размеры (первые метры) и ясно выраженный раздув мощности. Диамикиты в них имеют грубообломочную размерность — от крупногалечных до мелковалунных конгломератов, представленных окатанными кремнями (рис. 11 в). Вероятно, они формировались в условиях геоморфологически выраженного канала-промоины на склоне бассейна. Небольшой размер каналов и клинообразная форма пластов грубообломочного материала позволяет предположить, что каналы не были созданы действием какого-то предшествующего процесса. Вероятнее всего, они сформировались под действием самих оползней, образовавшихся в результате катастрофического сброса (привноса) этого грубообломочного материала, другими словами, представляют собой перемещенные «гнезда камней».

*Нептунические дайки* представлены системой разветвленных «жил», мощностью 5–15 см, сложенных мелкозернистым песчаным материалом и ориентированных перпендикулярно напластованию. В разрезе они прослеживаются на протяжении 7–10 м (рис. 11 д). Генезис таких образований недостаточно ясен. Скорее всего, он связан с выжиманием тонкого песчаного и, вероятно, флюидизированного материала под весом вышележащих осадков. Нептунические дайки находятся в тесной ассоциации с пакетами оползания, и даже образуют некоторые взаимопереходные формы. Так, на отм. 1270 м разреза наблюдаются нептунические дайки, нижние части которых закручены в «рулеты» (рис. 11 е).

В средней части суировской свиты, где наблюдаются породы с приливно-отливной слоистостью, подводно-оползневые структуры в алевро-глинистой толще не проявлены. Присутствие прослоев песчаника в алевро-глинистой толще с отчетливыми оползневыми явлениями, по-видимому, может указывать на существование вдольсклоновых или вдольбереговых течений, приводящих к частичной сортировке терригенного материала. Такие течения, как известно, также могут формировать рябь, похожую на волновую, но связанную с течениями.

По преобладанию тех или иных литотипов в составе суировской свиты можно выделить следующие толщи:

*Толща 1 — сложена ленточно-слоистыми алевропелитами с горизонтальной слоистостью, обнажена в центральной части крупной дорожной выемки (0–300 м), где в свежих разновидностях пород можно наблюдать первичную — темно-серую, почти черную окраску пород этой толщи. Истинная ее мощность и характер контакта с нижележащими песчаниками толпаровской свиты неясны из-за повсеместной задернованности. В разрезе по р. Мал. Толпар ее мощность составляет 40–60 м [Келлер и др., 1984], однако здесь мощность, по-видимому, сокращена, т. к. эта точка наиболее близка к эрозионному борту впадины.*

*Толща 2 — сложена флишеподобными алевропелитами с обильно проявленными слампами (подводно-оползневыми складками). Флишеподобный облик толще придает чередование прослоев песчаников и гравелитов, которые, однако, не имеют типичной градационной слоистости, а образуют среди алевропелитов протяженные подводно-оползневые складки. Вероятно, к такой складке в этой толще относится слой глинисто-валунных диамикитов, описанный в работе [Келлер и др., 1984] как слой тиллитовидных конгломератов. Из-за ограниченности размеров обнажения масштаб всей структуры тогда оставался недостаточно ясным. Несмотря на флишеподобный облик, толща не представляет собой типичный флиш, т. к. отсутствуют основные признаки флиша — ритмичность и градационная слоистость, свойственная турбидитам. Общая мощность толщи составляет около 50 м (?).*

*Толща 3 — сложена слоистыми песчаниками и алевропелитами, характеризуется присутствием частых прослоев однородных сортированных песчаников, в которых видна плоскопараллельная горизонтальная слоистость, а в отдельных прослоях — слоистость приливно-отливного типа и восходящих знаков ряби. Характерные для предыдущей толщи оползневые структуры здесь отсутствуют. Очевидно, породы этой толщи формировались в несколько более мелководных условиях, где заметно влияние более активной гидродинамики. Резкую границу между толщами провести невозможно, мощность ее оценивается приблизительно в 200 м.*

*Толща 4 — сложена алевропелитами с подводно-оползневыми структурами — слампами. Из-за обилия подводно-оползневых структур представляет собой почти полной аналог второй толщи. Небольшие отличия связаны с меньшим размером рулетов оползания, а также меньшим количеством гравийного материала и присутствием прослоев темпеститов. По глубине образования осадков*

близка к толще 3. Мощность самой верхней толщи суировской свиты около 100 м. Следует отметить, что севернее, на р. Мал. Реват на уровне именно этой толщи среди алевропелитов находится слой доломитов, который был интерпретирован как кеп-карбонат [Горожанин, Губеева, 1990; и др.]. В толпаровском разрезе подобные образования не обнаружены.

### **Урюкская свита**

Характер верхней границы суировской свиты с гравелито-песчаниками урюкской свиты неясен из-за отсутствия обнажений. Мнение об эрозионном контакте суировских алевропелитов и урюкских гравелито-песчаников [Горожанин, 1988], по-видимому, неправильно, так как основано на предположении о резко отличающихся условиях формирования — глубоководных для «флишоидных» суировских алевропелитов и аллювиальных, согласно Ю.Р. Беккеру [1968], для урюкских пород. На самом деле отличия не столь значительны. Как было показано выше, условия формирования суировских отложений не соответствуют большим глубинам. В них местами присутствует приливно-отливная слоистость, а большое количество складок оползания, возможно, связано с нагрузкой вытаскивающего обломочного материала и крутыми склонами подводной депрессии типа фьорда. Характер слоистости в урюкских отложениях также не указывает на крайнюю мелководность. Как показали наши наблюдения, за косую слоистость в песчаниках часто принимаются фрагменты крупных подводно-оползневых рулетов (рис. 12 а–г), которые довольно обильны в урюкских песчаниках, но из-за однородной литологии песчаной толщи их бывает довольно сложно распознать.

Обращает на себя внимание такая особенность гравелито-песчаников урюкской свиты, прежде всего, в ее нижней сероцветной толщи, как хорошая сохранность крупных кристаллов полевых шпатов, имеющихся в их обломочной части (рис. 12 д). Это определенно указывает на холодный климат, когда процесс химического выветривания замедлен. Вероятно, эта толща формировалась в условиях, еще близких к суировским.

### **Условия формирования**

Суммируя все перечисленные выше седиментологические признаки, можно провести реконструкцию условий осадконакопления.

В нижней части толпаровской свиты обнаружены породы со слоистостью, характерной для приливно-отливной зоны, что свидетельствует о морских условиях образования этих прибрежных песков. В эту зону катастрофически выносилась большая масса несортированного песчаного материала, изредка с конгломератами, не успевавшая перемываться волнами и приливно-отливными течениями.

Возможная фациальная обстановка образования несортированных толпаровских песчаников и конгломератов — прибрежная зона с намывной песчаной равниной и потоками, формировавшимися при таянии ледника или при прорыве ледниковых озер. По-видимому, не только прослой конгломерата внутри песчаников представляет собой диамиктит, а вся толща несортированных песчаников должна рассматриваться в качестве диамиктитовой последовательности. При ее формировании обстановка осадконакопления постепенно менялась с окислительной на восстановительную, что способствовало образованию в песчаниках пиритовых конкреций фрамбоидального типа.

Новые факты, указывающие на условия осадконакопления, установлены и в вышележащих алевро-глинистых отложениях суировской свиты, в которых ранее был обнаружен единичный горизонт тиллитовидных конгломератов. В связи с отсутствием типовых ледниковых признаков — утюгообразных валунов-ледогранников с характерной ледниковой штриховкой, было высказано предположение об их подводно-оползневой природе [Келлер и др., 1984]. Однако оно не было подтверждено в связи с ограниченной обнаженностью разреза по р. Мал. Толпар и трудностью понимания реальных взаимоотношений конгломератов с вмещающими алевро-аргиллитами. В разрезе по р. Мал. Толпар подводно-оползневые пакеты в горизонтально-слоистых алевро-аргиллитовых породах отсутствовали. Сейчас установлено, что подводно-оползневые структуры с характерными «рулетами» чрезвычайно широко распространены в суировской свите. Они связаны с грубообломочными породами — конгломератами, которые образуют локальные быстро выклинивающиеся тела, сконцентрированные в каналах или формировавшие при сползании (?) каналы-промоины. В пространстве они ориентированы видимо субширотно, т. е. параллельно бортам эрозионной впадины-трабена.

При такой трактовке оказывается, что горизонт тиллитовидных конгломератов далеко не единичен. Фактически каждая такая подводно-оползневая



**Рис. 12. Литологические особенности отложений нижней (серой) толщи урюкской свиты**

а — крупная подводно-оползневая складка в гравелито-песчаниках, размер по длинной оси 3.5–4.0 м; б–в — отпрепарированные мелкие подводно-оползневые складки («рулеты»), сложенные алевропесчаниками; г — подводно-оползневая складка, срезанная песчаником с горизонтальной слоистостью, в тыловой части складки — крупный сползший литокласт гранито-гнейса; д — включение слабо выветрелого крупного кристаллокласти полевого шпата в гравелито-песчанике.

**Fig. 12. Lithological features of sediments of the lower (gray) thickness of the Uryuk Formation**

а — large underwater-landslide fold in gravelite-sandstones, the size of the long axis 3.5–4.0 m; б–в — prepared small underwater-landslide folds («rolls»), consisting of silty sandstones; г — underwater-landslide fold, cut by sandstone with horizontal bedding, in the back of the fold — big slide lithoclast of granitic-gneiss; д — inclusion of slightly weathered coarse feldspar crystalloclast in gravelitic sandstone.

структура, клинообразно утолщающаяся к середине каналов-промоин, сложена конгломератами. Природа самих конгломератов при этом остается неясной. Возможно, они представляют собой сгруженный тиль, который концентрировался при оползании в каналы-промоины.

Фациальный профиль осадконакопления в целом — от низов толпаровской свиты до верхов суировской, показывает углубление бассейна, наступившее в условиях трансгрессии, возможно, связанной с таянием ледника. Формирование большого количества подводно-оползневых структур указывает на крутизну склонов бассейна. Произошла смена от мелководных прибрежно-морских обстановок до глубоководных условий авандельты или шельфа. К концу суировского времени глубина бассейна снова начала уменьшаться, и он стал заполняться грубозернистыми осадками урюкской свиты.

Таким образом, вся описанная осадочная последовательность имеет марино-гляциальный генезис.

Современным аналогом такой последовательности вероятно могут быть осадки, накапливающиеся в подводных эрозионных каналах и впадинах на баренцевоморском шельфе в районе архипелага Шпицберген. Длина таких каналов достигает десятков и даже сотен километров (рис. 13) [Andreassen et al., 2017].

Следует отметить, что сочетание признаков, присущих ледниковому или подводно-оползневому генезису, характерно для гляциальных отложений в разрезе верхнего докембрия Южного Урала. В частности, для отложений близкого стратиграфического уровня — кургашлинской свиты в криволукском грабене восточной части БМА, следы подводного переотложения настолько характерны, что в противопоставлении ледниковому, предполагался флишоидный характер отложения этих образований [Чумаков, 1965]. В таком случае прослои тиллито-видных конгломератов, вероятно, следовало бы рассматривать как олистостромовые горизонты, характерные для флишевых формаций океанической стадии развития орогенов. В таких случаях различить гляциальные и марино-гляциальные от других генетических типов отложений помогает детальное изучение деформационных структур [Arnaud, 2011]. Указанная конвергенция признаков, очевидно, является следствием некоторой схожести условий осадконакопления марино-гляциальных и турбидитных осадков: большой водообильности (разжижения) алевро-глинистого материала, пульсационного поступления разнородного терригенного

материала, наличия расчлененного рельефа с крутыми склонами и т. п.

Дальнейшие исследования как современных, так и древних марино-гляциальных отложений показали сложность их строения и широкое развитие в них подводно-оползневых образований, что, как отмечает Н.М. Чумаков [1998], позволило призвать ледниковую и оползневую гипотезы происхождения тиллоидов кургашлинской свиты.

Очевидно, этот вывод также справедлив и для Толпаровского разреза, где развиты близкие по возрасту и генезису отложения, но прямых литологических индикаторов гляциального происхождения в виде штрихованных валунов, «бараньих лбов» и т. п. не обнаружено.

### Проблемы корреляции с другими разрезами на Южном Урале и мировыми гляциогризонтами неопротерозоя

Отложения, распространенные на территории БМА в пограничном интервале между рифеем и вендом, испытывают резкие фациальные изменения, вследствие чего корреляция удаленных разрезов встречает трудности.

Бакеевская свита, распространенная в западной части БМА, в типовом разрезе на р. Зилим в районе д. Бакеево представлена маломощной тонкослоистой песчано-алевро-аргиллитовой толщей с обильным проявлением глауконита и гематитовых прослоев. В районе д. Толпарово, расположенном в 20 км северо-западнее, в интервале между уксской свитой верхнего рифея и урюкской свитой венда, залегают отложения, представленные мощными многометровыми терригенными осадками (толпаровская и суировская свиты), они выполняют эрозионную впадину и имеют, как показано выше, марино-гляциальный генезис, отложения формировались в условиях с бескислородным режимом.

На восточном склоне БМА в Криволукском грабене между известняками уксской свиты верхнего рифея и гравелито-песчаниками байназаровской свиты (литологического аналога урюкской свиты) венда залегают кварцевые песчаники криволукской свиты (100–250 м) и «микститы» кургашлинской свиты (160–200 м). Ледниковый генезис «микститов», которые изначально рассматривались в качестве моренных образований [Лунгерсгаузен, 1947], затем длительное время оспаривался, и лишь в последние годы был признан [Чумаков, 1998]. По нашим наблюдениям, гляциогенный характер имеют не только кургашлинские, но и перекрывающие



**Рис. 13. Подводные эрозионные каналы и впадины на Баренцевоморском шельфе в районе арктического архипелага Шпицберген [Andreassen et al., 2017]**

**Fig. 13. Submarine erosion channels and depressions on the Barents sea shelf area close to the Arctic archipelago Svalbard [Andreassen et al., 2017]**

их байназаровские отложения, в которых описаны признаки марино-глациального генезиса [Горожанин, Канипова, 2017].

Таким образом, стратиграфический уровень в виде бакеевских, толпаровско-суировских и криволукско-кургашлинских отложений, жестко «зажат» между породами типового верхнего рифея и отложениями ашинской молассы венда. Мощность их значительно варьирует от 140 до 1200 м.

Этот комплекс отложений, имеющих свои собственные литофациальные черты, соответствует не молассовому, а марино-глациальному характеру осадконакопления и, вероятнее всего, связан с одним из уровней неопротерозойских гляциогоризонтов, широко распространенных в мире.

Надежных изотопных датировок, позволяющих датировать его, чтобы соотнести с известными уровнями, нет. Исключение составляют датировки глауконита бакеевской свиты, по которым K-Ar методом было получено 609 млн лет [Беккер, 1975], Rb-Sr изохронным методом 617 млн лет [Козлов, Горожанин, 1993]. Последняя датировка бакеевско-

го глауконита соответствует 640 млн лет [Зайцева и др., 2019]. Для глауконита из подстилающей укской свиты получено  $688 \pm 20$  млн лет, Rb-Sr метод [Горожанин, Кутявин, 1986].

Если учесть, что в неопротерозое было несколько периодов крупных оледенений и дегляциаций: Кайгас (~750 млн лет), Рэпитан (~710 млн лет), Стерт (~660 млн лет), Марино (~636 млн лет), Гаские (~582 млн лет), Байконур (~542 млн лет) [Чумаков, 2011], то описанный нижневендский уровень может соответствовать стертскому или мариноанскому глобальным уровням оледенений.

Проблема осложняется тем, что в Тирлянском районе восточной зоны БМА, где стратиграфически выше верхнерифейских отложений также были известны тиллитовидные конгломераты (аршинская свита), которые коррелировались с кургашлинским уровнем района Кривой Луки, в настоящее время выделен новый рифейский стратон — аршиний [Козлов и др., 2011], объединяющий, кроме аршинских метатиллитов, еще и метавулканиты игонинского комплекса, по которым получены U-Pb SHRIMP-датировки циркона  $707.0 \pm 2.3$  млн лет и  $732.1 \pm 1.7$  млн лет [Пучков и др., 2014].

Таким образом, возможный возрастной диапазон дискуссионного интервала, соответствующий формированию отложений бакеевского уровня — от 720 до 640 млн лет, что представляется слишком большим. Предложены различные варианты решения этой проблемы. Согласно одному из них, диамикиты, распространенные в Толпаровском, Криволукском и Тирлянском районах, принимаемые за единый маркирующий горизонт, относятся к разным гляциогоризонтам [Пучков, 2012]. Проблема требует дальнейших исследований.

#### Список литературы:

- Беккер Ю.Р. Позднедокембrijская моласса Южного Урала. – Л.: Недра, 1968. – 160 с.
- Беккер Ю.Р. О выделении бакеевских отложений в стратотипическом разрезе рифея // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1975. – № 6. – С. 125–129.
- Горожанин В.М. К вопросу о нижней границе венда на Южном Урале // Верхний докембрj Южного Урала и востока Русской плиты. – Уфа: ИГ БНЦ УрО АН СССР, 1988. – С. 41–45.
- Горожанин В.М., Губеева Л.В. Rb-Sr изотопное датирование глинистых сланцев из нижних горизонтов венда (Южный Урал). // Геология докембраj Южного Урала и востока Русской плиты: Сб. статей. – Уфа: БНЦ УрО АН СССР, – 1990. – С. 39–44.
- Горожанин В.М., Канипова З.А. Литологические индикаторы марино-глациального генезиса отложений

байназаровской свиты венда (Криволукский грабен Башкирского мегантиклинория, Южный Урал) // Геологический сборник № 13 / ИГ УНЦ РАН [Электронный ресурс]. – Спб: Свое издательство, 2017. – С. 34–43. – URL: [http://ig.ufaras.ru/File/E2017/Sbornik\\_13\\_IG USC RAS.pdf](http://ig.ufaras.ru/File/E2017/Sbornik_13_IG USC RAS.pdf) (дата обращения: 14.12.2019).

Горожанин В.М., Кутявин Э.П. Рубидий-стронциевое датирование глауконита уксской свиты // Докембрий и палеозой Южного Урала: Сб. науч. трудов. – Уфа: БФАН СССР, 1986. – С. 60–63.

Горожанин В.М., Мичурин С.В., Каникова З.А., Биктимирова З.Р. Литологические особенности диамиктов на границе рифея и венда в разрезе Толпарово (Южный Урал) // Геологический сборник № 12 / ИГ УНЦ РАН [Эл. ресурс]. – Спб: Свое издательство, 2015. – С. 69–78. – URL: [http://ig.ufaras.ru/File/E2015/Sbornik\\_12\\_IG USC RAS.pdf](http://ig.ufaras.ru/File/E2015/Sbornik_12_IG USC RAS.pdf) (дата обращения: 14.12.2019).

Горожанин В.М., Мичурин С.В., Каникова З.А., Биктимирова З.Р. Палеокарст в Толпаровском разрезе верхнего докембра, Южный Урал // Геологический сборник № 13 / ИГ УНЦ РАН [Эл. ресурс]. – Спб: Свое издательство, 2017. – С. 176–185. – URL: [http://ig.ufaras.ru/File/E2017/Sbornik\\_13\\_IG USC RAS.pdf](http://ig.ufaras.ru/File/E2017/Sbornik_13_IG USC RAS.pdf) (дата обращ.: 14.12.2019).

Зайцева Т.С., Кузнецова А.Б., Горожанин В.М., Горюхов И.М., Ивановская Т.А., Константинова Г.В. Основание венда на Южном Урале: возраст глауконитов бакеевской свиты // Стратиграфия. Геол. корреляция. – 2019. Т. 27, № 5. – С. 82–96. doi.org/10.31857/S0869-592X27582-96.

Келлер Б.М., Вейс А.Ф., Горожанин В.М. Толпаровский разрез верхнего докембра (Южный Урал) // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1984. – № 9. – С. 119–124.

Козлов В.И. Верхний рифей и венд Южного Урала. – М.: Наука, 1982. – 128 с.

Козлов В.И., Горожанин В.М. К вопросу о выделении бакеевской свиты и о возрасте базальных слоев ашинской серии Южного Урала // Верхний докембр Южного Урала и востока Русской плиты. – Уфа: УНЦ РАН, 1993. – С. 14–23.

Козлов В.И., Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Нехорошева А.Г., Бушарина С.В. Аршиний — новый стратон рифея в стратотипических разрезах Южного Урала // Геологический сборник № 9 / ИГ УНЦ РАН. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2011. – С. 52–56.

Лунгерсгаузен Л.О. О фациальной природе и условиях отложения древних свит Башкирского Урала // Сов. геология. – 1947. – № 18. – С. 35–74.

Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Анфимов Л.В. Рифей западного склона Южного Урала (классические разрезы, седименто- и литогенез, минерагения, геологические памятники природы). – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2001. – Т. 4. – 103 с.

Олли А.И. Древние отложения западного склона Южного Урала. – Саратов: Изд-во СГУ, 1948. – 413 с.

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

Пучков В.Н. О возрасте ашинской серии Южного Урала. // Геология, полезные ископаемые и проблемы

геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Матер. 9-й Межрег. науч.-практ. конф., Уфа, ноябрь, 2012. – Уфа: ДизайнПресс, 2012. – С. 47–51.

Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Ратов А.А. Отложения нижнего венда на Южном Урале: особенности состава и строения // Геологический сборник № 11 / ИГ УНЦ РАН. – Уфа: ДизайнПресс, 2014. – С. 22–36.

Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология. – М.: Наука, 1983. – 184 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 377).

Стратиграфический кодекс России. – 3-е изд. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. – 96 с.

Чумаков Н.М. О некоторых докембрийских тиллитоподобных породах СССР // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1965. – № 2. – С. 83–90.

Чумаков Н.М. Опорный разрез венденских ледниковых отложений Южного Урала (кургашлинская свита Криволукского грабена) // Урал: Фундаментальные проблемы геодинамики и стратиграфии. – М.: Наука, 1998. – С. 138–153.

Чумаков Н.М. Африанская ледниковая эра позднего протерозоя // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2011. – Т. 19, № 1. – С. 3–23. – doi.org/10.1134/S0869593810061012.

Andreassen K., Hubbard A., Winsborrow M., Patton H., Vadakkepuliyambatta S., Plaza-Faverola A., Gudlaugsson E., Serov P., Deryabin A., Mattingdal R., Mienert J., Bünz S. Massive blow-out craters formed by hydrate-controlled methane expulsion from the Arctic seafloor // Science. – 2017. – Vol. 356, Is. 6341. – P. 948–953. – DOI: 10.1126/science.aal4500.

Arnaud E. The paleoclimatic significance of deformation structures in Neoproterozoic successions: Special Issue on Clastic Sedimentology and the Neoproterozoic Glaciations // Sedimentary Geology. – 2011. – Vol. 243–244. – P. 33–56. – doi:10.1016/j.sedgeo.2011.09.012.

Glover J.F. Speleothem deposits in a proterozoic paleokarst, mesoproterozoic dismal lakes group, Arctic Canada: University of Tennessee Honors Thesis Projects, 2006. – [https://trace.tennessee.edu/utk\\_chanhonopproj/960](https://trace.tennessee.edu/utk_chanhonopproj/960).

Smith D.G. Tidal Bundles and Mud Couplets in the McMurray Formation, Northeastern Alberta, Canada: Geological Notes // Bulletin of Canadian Petroleum Geology. – 1988. – Vol. 36, No. 2. – P. 216–219.

Swift D.J.P., Jr., A.G.F., Freeland G.L., Oertel G.F. Hummocky cross-stratification and megaripples: a geological double standard // J. of Sed. Petr. – 1983. – Vol. 53 (4). – P. 1295–1317.

## References:

Andreassen K., Hubbard A., Winsborrow M., Patton H., Vadakkepuliyambatta S., Plaza-Faverola A., Gudlaugsson E., Serov P., Deryabin A., Mattingdal R., Mienert J., Bünz S. Massive blow-out craters formed by hydrate-controlled methane expulsion from the Arctic seafloor // Science. 2017. Vol. 356, Is. 6341. P. 948–953. DOI: 10.1126/science.aal4500.

Arnaud E. The paleoclimatic significance of deformation structures in Neoproterozoic successions: Special Issue on Clastic Sedimentology and the Neoproterozoic Glaciations // Sedimentary Geology. 2012. Vol. 243–244. P. 33–56. DOI: 10.1016/j.sedgeo.2011.09.012.

*Becker Ju.R.* Pozdnedokembriiskaya molassa Yuzhnogo Urala [Late Precambrian Molasses of the Southern Urals]. Leningrad: Nedra, 1968. 160 p. (In Russian).

*Bekker Yu.R.* O vydelenii bakeevskikh otlozhenij v stratotipicheskem razreze rifeya [About determining of Bakeyovo deposits in the stratotypic section of the Riphean] // Izv. USSR Academy of sciences. Ser. Geol. 1975. No. 6. P. 125–129. (In Russian).

*Chumakov N.M.* O nekotoryh dokembrijskih tillitopodobnyh porodah SSSR [About some Precambrian tillite-like rocks of the USSR] // Izv. USSR Academy of sciences. Ser. geol. 1965. No. 2. P. 83–90. (In Russian).

*Chumakov N.M.* Opornyj razrez vendskih lednikovyh otlozhenij Yuzhnogo Urala (kurgashlinskaya svita Krivolukskogo grabena) [Basic section of Vendian glacial deposits of the southern Urals (kurgashli formation of Krivoluk Graben)] // Ural: Fundamental'nye problemy geodinamiki i stratigrafii [Ural: Fundamental problems of geodynamics and stratigraphy]. Moscow: Nauka, 1998. P. 138–153. (In Russian).

*Chumakov N.M.* Afrikanskaya lednikovaya era pozdnego proterozoja [African glacial era of the late Proterozoic] // Stratigraphy. Geological Correlation. 2011. Vol. 19, No. 1. P. 3–23. doi.org/10.1134/S0869593810061012. (In Russian).

*Glover J.F.* Speleothem deposits in a proterozoic paleokarst, mesoproterozoic dismal lakes group, Arctic Canada: University of Tennessee Honors Thesis Projects, 2006. http://trace.tennessee.edu/utk\_chanhonoproj/960.

*Gorozhanin V.M.* K voprosu o nizhnej granice venda na Yuzhnom Urale [On the lower boundary of the Venda in the southern Urals] // Verhnij dokembrij Yuzhnogo Urala i vostoka Russkoj plity [Upper Precambrian of the southern Urals and the East of the Russian plate]. Ufa: IG Bashkir scientific center, Ural branch, USSR Academy of Sciences, 1988. P. 41–45. (In Russian).

*Gorozhanin V.M., Gubeeva L.V.* Rb-Sr izotopnoe datirovaniye glinistykh slancev iz nizhnih gorizontov venda (Yuzhnyj Ural) [Rb-Sr isotopic Dating of clay shales from the lower horizons of Vendian (Southern Urals)] // Geologiya dokembriya Yuzhnogo Urala i vostoka Russkoj plity: Sbornik statei [Geology of the Precambrian of the southern Urals and the East of the Russian plate: Collected papers]. Ufa: BNC UrO AN SSSR, 1990. P. 39–44. (In Russian).

*Gorozhanin V.M., Kanipova Z.A.* Litologicheskie indikatory marino-glyacial'nogo genezisa otlozhenij bajnazarovskoj svity venda (Krivolukskij graben Bashkirskogo megantiklinoriya, Yuzhnyj Ural) [Lithological indicators of the marino-glacial genesis of the deposits of the Bainazarovo formation of Vendian (Krivoluksky Graben of the Bashkir meganticlinorium, southern Urals)] // Geologicheskij sbornik No. 13 / IG UNC RAN [Elektronnyj resurs]. St. Petersburg: Svoje publishing house, 2017. P. 34–43. URL: http://ig.ufaras.ru/File/E2017/Sbornik\_13\_IG USC RAS.pdf. (In Russian).

*Gorozhanin V.M., Kutyavin E.P.* Rubidii-stroncievoe datirovaniye glaukonita ukskoi svity [Rubidium-strontium Dating of glauconite of the Uk Formation] // Dokembri i paleozoi Yuzhnogo Urala: Sbornik nauchnyh trudov [Precambrian and Paleozoic of the southern Urals: Collection of scientific papers]. Ufa: BFAN SSSR, 1986. P. 60–63. (In Russian).

*Gorozhanin V.M., Michurin S.V., Kanipova Z.A., Biktimirova Z.R.* Litologicheskie osobennosti diamiktitov na granice rifeya i venda v razreze Tolparovo (Yuzhnyi Ural) [Lithological features of diamictites on the border of rife and Vendian in the section of Tolparovo (Southern Urals)] // Geologicheskii sbornik No. 12 / IG UNC RAN [Elektronnyj resurs]. St. Petersburg: Svoje publishing house, 2015. P. 69–78. URL: http://ig.ufaras.ru/File/E2015/Sbornik\_12\_IG USC RAS.pdf (date accessed: 14.12.2019). (In Russian).

*Gorozhanin V.M., Michurin S.V., Kanipova Z.A., Biktimirova Z.R.* Paleokarst v Tolparovskom razreze verhnego dokembriya, Yuzhnyi Ural [Paleocarst in the Tolparov section of the upper Precambrian, southern Urals] // Geologicheskii sbornik No. 13 / IG UNC RAN [Elektronnyj resurs]. St. Petersburg: Svoje publishing house, 2017. P. 176–185. URL: http://ig.ufaras.ru/File/E2017/Sbornik\_13\_IG USC RAS.pdf. (In Russian).

*Keller B.M., Veis A.F., Gorozhanin V.M.* Tolparovskii razrez verhnego dokembriya (Yuzhnyi Ural) [Tolparovsky section of the Upper Precambrian (South Urals)] // Izv. AN SSSR. Ser. geol. 1984. No. 9. P. 119–124. (In Russian).

*Kozlov V.I.* Verhnii rifei i vend Yuzhnogo Urala [The Upper Riphean and Vendian of the southern Urals]. M.: Nauka, 1982. 128 p. (In Russian).

*Kozlov V.I., Gorozhanin V.M.* K voprosu o vydelenii bakeevskoi svity i o vozraste bazal'nyh sloev ashinskoi serii Yuzhnogo Urala [On the determination of the Bakeyovo Formation and the age of the basal layers of the Asha series of the Southern Urals] // Verhnij dokembrij Yuzhnogo Urala i vostoka Russkoj plity [Upper Precambrian of the Southern Urals and the East of the Russian plate]. Ufa: UNC RAN, 1993. P. 14–23. (In Russian).

*Kozlov V.I., Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Nehorosheva A.G., Busharina S.V.* Arshinii — novyi straton rifeya v stratotipicheskikh razrezah Yuzhnogo Urala [Arshinii is a new Riphean straton in the stratotype section of the Southern Urals] // Geologicheskii sbornik No. 9 / IG UNC RAN. Ufa: DizajnPoligrafServis, 2011. P. 52–56. (In Russian).

*Lungersgauzen L.O.* O facial'noi prirode i usloviyah otlozheniya drevnih svit Bashkirskogo Urala [On the facies nature and conditions of deposition of ancient suites of the Bashkir Urals] // Sov. geologiya. 1947. No. 18. P. 35–74. (In Russian).

*Maslov A.V., Krupenin M.T., Gareev E.Z., Anfimov L.V.* Rifei zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala (klassicheskie razrezy, sedimento- i litogenet, minerageniya, geologicheskie pamiatniki prirody) [Riphean of the Western slope of the southern Urals (classical sections, sedimentary and lithogenesis, Minerageny, geological monuments of nature)]. Ekaterinburg: IGG Uro RAS, 2001. Vol. 4. 103 p. (In Russian).

*Ollie A.I.* Drevnie otlozheniya zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [Ancient deposits of the Western slope of the southern Urals]. Saratov: Publishing house of SSU. 1948. 413 p. (In Russian).

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

*Puchkov V.N. O vozraste ashinskoi serii Yuzhnogo Urala [On the age of the Asha series Southern Urals] // Geologiya, poleznye iskopaemye i problemy geoekologii Bashkortostana, Urala i sopredel'nyh territorii: Mater. 9-i Mezhreg. nauch.-prakt. konf. [Geology, minerals and problems of Geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories: Proceedings of the 9th Interregional scientific and practical conference] Ufa, november, 2012. Ufa: Designpress, 2012. P. 47–51. (In Russian).*

*Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Ratov A.A. Otlozheniya nizhnego venga na Yuzhnom Urale: osobennosti sostava i stroyeniya [Lower Vendian in the southern Urals: composition and structure features] // Geologicheskiy sbornik № 11 [Geological collection No. 11] / IG UNC RAS. Ufa: Designpress, 2014. P. 22–36. (In Russian).*

*Smith D.G. Tidal Bundles and Mud Couplets in the McMurray Formation, Northeastern Alberta, Canada: Geological*

Notes // Bulletin of Canadian Petroleum Geology. 1988. Vol. 36, No. 2. P. 216–219.

*Stratigrafičeskii kodeks Rossii [Stratigraphic Code of Russia]. 3th edition. SPb.: VSEGEI, 2006. 96 p. (In Russian).*

*Stratotip Rifeja. Stratigrafiya. Geokhronologiya [Stratotype of the Riphean. Stratigraphy. Geochronology]. M.: Nauka, 1983. 184 p. (Trudy GIN AN USSR; Is. 377). (In Russian).*

*Swift D.J.P., Jr. A.G.F., Freeland G.L., Oertel G.F. Hummocky cross-stratification and megaripples: a geological double standard // J. of Sed. Petr. 1983. Vol. 53 (4). P. 1295–1317.*

*Zajceva T.S., Kuznetsov A.B., Gorozhanin V.M., Gorozhanin I.M., Ivanovskaya T.A., Konstantinova G.V. Osnovanie venga na Yuzhnom Urale: vozrast glaukonitov bakeevskoi svity [The Foundation of the Vend in the southern Urals: the age of the glauconites of the Bakeyev formation] // Stratigraphy. Geological correlation. 2019. Vol. 27, No. 5, P. 82–96. doi.org/10.31857/S0869-592X27582-96. (In Russian).*

### *Сведения об авторах*

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

**Мичурин Сергей Васильевич**, канд. геол.-мин. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: s\_michurin@mail.ru

**Войкина Залия Азатовна**, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: Zaliya.Kanipova@mail.ru

**Биктимерова Зирина Ришатовна**, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: Zirina85@mail.ru

**Шарипова Айсылу Азатовна**, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа

**Султанова Анна Геннадьевна**, Башкирский государственный университет (БашГУ), г. Уфа; Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: anna\_zakharova.ig@mail.ru

### *About the authors:*

**Gorozhanin Valery Michailovich**, candidate of geological and mineralogical sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: Gorozhanin@ufaras.ru

**Michurin Sergey Vasilyevich**, candidate of geological and mineralogical sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: s\_michurin@mail.ru

**Voikina Zaliya Azatovna**, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: Zaliya.Kanipova@mail.ru

**Biktimerova Zirina Rishatovna**, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: Zirina85@mail.ru

**Sharipova Aisylu Azatovna**, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa

**Sultanova Anna Gennadievna**, Bashkir State University (BSU), Ufa; Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: anna\_zakharova.ig@mail.ru

УДК 550.384.5

DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-7>

## КРАСНОЦВЕТНЫЕ ПЕСЧАНИКИ ЗИГАНСКОЙ СВИТЫ ВЕРХНЕГО ВЕНДА — УНИКАЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ ПАЛЕОМАГНИТНОГО ИЗУЧЕНИЯ ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

© 2019 г. К. Н. Данукалов, Н. П. Парфирьев, И. В. Голованова,  
Н. Д. Сергеева, Р. Ю. Сальманова

**Реферат.** В работе приведены результаты палеомагнитного изучения красноцветных песчаников нижней части зиганской свиты верхнего венда, ранее проводившегося авторами и другими исследователями с целью установления палеопозиции кратона Балтика в конце неопротерозоя. Лабораторные палеомагнитные исследования выполнены в соответствии с общепринятой в настоящее время методикой, включающей в себя температурную магнитную чистку и компонентный анализ выделенных направлений намагниченности. Приблизительно по 200 образцам удалось выделить биполярную высокотемпературную компоненту намагниченности, имеющую первичное происхождение, что подтверждается положительным тестом обращения и тестом регионального соответствия. Выделено более 20 инверсий геомагнитного поля в разрезе мощностью около 80 м. Такая сверхвысокая частота инверсий наблюдается всего лишь еще в двух верхневендских комплексах отложений на Земле. Приводится мнение Дж. Меерта с соавторами о возможном влиянии аномального состояния геомагнитного поля на последующую крупнейшую биосферную перестройку в истории Земли.

*Ключевые слова:* палеомагнетизм, высокотемпературная компонента намагниченности, диаграмма Зайдервельда, инверсия геомагнитного поля, венд, зиганская свита, Южный Урал

## THE RED-COLORED SANDSTONES OF THE LATE EDIACARAN ZIGAN FORMATION — A UNIQUE OBJECT OF PALEOMAGNETIC STUDY OF THE EARTH'S HISTORY

© 2019 K. N. Danukalov, N. P. Parfir'ev, I. V. Golovanova,  
N. D. Sergeeva, R. Yu. Sal'manova

**Abstract.** The paper presents the results of a paleomagnetic study of the red-colored sandstones of the lower part of the Late Ediacaran Zigan Formation, previously carried out by the authors and other researchers with the aim of establishing the paleoposition of the Baltic craton at the end of the Neoproterozoic. The laboratory paleomagnetic studies were carried out in accordance with the currently generally accepted methods, which includes thermal demagnetization and component analysis of selected directions of magnetization. For about 200 samples, it was possible to isolate the bipolar high-temperature magnetization component, which is of primary origin, as evidenced by a positive reversal test and a regional correspondence test. More than 20 inversions of the geomagnetic field were identified in the section with a thickness of about 80 m. Such an ultrahigh frequency of inversions is observed only in two other Late Ediacaran complexes of deposits on the Earth. The opinion of J. Meert et al. concerning a possible influence of the anomalous state of the geomagnetic field on the subsequent largest biosphere restructuring in the history of the Earth is given.

*Key words:* paleomagnetism, high-temperature component of magnetization, Zijderveld diagram, inversion of the geomagnetic field, Ediacaran, Zigan Formation, Southern Urals

---

**Для цитирования:** Данукалов К. Н., Парфирьев Н. П., Голованова И. В., Сергеева Н. Д., Сальманова Р. Ю. Красноцветные песчаники зиганской свиты верхнего венда — уникальный объект палеомагнитного изучения истории Земли // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 93–102. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-7>.

**For citation:** Danukalov K. N., Parfir'ev N. P., Golovanova I. V., Sergeeva N. D., Sal'manova R. Yu. The red-colored sandstones of the Late Ediacaran Zigan formation — a unique object of paleomagnetic study of the Earth's history // Geologicheskii vestnik. 2019. No. 3. P. 93–102. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-7>.

## Введение

На территории Ишимбайского района Республики Башкортостан находится очень интересный с точки зрения изучения истории Земли объект. Речь идет о красноцветных песчаниках нижней части зиганской свиты верхнего венда. Два разреза зиганских красноцветов расположены: на расстоянии 16 км от с. Макарово по новой дороге Стерлитамак–Белорецк и на р. Зиган приблизительно в 7 км выше по течению д. Гумерово (рис. 1). Чем обусловлен интерес палеомагнитологов к исследованию песчаников зиганской свиты? Изначально данный объект изучался с целью установления палеопозиции кратона Балтика в конце неопротерозоя [Levashova et al., 2013], что весьма важно для палеогеографии. В результате углубленных исследований удалось выделить биполярную высокотемпературную компоненту намагниченности, имеющую первичное происхождение, что подтверждается положительным тестом обращения и тестом регионального соответствия. Но самое главное, здесь наблюдается более 20 смен магнитной полярности в разрезе мощностью около 80 м [Bazhenov et al., 2016]. Подобная сверхвысокая частота инверсий наблюдается всего лишь еще в двух верхневендских комплексах отложений: на Зимнем берегу Белого моря [Popov et al., 2005] и в юго-восточной Сибири [Шацилло и др., 2015] и не является результатом перемагничивания или чрезвычайно медленного осаждения. Частота инверсий в позднем эдиакарии превысила 20 смен полярности на миллион лет. Можно предположить, что магнитное поле Земли в период гиперактивности ведет себя биполярным образом. Такая частая смена полярности интересна как сама по себе, в плане изучения поведения геомагнитного поля, но также натолкнула Дж.Меерта с соавторами [Meert et al., 2016] на предположение об одной из возможных причин последующего «кембрийского взрыва» фауны.

## Геология

Зиганская свита завершает стратиграфическую последовательность отложений ашинской серии венда на Южном Урале. Отложения свиты развиты преимущественно в Алатауском антиклиниории и Карагатуском структурном комплексе Башкирского мегантиклиниория на западном склоне Южного Урала (см. рис. 1).

Зиганская свита представлена песчаниками и алевролитами полимиктовыми, реже кварцевыми,

с прослойми и пачками аргиллитов, отмечаются единичные прослои (от 3–5 см до 30–40 см) вулканических туфов, возраст которых в районе г. Усть-Катав (U-Pb-метод по циркону) составил  $547.6 \pm 3.8$  млн лет [Гражданкин и др., 2011].

С подстилающей куккараукской свитой зиганская связана постепенным переходом и с размытом перекрывается терригенными породами такатинской свиты эмского яруса нижнего девона. Мощность свиты изменяется от 350 до 460 м и колебания мощности обусловлены предпалеозойским размывом.

Стратотипическим для зиганской свиты является разрез по р. Зиган ( $N 53^{\circ} 33.463'$ ,  $E 56^{\circ} 39.599'$ ), где свита представлена преимущественно песчаниками, меньше алевролитами, в подчиненном количестве присутствуют аргиллиты [Стратотип..., 1983]. Обнаженность отложений зиганской свиты в стратотипе недостаточная, а сам разрез труднодоступен для изучения и демонстрации. В настоящее время наиболее полный разрез зиганской свиты представлен в дорожных выемках по новой автодороге Стерлитамак–Белорецк на участке от с. Макарово до с. Кулгунино, проложенной в междуречье р. Зиган и р. Кукраук, приблизительно в 2 км севернее стратотипа ( $N 53^{\circ} 34.353'$ ,  $E 56^{\circ} 40.63'$ ) (см. рис. 1). Здесь в дорожных выемках вскрыты подстилающие зиганскую свиту отложения куккараукской свиты, представленные конгломератами полимиктовыми, разногалечными, с хорошо окатанной галькой преимущественно песчаников. Западнее куккараукских конгломератов через задернованный интервал (30 м по мощности) в дорожных выемках почти непрерывной полосой вскрыты породы зиганской свиты, но в отличие от стратотипа здесь меняется соотношение пород в переслаивании: преобладают алевролиты и аргиллиты, количественное соотношение которых приблизительно равное; песчаники имеют подчиненное значение. Среди аргиллитов в основании разреза зиганской свиты и вблизи верхней границы с кварцевыми светло-серыми песчаниками такатинской свиты нижнего девона отмечены прослои туфов (мощностью около 30–40 см). В нижней части разреза свиты (около 80 м по мощности) породы имеют зеленовато-серую и вишневую окраску, а выше по разрезу — исключительно серую, зеленовато-серую и темно-серую. Несмотря на значительные вариации в соотношении пород в переслаивании по площади распространения зиганской свиты, общий литологический состав, структурно-текстурные особенности и внешний облик пород остаются неизменными. Следует отметить, что отложения

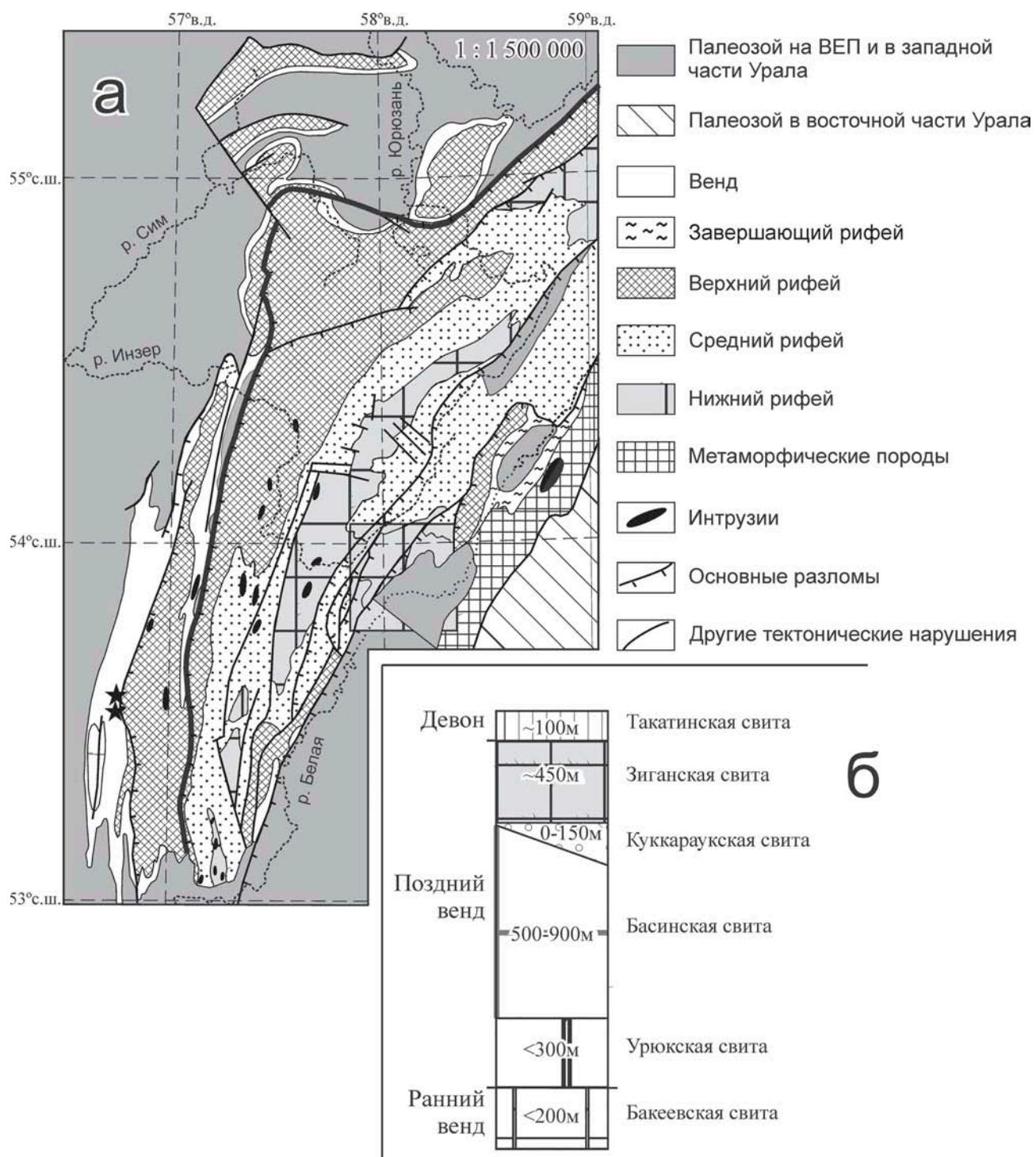


Рис. 1. Схематическая карта юго-западной части Урала (а) и упрощенная стратиграфическая колонка венда юго-западной части Урала (б)

Самая толстая линия обозначает зильмердакский разлом, к западу от которого вендинские породы перекрыты палеозойскими без углового несогласия. Звездочками обозначено местоположение опробованных разрезов зиганской свиты.

**Fig. 1. Schematic map of the SW Urals (a) and Simplified stratigraphic column of the Ediacaran sequence of the SW Urals (б)**

The thickest line denotes the Zilmerdak Fault, to the west of which Ediacaran rocks are overlain by Paleozoic rocks without angular unconformity. Stars denote the localities, where the Upper Ediacaran Zigan Formation was sampled.

зиганской свиты по облику и составу сходны с осадками басинской свиты. В стратиграфически полных разрезах отложения этих свит разделены конгломератами куккараукской свиты. В том случае, когда отсутствует куккараукская свита (например: в Сулеймановской антиклинали северной части Башкирского мегантиклиниория), различить литологически сходные отложения зиганской и басинской свит возможно лишь благодаря палеомагнитным данным [Levashova et al., 2013, 2015].

### Методика

Всего было отобрано около 200 образцов из 2 разрезов общей мощностью чуть более 100 м. Отбор производился по стандартной методике с ориентировкой образцов при помощи горного компаса и последующей их распиловкой на кубики объемом 8 см<sup>3</sup>. Далее образцы изучались по общепринятой методике в палеомагнитных лабораториях Геологического Института РАН (г. Москва) и Института Геологии УФИЦ РАН (г. Уфа). Образцы, сгруппированные в сайты, поэтапно нагревали до 700°C либо в самодельных печах (г. Москва), либо с использованием термического размагничивающего устройства TD-48 фирмы ASC Scientific с внутренними остаточными полями <10 нТ (г. Уфа). Измерения проводились с помощью спиннер-магнитометров JR-4 или JR-6 фирмы «Agico» с уровнем шума 0.05 мА/м. Примерно 20% образцов коллекции были размагнечены в обеих лабораториях и показали хорошую кучность (рис. 3), большинство выделенных компонент сходились в пределах 10°. Результаты размагничивания были нанесены на ортогональные векторные диаграммы Зийдервельда (рис. 2). Визуально идентифицированные линейные траектории были использованы для определения направлений магнитных компонент с помощью анализа главных компонент с использованием подгонки методом наименьших квадратов, включающей три или более этапа размагничивания [Kirschvink, 1980]. Статистические данные на уровне выборки использовались для расчета среднего и общего среднего направления естественной остаточной намагниченности. Для

анализа и построений использовалось программное обеспечение P. Энкина [Enkin, 1994] и PaleoMac [Cogne, 2003].

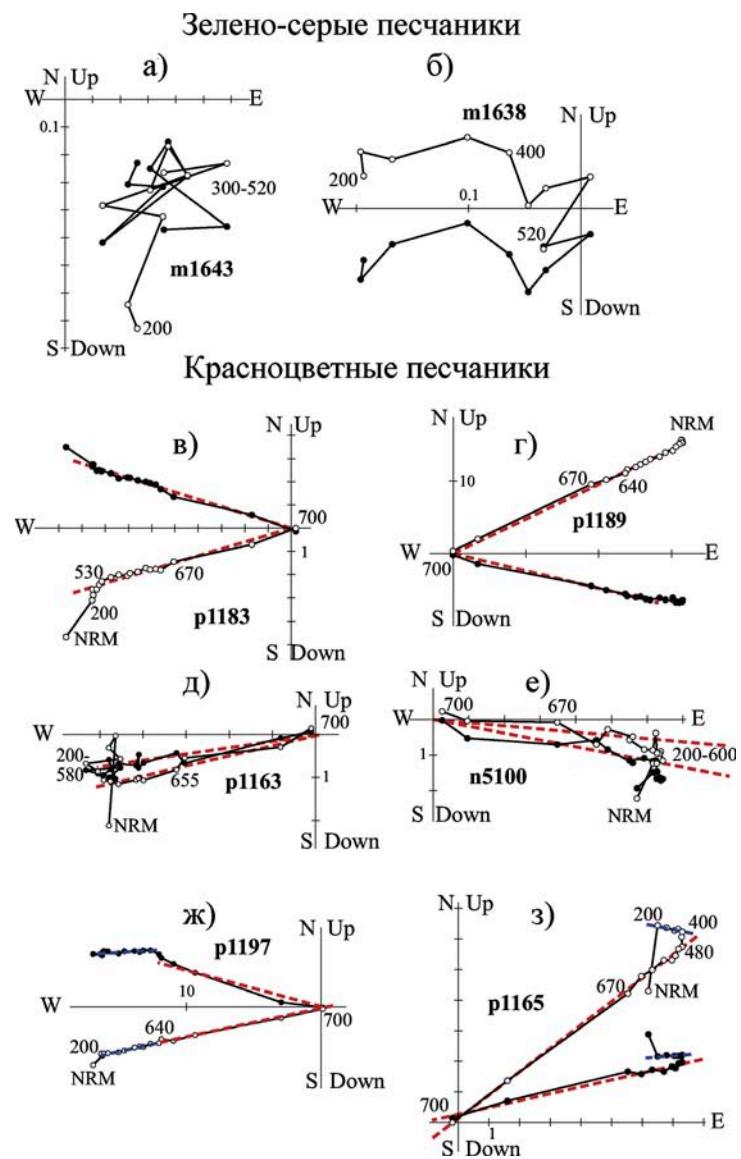


Рис. 2. Типичные кривые терморазмагничивания зеленовато-серых (а и б) и красноцветных (в–з) песчаников зиганской свиты в стратиграфической системе координат

Выделенные среднетемпературные (синие) и высокотемпературные (красные) компоненты обозначены толстыми пунктирными линиями. Температура приведена в градусах Цельсия. Интенсивность намагниченности в мА/м. Залипые (пустые) кружки представляют собой проекции на горизонтальную (вертикальную) плоскость (из [Levashova et al., 2013]).

Fig. 2. Representative thermal demagnetization plots of greenish-gray (a and b) and brown-gray and maroon (c–e) varieties of the Ediacaran Zigan Formation from the western part of the South Urals, in stratigraphic coordinates

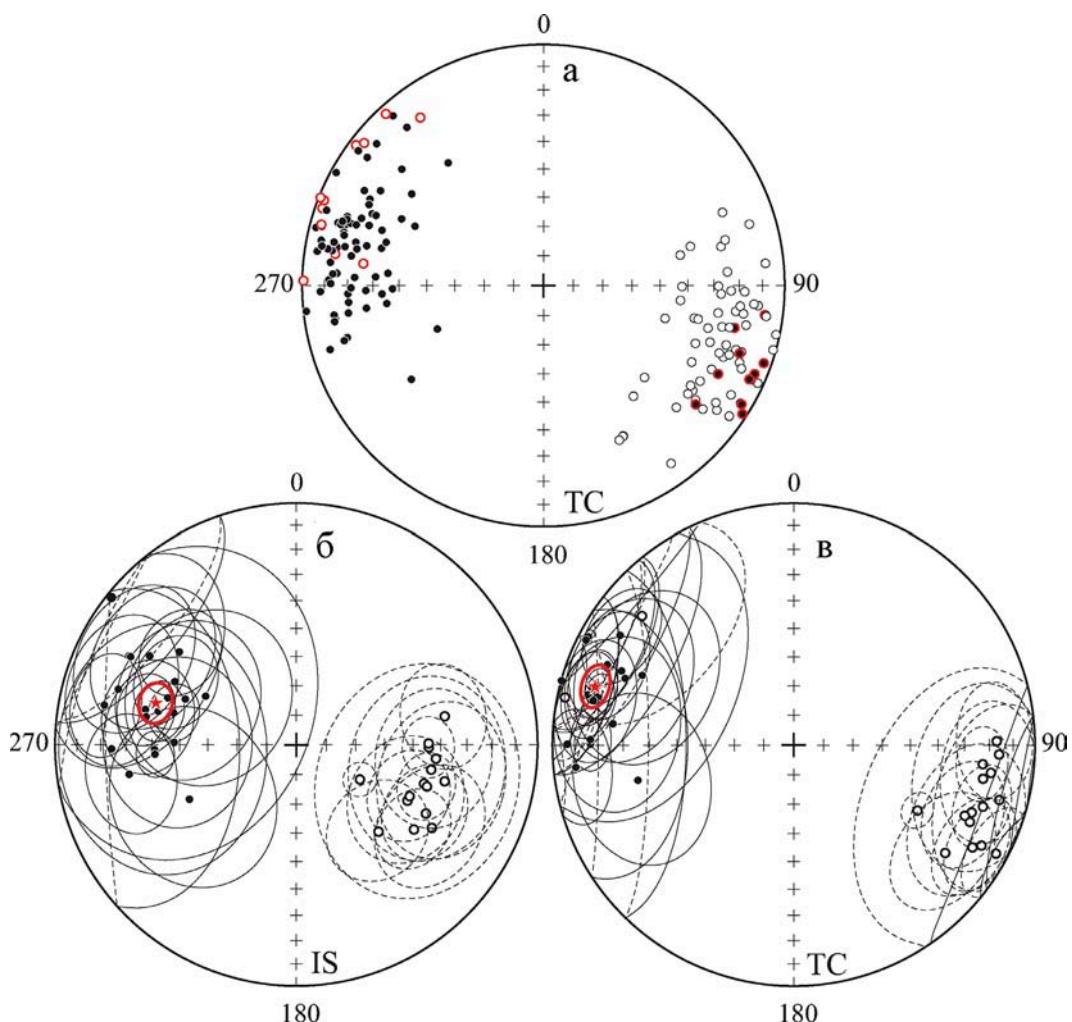
Isolated intermediate- (blue) and high-temperature (red) components are denoted by thick dashed lines. Temperature steps are in degrees Celsius. Magnetization intensities are in mA/m. Full (open) circles represent vector endpoints projected onto the horizontal (vertical) plane (according to [Levashova et al., 2013]).

## Результаты

При нагревании до 200–250°C была удалена современная компонента намагниченности. При температуре выше 200°C почти все зеленовато-серые образцы проявляют неустойчивое поведение и в них не удается выделить сгруппированную компоненту намагниченности (см. рис. 2 а, б). В отличие от них в красноцветных породах выделяется высокотемпературная компонента (ВТК) на-

магниченности, которая спадает в начале координат при 650–700°C, но в некоторых образцах это происходит при 580°C. Из этого следует, что основной носитель намагниченности — гематит, реже — магнетит (см. рис. 2 в–з). Направления ВТК достаточно хорошо сгруппированы как внутри сайтов, так и для всей коллекции.

Векторы ВТК на стереограмме в стратиграфической системе координат распределяются антиподально, что соответствует двум полярностям



**Рис. 3. Стереограммы высокотемпературной составляющей ВТК в верхневендских осадочных породах зиганской свиты**

а — данные ВТК по образцам (кружки) после коррекции наклона. В каждой группе полярности аномальные значения наклонений выделены; б и в — направления (кружки) для сайтов и подсайтов с овалами доверия (тонкие линии) *in situ* (б) и после коррекции наклона (в). Звезды — это общие средние направления с соответствующими доверительными кругами (жирные линии). Заливные (полые) символы и сплошные (пунктирные) линии проецируются на нижнюю (верхнюю) полусферу (из [Levashova et al., 2013]).

**Fig. 3. Stereoplots of high-temperature component, HTC, in the late Ediacaran clastic rocks of the Zigan Fm**

а — sample HTC data (circles) after tilt correction. In each polarity group, directions with inclination that differs from that of main body of the data are highlighted; б and в — site and sub-site mean directions (circles) with associated confidence circles (thin lines) *in situ* (б) and after tilt correction (в). Stars are overall mean directions with associated confidence circles (thick lines). Full (open) symbols and solid (dashed and dotted) lines are projected onto lower (upper) hemisphere (according to [Levashova et al., 2013]).

(см. рис. 3). Из-за присущей неоднозначности в параметрах полярности (нормальная или обратная) можно условно назвать их: «ВП1» (вариант полярности 1; координаты полюса:  $P_{\text{lat}} = 16^\circ \text{ N}$ ,  $P_{\text{long}} = 318^\circ \text{ E}$ ) и «ВП2» (вариант полярности 2;  $P_{\text{lat}} = 16^\circ \text{ S}$ ,  $P_{\text{long}} = 138^\circ \text{ E}$ ). Угол  $\gamma = 5.9^\circ$  между средними направлениями для двух групп из 83 «ВП1» и 72 «ВП2» векторов меньше критического угла,  $\gamma_{\text{крит}} = 6.4^\circ$ . Поэтому тест обращения на уровне выборки положительный (класс В) [McFadden, McElhinny, 1990]. Палеополюс зиганской свиты с координатами  $P_{\text{lat}} = 138^\circ \text{ N}$ ,  $P_{\text{long}} = 16^\circ \text{ E}$  ( $A_{95} = 4.6^\circ$ ) находится далеко от кривой кажущейся миграции полюса для фанерозоя Балтики [Torsvik et al., 2012], но согласуется с данными позднего эдиакария для беломорского региона [Popov et al., 2005]. Это, а также наличие в обоих случаях двойной полярности является подтверждением первичного происхождения ВТК для пород зиганской свиты.

В работах [Levashova et al., 2013; Голованова и др., 2017] приведены геологические и палеомагнитные доказательства когерентности западной части Южного Урала и кратона Балтика. В данной статье хотелось бы отметить их основные моменты, а именно геологическое обоснование, заключающееся в том, что неопротерозойские последовательности (~900–542 млн лет) надежно прослеживаются от складчатого пояса до платформы [Стратотип рифея, 1983; Maslov, 2004; Kuznetsov et al., 2010]; и не было найдено крупных угловых несогласий в интервале от эдиакария до середины перми в самых западных частях Южного Урала [Пучков, 2003]. Также было проведено палеомагнитное сравнение осредненных значений среднетемпературных компонент намагниченности из разных западноуральских разрезов с опорными направлениями, пересчитанными из кривой кажущейся миграции полюса Балтики для средней точки с координатами:  $54^\circ \text{ N}$ ,  $57^\circ \text{ E}$ . Оказалось, что они очень хорошо согласуются для интервала от 300 до 270 млн лет, т.е. времени позднепалеозойского перемагничивания. Это подтверждает геологические данные и исключает возможность значительных относительных движений между западной зоной Южного Урала и кратоном Балтика.

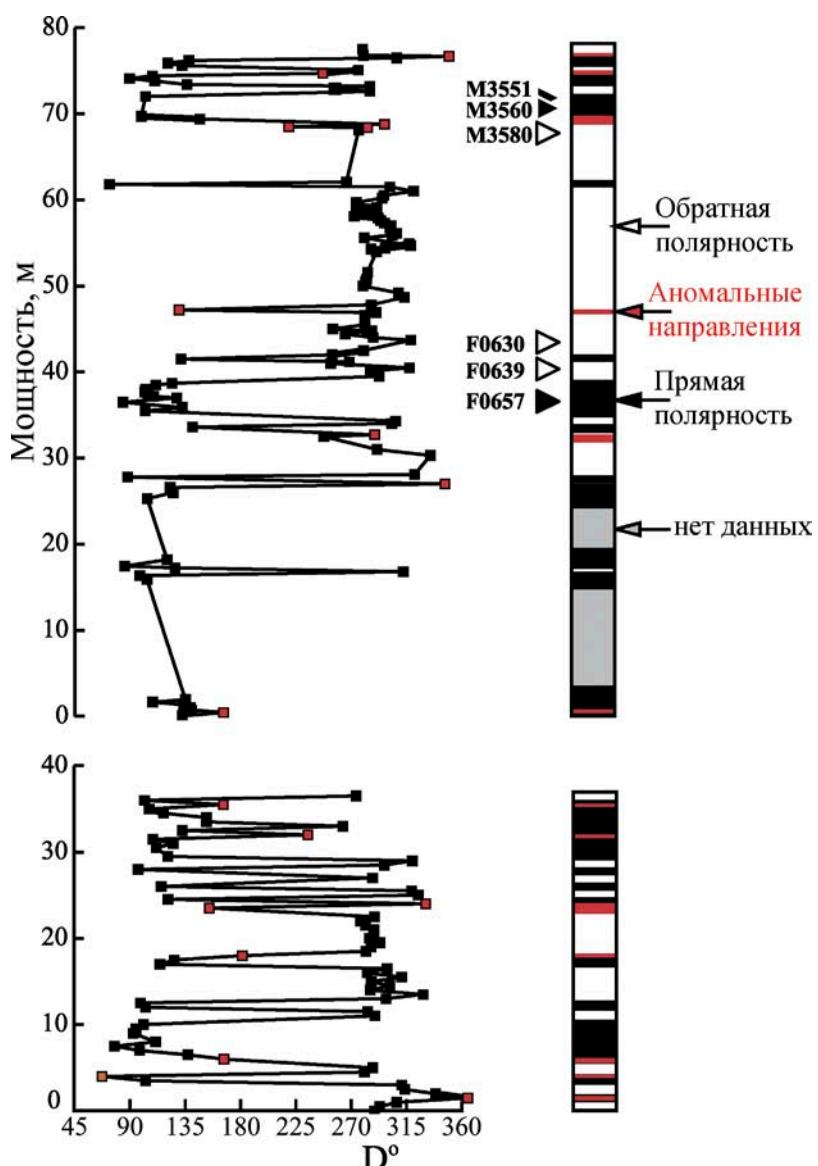
Кроме обнаруженных двух групп полярности иногда выделяются и аномальные направления ВТК, отличающиеся от направлений для образцов как с «регулярными», так и с антиподальными направлениями. ВТК была преобразована в виртуальные геомагнитные полюсы, и был рассчитан общий средний полюс. После чего было получено

17 аномалий, отклоняющихся от среднего полюса более чем на  $45^\circ$ , что составляет около 10% от общего количества образцов с выделенной ВТК. Такие образцы были исключены из рассмотрения. Всего было обнаружено более 20 магнитозон на 80 м мощности в разрезе вдоль автодороги Макарово–Кулгунино (рис. 4). В разрезе на р. Зиган выделено еще более 10 инверсий на 30 м разреза, но сам разрез не непрерывный, и нет полной уверенности, что здесь нет частичного повторения разреза. Тем не менее на 110 м выделено более 30 магнитозон.

В принципе, такая частая смена полярности может быть связана с очень низкой скоростью осадконакопления. Однако М.Л. Баженовым с соавторами [Bazhenov et al., 2016] приводятся соображения, что в данном разрезе скорость осадконакопления достаточно обычна для данного типа пород и составляет около 100 м на миллион лет. Кроме того, С.В. Рудько, Д.В. Рудько, И.В. Головановой и Р.Ю. Сальмановой были проведены предварительные циклостратиграфические исследования разреза с использованием данных по магнитной восприимчивости пород. Полученная ими предварительная оценка в 1.6 млн лет на 80 м разреза неплохо согласуется с оценкой М.Л. Баженова.

Достаточно частые инверсии в коротком стратиграфическом интервале встречаются и в породах другого возраста. Например, в северо-западной части Сибири в терригенных отложениях среднего кембрия было обнаружено 28 магнитозон на 850 м [Pavlov, Gallet, 2001], что составляет 6–8 инверсий на миллион лет, это примерно в три раза меньше, чем в зиганской свите, а также 25 магнитозон на 1100 м в красноцветных молассах Пакистана [Johnson et al., 1985], что составляет около 3 инверсий на миллион лет.

Такая частая смена полярности как в нижней части зиганской свиты встречается еще всего лишь в двух местах на Земле в верхнеэдиакарских отложениях. В районе Белого моря (в скважине Верхотина), где частота инверсий составляет 55 магнитозон на 400 м [Popov et al., 2005], и в юго-восточной Сибири в лопатинской свите, где обнаружено 15 магнитозон в красноцветных отложениях мощностью 45 м [Шацилло и др., 2015]. Количество магнитозон в этих трех разрезах значительно больше, а их средняя мощность гораздо меньше, чем в любом другом разрезе осадочных пород любого возраста, хотя расстояние между ними превышает 2500 км.



**Рис. 4. Графики распределения магнитного склонения ( $D^{\circ}$ ) по разрезам (метры) зиганской свиты и соответствующие магнитостратиграфические колонки**

Графики и колонки расположены вертикально; мощности указаны отдельно для каждого разреза. Прямая, обратная и аномальная полярности показаны черными, белыми и красными интервалами соответственно. Треугольники на левой стороне указывают на сайты тонкослоистых пород (из [Bazhenov et al., 2016]).

**Fig. 4. Plots of declination ( $D^{\circ}$ ) versus thickness (meters) for 2 sections of Zigan formation and the corresponding polarity logs**

Plots and logs are vertically spaced; thicknesses are given separately for each section. Normal, reversed, and anomalous data are shown by black, white and red intervals, respectively. Triangles on the left side indicate the thin-bed sites (according to [Bazhenov et al., 2016]).

### Заключение

Таким образом, два разреза красноцветных песчаников зиганской свиты, находящиеся на территории Ишимбайского района РБ, являются интересным объектом для изучения. Проводившиеся неоднократно палеомагнитные исследования зиган-

ских пород подтвердили уникальность этих геологических объектов. Работа, начавшаяся с изучения палеопозиции континента, принесла много загадок и пищи для размышления. И если ответ на вопрос о палеопозиции кратона и первичности намагниченности на данном этапе исследований можно считать найденным, то на вопрос о причине частых

инверсий и их последствиях еще предстоит ответить. По крайней мере, среди широкого спектра внешних причин, которые могли обусловить появление и вымирание эдиакарской фауны, а затем «кембрийский взрыв» биоразнообразия, гипотеза о связи наиболее крупной из биосферных перестроеек в истории Земли с эпизодом аномального состояния геомагнитного поля является самой молодой и малоисследованной.

К сожалению, основной разрез красноцветов зиганской свиты, находящийся в дорожной выемке автодороги Стерлитамак–Белорецк, постепенно разрушается, оплывает и задерновывается. Качество образцов, отобранных в 2018 г., заметно хуже, чем при отборе 2011 г. По-видимому, необходимо или каким-то образом укреплять и расчищать разрез, или форсировать оставшиеся работы.

*Палеомагнитная часть работы выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 18-05-00631, материалы по геологии западной части Южного Урала собраны и обобщены в рамках темы государственного задания № 0246-2019-0087.*

#### Список литературы:

Голованова И.В., Данукалов К.Н., Кадыров А.Ф., Хидиятов М.М., Сальманова Р.Ю., Шакуров Р.К., Левашова Н.М., Баженов М.Л. Палеомагнетизм осадочных толщ и происхождение структур западного склона Южного Урала // Физика Земли. – 2017. – № 2. – С. 148–156. – doi: 10.7868/S0002333717010057.

Гражданкин Д.В., Марусин В.В., Меерт Дж., Крупенин М.Т., Маслов А.В. Котлинский горизонт на Южном Урале // Докл. РАН. – 2011. – Т. 440, № 2. – С. 201–206.

Пучков В.Н. Уралиды и тиманиды, их структурные связи и место в геологической истории Урало-Монгольского складчатого пояса // Геология и Геофизика. – 2003. – Т. 44, № 1–2. – С. 28–39.

Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология. – М.: Наука, 1983. – 183 с. – (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 377).

Шацилло А.В., Кузнецов Н.Б., Павлов В.Э., Федонкин М.А., Прияткина Н.С., Серов С.Г., Рудько С.В. Первые магнитостратиграфические данные о стратотипе лопатинской свиты (северо-восток Енисейского кряжа): проблемы ее возраста и палеогеографии Сибирской платформы на рубеже протерозоя и фанерозоя // Докл. РАН. – 2015. – Т. 465, № 4. – С. 464–468. – doi: 10.7868/S0869565215340228.

Bazhenov M.L., Levashova N.M., Meert J.G., Golovanova I.V., Danukalov K.N., Fedorova N.M. Late Ediacaran magnetostratigraphy of Baltica: Evidence for Magnetic Field Hyperactivity? // Earth and Planetary Science Letters. – 2016. – Vol. 435. – P. 124–135. – doi: 10.1016/j.epsl.2015.12.015.

Cogné J.P. PaleoMac: a Macintosh application for treating paleomagnetic data and making plate reconstructions // Geochimistry, Geophysics, Geosystems. – 2003. – Vol. 4, No. 1. – article No. 1007. – doi: 10.1029/2001GC000227.

Enkin R.I. A computer program package for analysis and presentation of paleomagnetic data. – Pacific Geoscience Centre. Geological Survey of Canada, 1994. – 16 p.

Johnson N.M., Stix J., Tauxe L., Cerveny P.F., Tahirkheli R. Paleomagnetic chronology, fluvial processes, and tectonic implications of the Siwalik deposits near Chinji village, Pakistan // The Journal of Geology. – 1985. – Vol. 93, Is. 1. – P. 27–40. – doi: 10.1086/628917.

Kirschvink J.L. The least-square line and plane and the analysis of palaeomagnetic data // Geophysical Journal International. – 1980. – Vol. 62, Is. 3. – P. 699–718. – doi: 10.1111/j.1365-246x.1980.tb02601.x.

Kuznetsov N.B., Natapov L.M., Beloussova E.A., O'Reilly S.Y., Griffin W.L. Geochronological, geochemical and isotopic study of detrital zircon suites from late Neoproterozoic clastic strata along the NE margin of the East European Craton: Implications for plate tectonic models // Gondwana Res. – 2010. – Vol. 17, Is. 2–3. – P. 583–601. – doi: 10.1016/j.gr.2009.08.005.

Levashova N.M., Bazhenov M.L., Meert J.G., Danukalov K.N., Golovanova I.V., Kuznetsov N.B., Fedorova N.M. Paleomagnetism of upper Ediacaran clastics from the South Urals: Implications to paleogeography of Baltica and the opening of the Iapetus Ocean // Gondwana Research. – 2015. – Vol. 28, Is. 1. – P. 191–208. – doi: 10.1016/j.gr.2014.04.012.

Levashova N.M., Bazhenov M.L., Meert J.G., Kuznetsov N.B., Golovanova I.V., Danukalov K.N., Fedorova N.M. Paleogeography of Baltica in the Ediacaran: Paleomagnetic and geochronological data from the clastic Zigan Formation, South Urals // Precambrian Research. – 2013. – Vol. 236. – P. 16–30. – doi: 10.1016/j.precamres.2013.06.006.

Maslov A.V. Riphean and Vendian sedimentary sequences of the Timanides and Uralides, the eastern periphery of the East European Craton // Geol. Soc., London, Memoirs. – 2004. – Vol. 30, Is. 1. – P. 19–35. – doi: 10.1144/gsl.mem.2004.030.01.03.

McFadden P.L., McElhinny M.W. Classification of the reversal test in paleomagnetism // Geophys. J. Intern. – 1990. – Vol. 103. – P. 725–729.

Meert J.G., Levashova N.M., Bazhenov M.L., Landing E. Rapid changes of magnetic Field polarity in the late Ediacaran: Linking the Cambrian evolutionary radiation and increased UV-B radiation // Gondwana Research. – 2016. – Vol. 34. – P. 149–157. – doi: 10.1016/j.gr.2016.01.001.

Pavlov V.E., Gallet Y. Middle Cambrian high magnetic reversal frequency (Kulumbe River section, northwestern Siberia) and reversal behavior during the Early Palaeozoic // Earth and Planetary Science Letters. – 2001. – Vol. 185, Is. 1–2. – P. 173–183. – doi: 10.1016/s0012-821x(00)00364-2.

Popov V.V., Khramov A.N., Bachadze V. Palaeomagnetism, magnetic stratigraphy, and petromagnetism of the Upper Vendian sedimentary rocks in the sections of the Zolotitsa River and in the Verkhotina Hole, Winter Coast of the White Sea, Russia // Russian Journal of Earth Sciences. – 2005. – Vol. 7, Is. 2. – P. 115–143. – doi: 10.2205/2005es000167.

Torsvik T.H., Van der Voo R., Preeden U., MacNiocaill C., Steinberger B., Doubrovine P.V., van Hinsbergen D.J.J., Domeir M., Gaina C., Tohver E., Meert J.G., McCausland P.J.A., Cocks R.M. Phanerozoic polar wander, palaeogeography and dynamics // Earth Science Reviews. – 2012. – Vol. 114, Is. 3–4. – P. 325–368. – doi: 10.1016/j.earscirev.2012.06.007.

## References:

- Bazhenov M.L., Levashova N.M., Meert J.G., Golovanova I.V., Danukalov K.N., Fedorova N.M. Late Ediacaran magnetostratigraphy of Baltica: Evidence for Magnetic Field Hyperactivity? // Earth and Planetary Science Letters. 2016. Vol. 435. P. 124–135. doi: 10.1016/j.epsl.2015.12.015.
- Cogné J.P. PaleoMac: a Macintosh application for treating paleomagnetic data and making plate reconstructions // Geochimistry, Geophysics, Geosystems. 2003. Vol. 4, No. 1. article No. 1007. doi: 10.1029/2001GC000227.
- Enkin R.I. A computer program package for analysis and presentation of paleomagnetic data. Pacific Geoscience Centre. Geological Survey of Canada, 1994. 16 p.
- Golovanova I.V., Danukalov K.N., Kadyrov A.F., Khidiyatov M.M., Sal'manova R.Y., Shakurov R.K., Levashova N.M., Bazhenov M.L. Paleomagnetism of sedimentary strata and the origin of the structures in the western slope of South Urals // Izvestiya. Physics of the Solid Earth. 2017. Vol. 53, No. 2. P. 311–319. doi: 10.1134/S1069351317010050.
- Grazhdankin D.V., Marusin V.V., Meert J., Krupenin M.T., Maslov A.V. Kotlin regional stage in the South Urals // Doklady Earth Sciences. 2011. Vol. 440, No. 1. P. 1222–1226. doi: 10.1134/S1028334X11090170.
- Johnson N.M., Stix J., Tauxe L., Cerveny P.F., Tahirkheli R. Paleomagnetic chronology, fluvial processes, and tectonic implications of the Siwalik deposits near Chinji village, Pakistan // The Journal of Geology. 1985. Vol. 93, Is. 1. P. 27–40. doi: 10.1086/628917.
- Kirschvink J.L. The least-square line and plane and the analysis of palaeomagnetic data // Geophysical Journal International. 1980. Vol. 62, Is. 3. P. 699–718. doi: 10.1111/j.1365-246x.1980.tb02601.x.
- Kuznetsov N.B., Natapov L.M., Beloussova E.A., O'Reilly S.Y., Griffin W.L. Geochronological, geochemical and isotopic study of detrital zircon suites from late Neoproterozoic clastic strata along the NE margin of the East European Craton: Implications for plate tectonic models // Gondwana Research. 2010. Vol. 17, Is. 2–3. P. 583–601. doi: 10.1016/j.gr.2009.08.005.
- Levashova N.M., Bazhenov M.L., Meert J.G., Danukalov K.N., Golovanova I.V., Kuznetsov N.B., Fedorova N.M. Paleomagnetism of upper Ediacaran clastics from the South Urals: Implications to paleogeography of Baltica and the opening of the Iapetus Ocean // Gondwana Research. 2015. Vol. 28, Is. 1. P. 191–208. doi: 10.1016/j.gr.2014.04.012.
- Levashova N.M., Bazhenov M.L., Meert J.G., Kuznetsov N.B., Golovanova I.V., Danukalov K.N., Fedorova N.M. Paleogeography of Baltica in the Ediacaran: Paleomagnetic and geo-
- chronological data from the clastic Zigan Formation, South Urals // Precambrian Research. 2013. Vol. 236. P. 16–30. doi: 10.1016/j.precamres.2013.06.006.
- Maslov A.V. Riphean and Vendian sedimentary sequences of the Timanides and Uralides, the eastern periphery of the East European Craton // Geol. Society, London, Memoirs. 2004. Vol. 30, Is. 1. P. 19–35. doi: 10.1144/gsl.mem.2004.030.01.03.
- McFadden P.L., McElhinny M.W. Classification of the reversal test in paleomagnetism // Geophys. J. Intern. 1990. Vol. 103. P. 725–729.
- Meert J.G., Levashova N.M., Bazhenov M.L., Landing E. Rapid changes of magnetic Field polarity in the late Ediacaran: Linking the Cambrian evolutionary radiation and increased UV-B radiation // Gondwana Research. 2016. Vol. 34. P. 149–157. doi: 10.1016/j.gr.2016.01.001.
- Pavlov V.E., Gallet Y. Middle Cambrian high magnetic reversal frequency (Kulumbe River section, northwestern Siberia) and reversal behavior during the Early Palaeozoic // Earth and Planetary Science Letters. 2001. Vol. 185, Is. 1–2. P. 173–183. doi: 10.1016/s0012-821x(00)00364-2.
- Popov V.V., Khramov A.N., Bachtadse V. Palaeomagnetism, magnetic stratigraphy, and petromagnetism of the Upper Vendian sedimentary rocks in the sections of the Zolotitsa River and in the Verkhotina Hole, Winter Coast of the White Sea, Russia // Russian Journal of Earth Sciences. 2005. Vol. 7, Is. 2. P. 115–143. doi: 10.2205/2005es000167.
- Puchkov V.N. Uralidy i timanidy, ikh strukturnye svyazi i mesto v geologicheskoi istorii Uralo-Mongol'skogo skladchatogo moyas [The Uralides and Timanides: Their structural relationship and position in the geologic history of the Ural-Mongolian fold belt] // Geologiya i geofizika [Russian Geology and Geophysics]. 2003. Vol. 44, No. 1–2. P. 28–39. (In Russian).
- Shatsillo A.V., Kuznetsov N.B., Pavlov V.E., Fedonkin M.A., Priyatina N.S., Serov S.G., Rudko S.V. The first magnetostratigraphic data on the stratotype of the Lopata Formation, Northeastern Yenisei Ridge: Problems of its age and paleogeography of the Siberian Platform at the Proterozoic–Phanerozoic boundary // Doklady Earth Sciences. 2015. V 465, No. 2. P. 1211–1214. doi: 10.1134/S1028334X15120065.
- Stratotip rifeya. Stratigrafiya. Geokhronologiya [Stratotype of the Riphean. Stratigraphy. Geochronology]. Moscow: Nauka, 1983. 183 p. (Trudy GIN AN USSR; Is. 377). (In Russian).
- Torsvik T.H., Van der Voo R., Preeden U., MacNiocail C., Steinberger B., Doubrovine P.V., van Hinsbergen D.J.J., Domeir M., Gaina C., Tohver E., Meert J.G., McCausland P.J.A., Cocks R.M. Phanerozoic polar wander, palaeogeography and dynamics // Earth Science Reviews. 2012. Vol. 114, Is. 3–4. P. 325–368. doi: 10.1016/j.earscirev.2012.06.007.

## Сведения об авторах:

- Данукалов Константин Николаевич**, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, ИГ УФИЦ РАН, Е-mail: danukalov@mail.ru
- Парфириев Никита Петрович**, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, ИГ УФИЦ РАН, Е-mail: Parfirjev nikita@yandex.ru
- Голованова Инесса Владимировна**, доктор физ.-мат. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, ИГ УФИЦ РАН, Е-mail: golovanova@ufaras.ru

**Сергеева Нина Дмитриевна**, кандидат геол.-мин. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, ИГ УФИЦ РАН, E-mail: riphey@ufaras.ru

**Сальманова Раушания Юрисовна**, кандидат физ.-мат. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, ИГ УФИЦ РАН, E-mail: vrushana@mail.ru

*About the autors:*

**Danukalov Konstantin Nikolaevich**, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, IG UFRC RAS, E-mail: danukalov@mail.ru

**Parfir'ev Nikita Petrovich**, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, IG UFRC RAS, E-mail: Parfirjev nikita@yandex.ru

**Golovanova Inessa Vladimirovna**, doctor of physical and mathematical sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, IG UFRC RAS, E-mail: golovanova@ufaras.ru

**Sergeeva Nina Dmitrievna**, candidate of geological and mineralogical sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, IG UFRC RAS, Ufa, E-mail: riphey@ufaras.ru

**Sal'manova Raushaniya Yurisovna**, candidate of physical and mathematical sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, IG UFRC RAS, E-mail: vrushana@mail.ru

УДК 551.734/735(470.57)

DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-8>

## ДЕВОН И КАРБОН ЗАПАДНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА: СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ ОБЗОР

© 2019 г. Е.И. Кулагина, О.В. Артюшкова, Т.В. Клименко, Р.Ч. Тагариева

**Реферат.** Приведен обзор стратиграфической последовательности отложений девона и карбона Западно-Уральской внешней зоны складчатости в пределах Ишимбайского и Гафурийского административных районов Республики Башкортостан. Ряд опорных и стратотипических разрезов многих региональных стратонов схемы стратиграфии девона и карбона расположены на данной территории. Большая часть отложений наблюдается в естественных обнажениях, в основном по берегам рек. Все разрезы сложены морскими преимущественно карбонатными или карбонатно-терригенными отложениями, содержащими богатые остатки бентосных и пелагических групп фауны. В настоящее время верхний девон и карбон имеют зональные последовательности и детально расчленены на биозоны по ископаемым остаткам фораминифер, остракод, конодонтов, кораллов, брахиопод и аммонийд. Составлены современные стратиграфические схемы.

В девонской системе установлены три отдела. Нижний девон имеет неполный объем и представлен только эмским ярусом. В среднем девоне выделены эйфельский и живетский ярусы. Верхний девон состоит из франского и фаменского ярусов.

Каменноугольная система представлена всеми тремя отделами. Переход между девоном и карбоном постепенный, граница фиксируется внутри гумеровского горизонта, который представляет собой переходный стратон. Нижний карбон представлен турнейским, визейским и серпуховским ярусами. В среднем карбоне выделяются башкирский и московский ярусы, в верхнем карбоне — касимовский и гжельский ярусы.

*Ключевые слова:* девонская система, каменноугольная система, биостратиграфия, опорные разрезы, Башкортостан, Ишимбайский район, Гафурийский район

## DEVONIAN AND CARBONIFEROUS OF THE WESTERN SLOPE OF THE SOUTHERN URALS: A STRATIGRAPHIC REVIEW

© 2019 E.I. Kulagina, O.V. Artyushkova, T.V. Klimenko, R.Ch. Tagarieva

**Abstract.** The Devonian and Carboniferous stratigraphic successions of the West-Uralian Folded Zone, in the Ishimbay and Gafuri administrative districts of the Republic of Bashkortostan, are reviewed. Many key and stratotype sections of Devonian and Carboniferous regional stratigraphic units are located in this area. Most of them are exposed in natural outcrops, mainly along river banks. All sections are mainly composed of marine carbonate or carbonate-terrigenous deposits with rich fossils assemblages of benthic and pelagic organisms. Currently, the Upper Devonian and Carboniferous are subdivided into biozones based on foraminifers, ostracods, conodonts, corals, brachiopods and ammonoids, and updated stratigraphic schemes are presented.

The Devonian system contains three series. The Lower Devonian is incomplete, represented only by the Emsian Stage. In the Middle Devonian, the Eifelian and Givetian stages are recognized. The Upper Devonian includes the Frasnian and Famennian stages.

The Carboniferous is represented by all three series. The Devonian-Carboniferous transition is gradual; the boundary is fixed within the Gumerovian Regional Substage (Horizon), which represents a transitional unit. The Lower Carboniferous includes the Tournaisian, Visean, and Serpukhovian stages. In the Middle Carboniferous, the Bashkirian and Moscovian stages are recognized; the Kasimovian and Gzhelian stages are recognized in the Upper Carboniferous.

*Key words:* Devonian, Carboniferous, biostratigraphy, reference sections, Bashkortostan, Ishimbay district, Gafuri district

---

**Для цитирования:** Кулагина Е. И., Артюшкова О. В., Клименко Т. В., Тагариева Р. Ч. Девон и карбон западного склона Южного Урала: стратиграфический обзор // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 103–142. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-8>.

**For citation:** Kulagina E.I., Artyushkova O.V., Klimenko T.V., Tagarieva R.Ch. Devonian and Carboniferous of the western slope of the Southern Urals: a stratigraphic review // Geologicheskii vestnik. 2019. No. 3. P. 103–142. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-8>.

## Введение

В свете решения Правительства РБ об организации геопарка Торатай на территории Ишимбайского и Гафурийского районов Республики Башкортостан (Распоряжение Правительства РБ от 18.01.2019) наибольший интерес представляют обнажения девонской и каменноугольной систем, расположенные в зоне передовой складчатости. Именно на этой территории находится ряд стратотипических и опорных разрезов региональных стратонов девонской, каменноугольной и пермской систем. Они богаты разнообразными остатками ископаемых организмов и давно привлекают внимание отечественных и зарубежных исследователей.

Многие региональные стратиграфические подразделения (горизонты) субрегиональной стратиграфической схемы палеозоя были впервые выделены и описаны на западном склоне Южного Урала в Западно-Уральской внешней зоне складчатости на территории планируемого геопарка Торатай. Здесь выше вендских песчаников ашинской серии можно наблюдать девонский разрез, в основании которого залегают кварцевые песчаники такатинской свиты. Стратиграфически выше разрез наращивается карбонатными и карбонатно-терригенными отложениями вязовского, койвенского и бийского горизонтов.

Средний отдел девонской системы в объеме чусовского, чеславского и пашийского горизонтов, представлен не во всех разрезах, в частности, в разрезе «Кук-Караук» (р. Сикасия) отдельные горизонты «выпадают» из стратиграфической последовательности, а в разрезе «Аккыр» нижне- и среднедевонские образования «срезаны» тектоникой. Наиболее полно представлены отложения франского и фаменского ярусов верхнего девона.

Каменноугольные отложения залегают с постепенным переходом на отложениях девона и представлены всеми тремя отделами. В Зилимо-Зиганском районе между турнейским и визейским ярусами нижнего карбона наблюдается региональный перерыв, охватывающий самые верхи турнейского яруса и нижневизейский подъярус. Эти отложения развиты только в Инзеро-Усольском прогибе. Отложения среднего отдела представлены карбонатными породами башкирского и московского ярусов. Верхний отдел каменноугольной системы включает касимовский и гжельский ярусы и сложен различными фацальными типами разреза — от глубоководного до мелководного биогермного.

Современное представление о геологическом строении территории основано на результатах многолетних систематических исследований, начатых в тридцатых годах прошлого века и продолжающихся по настоящее время.

## Краткий исторический обзор

Геологическое изучение района имеет более чем полуторавековую историю. Первые представления о геологическом строении территории можно найти в работах XVIII–XIX вв. И. Лепехина, И.И. Рычкова, Р.И. Мурчисона, Э. Вернейля, А. Кайзерлинга, А.А. Краснопольского, Ф.Н. Чернышева [1889], Л.К. Конюшевского [1908] и других.

*Первая половина XX века.* После значительного перерыва в исследованиях геологические работы возобновились в 1920–1930-е годы. В работе Д.В. Наливкина [1926] впервые приведены детальные описания разрезов девонских и каменноугольных отложений в междуречье рек Зиган и Зилим, содержатся сведения об их палеонтологической характеристике. В этот период проводились геологосъемочные работы масштаба 1:50 000 Г.В. Вахрушевым, А.П. Тяжевой, А.Э. Алкснэ. В 1937 г. расчленением и палеонтологическим обоснованием девонских отложений бассейна рек Сикасия и Рязук занимался Б.П. Марковский [1948]. Его описания разрезов сохранили свою актуальность до нашего времени, а собранные коллекции брахиопод отличаются исключительной полнотой. Не потеряли своего значения и исследования Е.И. Тихвинской [1932], А.А. Петренко и Л.Д. Кипарисовой [1937], Д.В. Наливкина [1945, 1948] и других.

*Вторая половина XX века.* В послевоенные годы появились обобщающие публикации по девону С.М. Домрачева [1952] и А.П. Тяжевой [1961]. Большой вклад в расчленение девонских отложений западного склона внесли К.И. Адрианова и Н.Я. Спасский [1953 г.]. Отложения нижнего карбона района р. Сикаси изучала А.К. Крылова [1958]. Н.Е. Чернышева [1940] впервые описала фауну фораминифер из отложений нижнего карбона западного склона Южного Урала, в том числе из классического разреза «Сиказа» (район д. Макарово). Тематические биостратиграфические и палеонтологические исследования на ряде разрезов проводились сотрудниками Лаборатории стратиграфии палеозоя Института геологии УФИЦ РАН начиная с 50-х годов прошлого века.

*В 60–70-е годы прошлого века* практически вся территория региона была покрыта геологической

съемкой масштаба 1:200 000 и частично — съемкой масштаба 1:50 000. Были изданы Государственные геологические карты масштаба 1:200 000 Южно-Уральской серии [Синицын, Синицына, Мещерякова, 1962 г.]. Специальные исследования по теме «Стратиграфия, литология и фации каменноугольных и ассельско-сакмарских отложений западного склона башкирского Урала и Предуральского краевого прогиба» в 1964–1967 гг. провели З.А. Синицына, И.И. Синицын при участии Н.К. Мещеряковой и Ф.С. Биковой. Ими был изучен ряд разрезов, в том числе «Усийли», «Сикашта», «Уклу-Кая», «Усолка», «Кук-Караук», «Макарово», «Сиказа», «Зиган», «Селеук», «Тор», расположенные на территории предполагаемого геопарка.

*В 70-е гг. прошлого века начался новый этап биостратиграфических исследований, связанный с комплексным изучением опорных разрезов девона и карбона.*

*В 1968–1976 гг.* Западно-Башкирской комплексной геологической экспедицией Башкирского территориального геологического управления были поставлены специальные тематические работы по доизучению описанных ранее разрезов с добавлением разрезов «Рязяк», «Нугуш», «Сикашта», «Воскресенка». Эти работы проводила З.И. Синицына при участии Н.К. Мещеряковой. Ими завершены отчеты в 1971 и 1976 гг. по темам: «Обобщение материалов по стратиграфии каменноугольных отложений западного склона Башкирского Урала в связи с проблемой поисков нефти, газа, угля, фосфоритов, серы и других полезных ископаемых» и «Изучение опорных разрезов карбона («Сиказа», «Аскын», «Уклыкая», «Рязяк» и др.) в связи с подготовкой Башкирской (южно-уральской) экскурсии VIII Международного конгресса по карбону». В этот период были начаты детальные работы по изучению южно-уральских разрезов пограничных отложений девона и карбона с использованием одновременно двух групп ископаемых — конодонтов и фораминыфер [Кононова, Липина, 1971]. Масштабные работы проводились при подготовке к Международному конгрессу по карбону (Москва, 1975), к которому был издан путеводитель экскурсии по разрезам карбона Южного Урала [Путеводитель..., 1975]. Предварительно был составлен краткий путеводитель [Путеводитель..., 1972]. Наиболее детально были изучены опорные разрезы турнейского яруса по р. Сикасе [Кочеткова, 1975; Синицына, Синицын, 1975; Sinitzyna, 1975], московского яруса по р. Зилим [Furdui, 1975], верхнего карбона горы Воскресенки [Aleksandrov, 1975].

Восьмой Международный конгресс был определяющим в развитии мировой стратиграфии карбона, поскольку именно на этом конгрессе был взят курс на создание международной стратиграфической шкалы каменноугольной системы. Он инициировал комплексные исследования опорных разрезов пограничных отложений девона и карбона на Южном Урале. В этих работах участвовали специалисты Института геологии БФАН СССР Н.М. Кочеткова (остракоды), выполняющая роль координатора и В.Н. Пазухин (конодонты), специалисты ГИНа Е.А. Рейтлингер (фораминыферы), МГУ Л.И. Кононова (конодонты). В результате этих работ были детально изучены разрезы «Сиказа», «Зиган», «Рязяк», которые получили палеонтологическую характеристику по нескольким группам микрофауны и палинологии, выделен новый стратон — гумеровский горизонт в основании турнейского яруса карбона [Кочеткова и др., 1980, 1985, 1986, 1988].

Обоснование региональных подразделений девона, стратотипы которых находятся на территории геопарка, активно проводилось в 1980–1990-е гг. Впервые для этих целей наряду с другими группами фауны были использованы конодонты. Важные результаты, достигнутые при изучении стратотипов и опорных разрезов франского яруса, связаны с именем А.Н. Абрамовой [1999]. С помощью В.Н. Барышева отложения многих разрезов, упомянутых выше, были детально расчленены по конодонтам, уточнено стратиграфическое положение горизонтов и проведена корреляция с другими регионами. Особое внимание было акцентировано на проблеме границы франского и фаменского ярусов, которая активно обсуждалась в 80-е–90-е годы Международной подкомиссией по стратиграфии девона (SDS) и девонской комиссией МСК СССР. В южно-уральских разрезах западного склона граница установлена в брахиоподовом ракушняке в основании барминских слоев [Абрамова, 1999; Abramova, Artyushkova, 2004] по одновременному появлению конодонтов *Palmatolepis triangularis* Sannemann и брахиопод *Parapugnax markovskii* (Yudina).

В этот же период детальные комплексные исследования верхнекаменноугольных отложений по р. Усолке проводили специалисты Института геологии и геохимии Уральского отделения РАН [Чувашов и др., 1983, 1990].

*В конце прошлого века* был разработан новый принцип создания Международной стратиграфической шкалы с фиксацией границ подразделений в виде эталонных границ (стратотипов, позже

лимитотипов), или «глобальных стратотипических разрезов и точек» («Global Stratotype Section and Point» — GSSP). Согласно этому принципу закрепляется только нижняя граница стратотипа, которая одновременно является верхней границей нижележащего подразделения [Алексеев, 2015]. В 1989 г. был ратифицирован эталонный разрез GSSP нижней границы каменноугольной системы в разрезе «Ла-Серр» (La Serre) в Южной Франции по уровню первого появления конодонтов вида *Siphonodella sulcata* Huddle в филогенетическом ряду *S. praesulcata* Sandberg – *S. sulcata* Huddle [Paproth et al., 1991]. Этот уровень границы задокументирован в разрезах Южного Урала «Сиказа» и «Зиган» [Пазухин, 2008; Пазухин и др., 2009; Kulagina et al., 2003]. Однако в связи находками *Siphonodella sulcata* в типовом разрезе во Франции ниже установленной границы в настоящее время эта граница пересматривается и предложены другие конодонтовые маркеры [Aretz, 2016].

На современном этапе исследования по стратиграфии связаны с актуализацией региональных стратиграфических схем, разработкой Международной стратиграфической шкалы (МСШ), выбором разрезов, кандидатов в глобальные стратотипы ярусных границ палеозоя (GSSP). Наиболее ценные комплексные исследования, включающие палеонтологические, седиментологические, физико-химические и радиологические методы. Такие работы проводятся в настоящее время на разрезах Южного Урала, которые могут претендовать в кандидаты на роль мировых эталонов. Из разрезов, расположенных на территории планируемого геопарка, наибольшее значение в этом плане имеет разрез верхнего карбона по р. Усолка, который предложен в качестве эталона нижней границы гжельского яруса [Чувашов, Черных, 2002; Chernykh et al., 2009; Chernykh, 2015; Sungatullina et al., 2015]. Разрез содержит обильные конодонты и прослои туфов, которые важны для определения абсолютного возраста горных пород [Chernykh et al., 2006a, 2006b; Davydov et al., 2008].

Изучение разрезов палеозоя последних лет связано с детализацией и усовершенствованием зональных шкал по разным группам ископаемых фоссилий.

### **Разрезы девона и карбона — объекты международных геологических экскурсий**

На территории будущего геопарка находятся известные разрезы девона и карбона, представляющие интерес для специалистов в области стратиграфии,

палеонтологии, седиментологии и карстоведения. Они располагаются обычно по берегам рек, образуя живописные скалы, с ними также соседствуют разного масштаба спелеологические объекты.

Разрезы по рекам Сикася, Аскын, Зилим (разрез «Уклыкая»), «Воскресенка», горы-одиночки Шахтау и Трагау являются постоянными объектами геологических экскурсий.

В 1975 г. разрезы карбона по рекам Сикася, Аскын, Уклыкая и Воскресенского массива входили в маршрут экскурсии VIII Международного конгресса по стратиграфии и геологии карбона [Путеводитель..., 1975].

В 1984 г. эти же разрезы демонстрировались участникам 27-го Международного геологического конгресса [Путеводитель..., 1984; Guidebook..., 1984].

В 1995 г. опубликован путеводитель, содержащий общую характеристику геологии западного склона Южного Урала и Приуралья с описанием разрезов палеозоя и докембра на основе обновленных стратиграфических схем; издан в двух книгах на русском и английском языках [Путеводитель..., 1995; Guidebook..., 1995]. Из разрезов девона и карбона Ишимбайского и Гафурийского районов в него вошли: разрез «Сиказа» выше устья руч. Кукраук, включающий интервал от эмсского яруса девона до верхневизейского подъяруса карбона включительно [Sinitsyna et al., 1995]; разрез «Селеук» восточнее д. Уразбаево [Klimenko, 1995]. Путеводитель использовался при проведении различных ознакомительных и научных геологических экскурсий.

В 2002 г. ряд разрезов Южного Урала, в том числе разрез «Усолка», демонстрировался участникам Международного совещания «Стратиграфия и палеогеография карбона Евразии», проходившего в Екатеринбурге [Чувашов, Черных, 2002].

В 2007 г. пермские шиханы, разрезы «Аскын», «Воскресенка» представлялись участникам X Международного конгресса «Ископаемые кораллы и губки» (Fossil Cnidaria & Porifera).

В 2009 г. с разрезами «Сиказа», «Зиган», «Усолка», «Дальний Тюлькас» знакомились участники международного полевого совещания “The Historical Type Sections, Proposed and Potential GSSP of the Carboniferous in Russia” [Типовые разрезы..., 2009].

В 2011 г. разрезы девона по р.р. Рязяк, Сикася и Зилим представлялись на международной экскурсии «Биостратиграфия, палеогеография и события в девоне и раннем карбоне» [Artyushkova et al., 2011].

В 2015 г. разрез «Усолка» был одним из главных объектов экскурсии XVIII Международного конгресса по карбону и перми, проходившего в Казани [Chernykh et al., 2015; Sungatullina et al., 2015].

Перечисленные геологические объекты демонстрируются в качестве учебных при проведении семинаров и тренингов для студентов, аспирантов, геологов различных специализаций, особенно востребованы они геологами-нефтяниками.

Для разработки хроностратиграфической шкалы каменноугольной и пермской систем разрезы Южного Урала имеют решающее значение [Алексеев и др., 2010; Котляр, 2016; Кулагина, Сунгатуллина, 2018].

Наиболее известные и значимые геологические объекты в границах предполагаемого геопарка (Ишимбайский и Гафурийский районы), представляющие научный интерес, следующие (рис. 1):

Разрезы девона: «Кук-Караук» (на р. Сикася), «Ряузяк», «Аккыр» (на р. Зилим), «Мендым», «Зиган», «устье Кушелги».

Разрезы пограничных отложений девона и карбона: «Зиган», «Сиказа», «Ряузяк», «Усуйли» (ручей Усуйли, приток р. Зилим).

Разрезы нижнего карбона: «Сиказа», «Усуйли», «Зиган».

Разрезы среднего карбона: «Макарово» (р. Сикася), «Зиган», «Зилим» (Уклыкая), «Ташлы» (р. Усолка), «Уразбаево» (р. Селеук).

Разрезы верхнего карбона: «Усолка», «Зилим», «Уразбаево».

## Стратиграфия

Палеозойские отложения залегают на подстилающих образованиях зиганской свиты ашинской серии трансгрессивно с угловым несогласием. На рассматриваемой территории палеозой представлен отложениями девонской, каменноугольной и пермской систем.

### Девонская система

Нижний отдел  
Эмсский ярус

Разрез девона начинается кварцевыми песчаниками **такатинской свиты**, стратотип которой описан на р. Таката (левый приток р. Зилим) [Алкснэ, 1936 г.]. Как и во всех разрезах Западно-Уральской внешней зоны складчатости, свита с глубоким размывом залегает на венских отложениях (рис. 2).

Мощность ее колеблется от нескольких метров до 30–50 м. В ее строении участвуют кварцевые песчаники, местами арковые, массивно-слоистые серого, розовато- и желтовато-серого цвета, часто с косой слоистостью, с прослойями мелкогалечных конгломератов и алевролитов. В силу своих абразивных качеств такатинские песчаники использовались для изготовления жерновов (рис. 3) [Маслова, 2008].

Палеонтологическая характеристика такатинской свиты крайне скучна, в ней известны только единичные находки псилофитов и растительных микрофоссилий [Чибрикова, 1972, 1977]. В последние годы появились сведения о находках фауны морских позвоночных (рыб) в разрезе на р. Инзер в районе д. Зуяково [Иванушкин и др., 2009]. В схеме стратиграфии девонских отложений западного склона Южного Урала такатинская свита коррелируется с иргизлинским горизонтом раннеэмского возраста (зона Favosites regularissimus).

Отложения **вязовского горизонта**, залегающие стратиграфически выше, объединяющие ваняшкинскую и вязовскую свиты, в районе не установлены.

**Койвенский горизонт** (кальцеоловые слои) в естественных выходах в рассматриваемом районе не обнажен и залегает на такатинских песчаниках (редко) либо с перерывом на докембрийских отложениях ашинской серии. Представлен известковистыми кварцевыми песчаниками и глинистыми известняками. Мощность их, вскрытая горными выработками при геологосъемочных работах, исчисляется в пределах первых метров. Возраст койвенского горизонта определяется по находкам разнообразной макрофауны, в первую очередь, руководящих форм одиночных кораллов *Calceola sandalina acuminata* Mans., брахиопод *Megastrophia uralensis* Vern., и по конодонтам зоны *Polygnathus serotinus*.

Нижний – средний девон  
Эмсский – эйфельский ярусы

**Бийский горизонт** (конхидиелловые слои [Тяжева, 1955 г.]). Слои получили название по брахиоподам *Conchidiella* (= *Zdimir*). Бийские отложения очень широко распространены на западном склоне Урала, хотя редко обнажены полностью. На рассматриваемой территории они известны в разрезах «Кук-Караук» («Сиказа»), «Ряузяк» и по рекам Зилим и Мендым. Бийские отложения сложены обычно толсто- или массивнослоистыми серыми

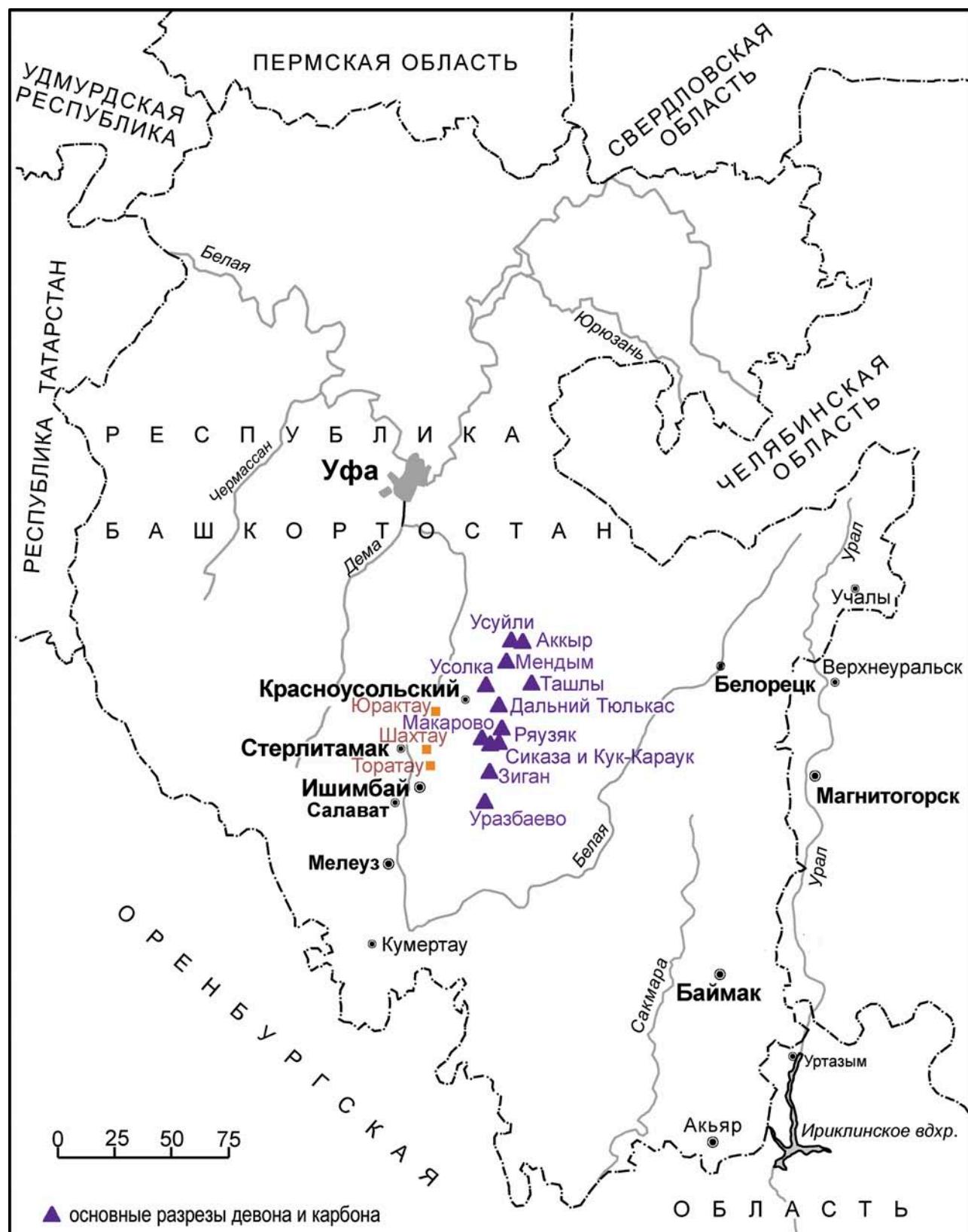
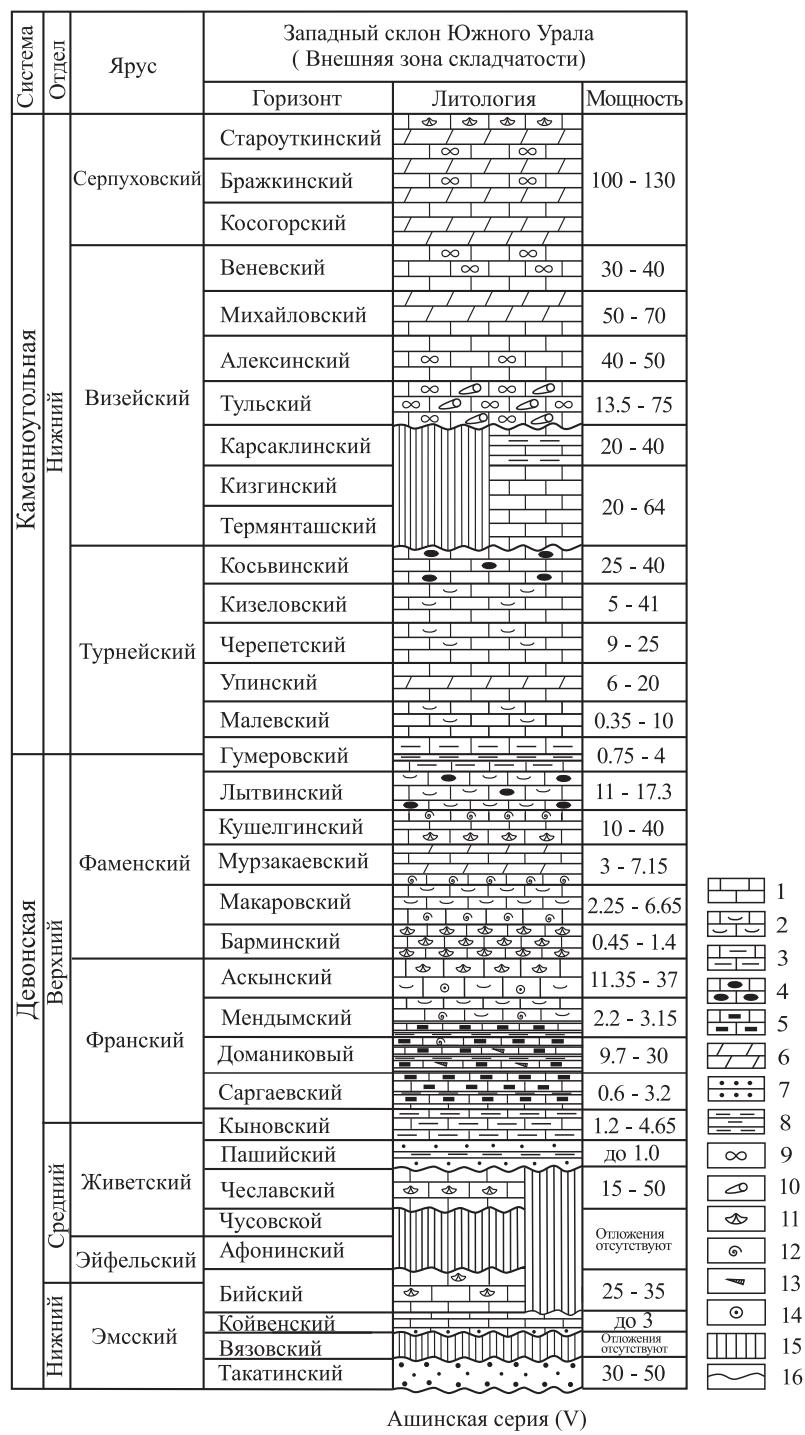
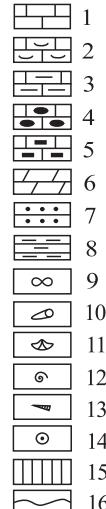


Рис. 1. Геологические объекты девонской и каменноугольной систем территории геопарка «Торатау»  
Fig. 1. Geological objects of the Devonian and Carboniferous systems of the “Toratau” Geopark territory



Ашинская серия (V)



**Рис. 2. Сводный стратиграфический разрез девонских и нижнекаменноугольных отложений предполагаемой территории геопарка «Торатау»**

Условные обозначения: 1–5 известняки: 1 — слоистые, 2 — органогенные и биокластовые, 3 — глинистые, 4 — с конкрециями кремней, 5 — битуминозные; 6 — доломиты; 7 — песчаники; 8 — аргиллиты; 9 — фораминиферы; 10 — кораллы; 11 — брахиоподы; 12 — аммониоиды; 13 тентакулиты; 14 — криноиды; 15 — перерывы в осадконакоплении, 16 — трансгрессивная граница.

**Fig. 2. A summary section of the Devonian and Lower Carboniferous deposits of the “Toratau” Geopark proposed territory**

Legend: 1–5 — limestones; 3 — bedded, 2 — bioclastic, 3 — clay, 4 — with cherty nodules, 5 — bituminous; 6 — dolomites; 7 — sandstones; 8 — mudstones; 9 — foraminifers; 10 — corals; 11 — brachiopods; 12 — ammonoids; 13 — tentaculites; 14 — crinoids; 15 — sedimentation interruptions; 16 — transgressive boundary.



**Рис. 3. Жернов из песчаника такатинской свиты, р. Сикася. Фото О. Артюшковой**

**Fig. 3. The millstone of the Takata Formation, Sikasya River. Photograph by O. Artyushkova**

полидетрито-криноидными кавернозными известняками, часто с фауной кораллов и брахиопод, реже — темно-серыми слоистыми с рассеянными в них остатками различной фауны. Принадлежность к бийскому горизонту определяется по находкам зонального вида брахиопод *Zdimir pseudobaschkiricus* (Tschernev.). Пересякаются породами различного возраста. В разрезе «Зиган» выше бийских, по данным И.И. Синицына [Синицын и др., 1962 г.], залегают породы афонинского горизонта. В разрезах на р.р. Сикася и Ряузяк бийские известняки покрываются известняками чеславского горизонта (брахиоподовая зона *Stringocephalus burtini*). Мощности бийского горизонта в этих разрезах оцениваются разными авторами в пределах 25–35 м.

Бийский горизонт охватывает стратиграфический интервал конодонтовых зон *serotinus*, *patulus*, *partitus* и *costatus*. В верхней части бийского горизонта по появлению конодонтов *Polygnathus partitus* Ziegler., Klapp. et Mashk. установлена граница между нижним и средним девоном [Abramova, Artyushkova, 2004].

#### Средний отдел

В среднем девоне западного склона Южного Урала выделяются отложения эйфельского и живетского ярусов.

#### Эйфельский ярус

**Афонинский горизонт** (инфрадоманик). На рассматриваемой территории развит ограниченно. По данным И.И. Синицына и др. [1962 г.], на р. Зиган он представлен известково-глинистыми, глинисто-кремнистыми и битуминозными тентакулитовыми известняками мощностью до 8 м. В более северных разрезах отложения афонинского горизонта не подтверждаются.

#### Живетский ярус

Терригенные отложения **чусовского горизонта** в разрезах по рекам Сикася, Ряузяк, Мендым и Зилим не фиксировались.

**Чеславский горизонт** (стрингоцефаловые слои) хорошо обнажен по рекам Зиган, Сикася, Ряузяк и Мендым. Здесь чеславские отложения согласно залегают на бийских известняках, хотя непосредственный контакт с ними не ясен. Обычно они представлены серыми и светло-серыми известняками, толстослоистыми, нередко доломитизированными (рис. 4). Органические остатки в породе распределяются неравномерно. Участками наблюдаются скопления брахиопод стрингоцефалов (*Stringocephalus*), беспорядочно ориентированных кораллов и члеников криноидей. По данным



**Рис. 4. Толстослоистые известняки чеславского горизонта живетского яруса и перекрывающие их франские отложения в разрезе «Ряузяк». Фото Р. Якупова**

**Fig. 4. The thick-bedded Cheslavskian (Givetian) limestones and overlying deposits of Frasnian in the “Ryauzyak” Section. Photograph by R. Yakurop**

И.И. Синицына и др. [1962 г.], чеславские известняки перекрываются песчаниками пашийского горизонта, однако в разрезе «Ряузяк» в естественном обнажении выше чеславских слоев залегают известковистые глины кыновского горизонта. В кровле чеславских известняков этого разреза наблюдается большое количество мелкораковинного детрита, вероятно, следы сверления, отмечаются пятна битума и конкреции, заполненные окислами железа, свидетельствующие о трансгрессивном характере границы.

Мощность отложений чеславского горизонта в данном районе не превышает 15–16 м (по данным рукописных отчетов [Марковский, 1937 г.; Краузе, Маслов, 1957 г.; Синицын, Синицына, 1960 г., 1962 г.]).

Отложения вышележащего **пашийского горизонта** в данном районе выделяются достаточно условно по результатам горных работ в разрезах по пр. Мендум, Сикася, Зиган [Синицын и др., 1962 г.]. К ним относят алевролиты ожелезненные, с конкрециями бурого железняка в переслаивании с глинистыми сланцами кварцевыми песчаниками. Мощность терригенных пород, относящихся к па-

шийскому горизонту, крайне мала: от первых сантиметров до 1 м. Фаунистическая характеристика этих отложений отсутствует.

Средний – верхний девон  
Живетский – франский ярусы

**Кыновский горизонт** в стратиграфической схеме девона занимает пограничное положение. Нижняя его часть соответствует верхней половине живетского яруса среднего девона, верхняя часть по конодонтам сопоставляется с низами франского яруса верхнего девона. Положение границы фаунистически не определено. Естественные выходы кыновских отложений очень редки. В рассматриваемом районе известно одно из лучших обнажений кыновского горизонта, расположенное на правом берегу р. Ряузяк в 5 км выше д. Саргаево (рис. 5). В составе горизонта присутствуют, главным образом, тонкослоистые комковатые глинистые органогенные известняки, мергели и глины серо-зеленого цвета с конкрециями лимонита. Подстилающими являются отложения чеславского горизонта. С перекрывающими саргаевскими известняками



**Рис. 5. Обнажение средне-верхнедевонских отложений на правом берегу р. Ряузяк выше д. Саргаево. Фото Р. Якупова**

**Fig. 5. Exposure of the Middle-Upper Devonian deposits on the right bank of the Ryazyak River, 5 km upstream the of Sargaevо village. Photograph by R. Yakupov**

Кыновские породы связаны непрерывным переходом и выделяются только по фауне.

Возраст кыновских отложений определен по находкам разнообразной фауны: кораллов, строматопор, амфипор, брахиопод, гастропод, пелеципод, остракод и тентакулитов. Конодонты они очень обеднены. Мощность горизонта от 1.5 до 4.7 м [Абрамова, 1999].

Верхний девон  
Франский ярус

К франскому ярусу относятся саргаевский, доманиковый, мендымский и ассынский горизонты.

**Саргаевский горизонт** («поддоманиковые» или слои с *Hypothyridina calva* Mark.) Стратиграфический

объем и фаунистическая характеристика установлены Б.П. Марковским в бассейне рек Зилим и Зиган, определяемом как стратотипическая местность. Им описан разрез на р. Саргай-Елга в 4 км выше д. Саргаево. В настоящее время этот разрез закрыт осыпью и зарос, но на правом берегу р. Ряузяк в 5 км выше деревни находится очень хорошее обнажение саргаевских известняков, которые послойно охарактеризованы фауной (рис. 6), в том числе конодонтами [Абрамова, 1999]. Отложения саргаевского горизонта представлены темно-серыми, почти черными битуминозными известняками с тонкими прослойями черных углистых сланцев с включениями пирита. Они залегают на кыновских, с которыми связаны постепенным переходом. Нижняя граница саргаевского горизонта определяется по набору характерных брахиопод *Hypothyridina calva* Mark., *Anatrypa timanica* Mark., *Mucrospirifer novisibiricus* (Toll) и появлению конодонтов *Palmatolepis transitans* Müll. Во всех известных разрезах саргаевские отложения сменяются породами доманика, с которыми и по характеру фауны, и по литологическим особенностям очень близки. Мощность саргаевских отложений

в разрезе «Ряузяк» равна 3.2 м [Абрамова и др., 1990 г.; Абрамова, 1999].

Саргаевский горизонт охватывает стратиграфический интервал, соответствующий конодонтовым зонам (?) Late Mesotaxis falsiovalis и *Palmatolepis transitans*.

Отложения **доманикового горизонта** по своеобразной литологии отличаются от пород всех остальных региональных стратонов верхнего девона. Доманиковый горизонт очень хорошо и всесторонне изучен, ему посвящены отдельные работы, касающиеся состава и условий образования этих своеобразных осадочных пород [Страхов, 1939; Максимова, 1970]. Отложения представлены темно-серыми и черными глинистыми и известково-глинистыми сланцами в переслаивании с темно-серыми битуминозными известняками, часто тентакулитовыми, углисто-глинистыми сланцами и черными кремнями (рис. 7, 8). Некоторые прослои нацело сложены тентакулитами. Граница с подстилающими отложениями саргаевского горизонта проводится по появлению брахиопод *Reticulariopsis pachyrinchus* Vern., *Calvinaria megistana* (Le Hon) и конодонтов



Рис. 6. Обнажение саргаевского горизонта (слои 5–6) в разрезе «Ряузяк» [Artyushkova et al., 2011, рис. 23, остановка 11]

Fig. 6. Outcrop of the Sargai Horizon (beds 5–6) in the “Ryauzyak” section. [Artyushkova et al., 2011, fig. 23, Stop 11]

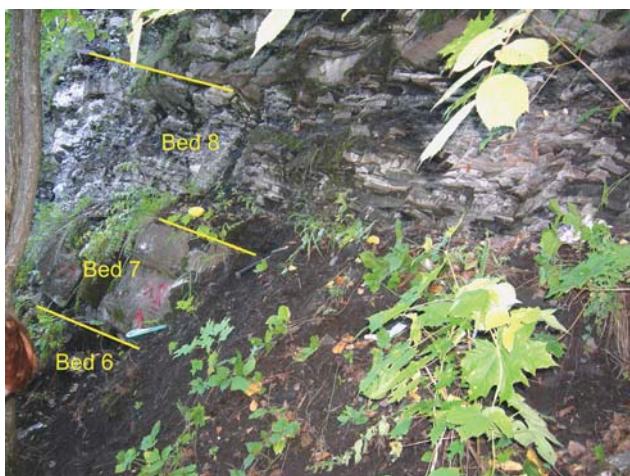


Рис. 7. Доманиковый горизонт (нижняя часть) в разрезе «Ряузяк» (слои 7–9) [Artyushkova et al., 2011, fig. 24, stop 12]

Fig. 7. The Domanik Horizon in the “Ryauzyak” section (7–9 beds) [Artyushkova et al., 2011, fig. 24, stop 12]



Рис. 8. Основание доманикового горизонта (текстурная граница) в разрезе «Ряузяк» [Artyushkova et al., 2011, fig. 25, stop 12]

Fig. 8. The “Ryauzyak” section. The bottom of the Domanik Horizon (textural boundary) [Artyushkova et al., 2011, fig. 25, stop 12]

*Palmatolepis punctata* (Hinde). Верхняя граница отбивается по появлению гониатитов *Manticoceras intumescens* Beyr. и конодонтов *Palmatolepis rhenana nasuta* Müll. [Абрамова и др., 1990 г.; Абрамова, 1999]. Фаунистически доманиковый горизонт охарактеризован остатками стилиолин, тентакулитов, лингулид, конодонтами, гониатитами, редко мелкими пелециподами и брахиоподами. Стратиграфический

интервал доманикового горизонта установлен по конодонтам в объеме зон *Palmatolepis punctata*, *Palmatolepis hassi* и *Palmatolepis jamieae* [Абрамова, 1999; Artyushkova et al., 2011].

Мощность отложений доманика в этом районе варьирует от 9.7 м на р. Ряузяк до 30 м в разрезах бассейна р. Мендым [Тяжева, 1961].

На территории предполагаемого геопарка находится стратотипическая местность **мендымского горизонта**, названного по одноименной реке [Марковский, 1935 г.]. А.Н. Абрамовой [1990 г., 1999] уточнено положение данного разреза на местности. Он расположен в окрестностях пос. Мендым по правому берегу безымянного ручья, впадающего в р. Мендым в центре поселка. Отложения мендынского горизонта очень тесно связаны с подстилающими отложениями доманика и граница между ними отбивается по появлению гониатитов *Manticoceras intumescens* Beyr. или конодонтов *Palmatolepis rhenana nasuta* Müll.

Верхняя граница устанавливается по макрофауне и отбивается не всегда, поэтому нередко эти стратоны рассматривались как единый нерасчлененный стратон. По конодонтам положение верхней границы мендынского горизонта определяется в основании конодонтовой подзоны *Upper Palmatolepis rhenana*.

Установленный в типовом разрезе мендынского горизонта его стратиграфический объем соответствует одной конодонтовой подзоне *Lower Palmatolepis rhenana*.

Фаунистическая характеристика мендынского горизонта разнообразна, она включает брахиоподы, гониатиты, гастроподы, пелециподы, криноиды, тентакулиты, остракоды, ихтиофауну, конодонты. Мощность горизонта в разных разрезах варьирует от 2.2 м («Мендым-3»), 2.35 м («Ряузяк») до 11.6 м («Кук-Караук») [Абрамова, 1999].

Франский ярус завершается отложениями **аскинского горизонта**, представленного светлыми массивными или серыми плотными биокластовыми известняками, залегающими согласно на подстилающих мендымских. Отложения аскинского горизонта, названные первоначально как слои с *Hypothyridina cuboides*, были выделены Б.П. Марковским на реках Зилим и Сикася. Они образуют очень хорошие обнажения, что обусловило их достаточную палеонтологическую изученность. Ключевые разрезы с большими мощностями и присутствием фауны, характерной как для мелководных (брахиоподы), так и для глубоководных (гониатиты) фаций, находятся севернее, в бассейне р. Аскин. Благодаря

детальному изучению этих разрезов А.Н. Абрамовой [1990 г., 1999] выяснен стратиграфический объем горизонта, соответствующий конодонтовым подзоне *Upper Palmatolepis rhenana* и зоне *Palmatolepis linguiformis*. Породы, слагающие разрез аскынского горизонта, представлены обычно светло-серыми массивными и толстослоистыми органогенными известняками, богатыми брахиоподами, гониатитами, криноидиями и другой разнообразной фауной (рис. 9).

На территории предполагаемого геопарка располагаются известные полные разрезы аскынского горизонта. Разрез «Аккыр» находится на правом берегу р. Зилим, в устье руч. Бол. Киндерля в 6 км выше д. Ташасты. Отложения, слагающие аскынский горизонт, представлены в значительной степени биокластовыми известняками, преимущественно криноидно-брахиоподовыми (ракушняками) с варьирующим преобладанием в слоях той или другой фауны. В отдельных стратиграфических интервалах совместно с брахиоподами известны находки гониатитов. Палеонтологически доказанная мощность аскынских отложений в разрезе «Аккыр» — 11 м. Аналогичный тип разреза аскынских отложений,

но со своим набором остатков фауны, включающей пелагические ostrакоды и ихтиофауну, наблюдается на р. Сикася против бывшего хут. Кукраук. Здесь их мощность равна 26 м [Абрамова, 1999]. В разрезе «Рязяк» аскынские известняки небольшой мощности — 2.2 м. Во всех разрезах на разных стратиграфических уровнях отмечаются брахиоподовые ракушняки, и завершается разрез аскынского горизонта ракушняком, постепенно сменяющимся брахиоподовым ракушняком барминского горизонта фаменского яруса.

#### Фаменский ярус

В составе фаменского яруса выделяются барминский, макаровский, мурзакаевский и лытвинский горизонты, в полных последовательностях связанные между собой постепенными переходами.

**Барминский горизонт** первоначально описан Д.В. Наливкиным [1926] как брахиоподовые ракушняки с *Rhynchonella (Pugnax) triaequalis* Goss. в основании фаменского яруса. Типовой разрез находится за пределами рассматриваемой территории на р. Бол. Барма (приток р. Аскын) [Наливкин, 1931].



Рис. 9. Обнажение известняков аскынского горизонта в разрезе «Кук-Караук», р. Сикася. Фото Р. Якупова

Fig. 9. Outcrop of the Askynian limestones at “Kuk-Karauk” section, Sikasy River. Photograph by R. Yakupov

После исследований Б.П. Марковского в 1930-х гг. барминские отложения вплоть до 1990-х гг. входили в состав ассынского горизонта и во всех схемах стратиграфии помещались в верхней части франского яруса [Унифицированные..., 1968, 1980; Стратиграфические..., 1993].

После детальных исследований А.Н. Абрамовой и др. [1990 г.], с ревизией и послойным отбором фауны брахиопод и конодонтов в изученных разрезах, было установлено одновременное появление конодонтов *Palmatolepis triangularis* San. и руководящих форм брахиопод *Parapugnax markovskii* (Yud.), характерных для барминских слоев [Абрамова, 1999; Abramova, Artyushkova, 2004]. Эти формы маркируют границу франского и фаменского ярусов (рис. 10, 11). Маркирующий характер барминских ракушняков, понятный их стратиграфический объем, равный конодонтовым подзонам Lower–Middle *Palmatolepis triangularis*, позволили позиционировать эти отложения в качестве регионального горизонта [Abramova, 1999 г.].

Р.Ч. Тагариевой и А.Г. Мизенс [2015], существенно уточнившими последними исследованиями положение межъярусной границы, стратиграфический объем и палеонтологическую характеристику барминского горизонта, было внесено предложение рассматривать разрезы «Аккыр», «Кук-Караук» и «Рязык» в качестве претендентов для регионального лимитотипа нижней границы фаменского яруса. В этих разрезах ярко проявилось глобальное

событие массового вымирания (Upper Kelwasser), выраженное резким изменением биоразнообразия разных групп фауны, тотальным вымиранием большинства представителей франских таксонов. Мощность барминского горизонта варьирует от 0.4–0.5 м («Рязык», «Кук-Караук») до 1.5 м («Аккыр»).

**Макаровский горизонт** выделен Б.П. Марковским [1937 г.] в разрезе «Кук-Караук» на р. Сикася первоначально как слои с *Leiorhynchus polonicus* Gür. (= *Zilimia polonica*) или хейлоцеровые слои (рис. 12). Считалось, что выше барминских ракушняков идет полная последовательность фаменских отложений. А.Н. Абрамовой и др. [1990 г.], Р.Ч. Тагариевой [Tagarieva, 2012, 2013] по конодонтам выяснено, что макаровский горизонт не везде представлен в полном объеме, в том числе и в стратотипической местности. В отложениях чаще всего на границе франа и фамена наблюдаются микроперерывы. Существуют они и внутри горизонта. Литологически они обычно слабо выражены, выявляются по конодонтам, и величина их определяется одной-двумя конодонтовыми подzonами [Абрамова и др., 1990 г.; Tagarieva, 2012, 2013]. Отложения макаровского горизонта представлены светло- и розово-серыми тонко- и среднесплоистыми органогенными известняками, расчлененными по конодонтам на зоны. Мощность от 5.2 м («Рязык») до 11.9 м («Аккыр»).

**Мурзакаевский горизонт** (слои с *Leiorhynchus ursus* Nal. — мурзакаевские) также описан



Рис. 10. Пограничный интервал франа–фамена в разрезе «Аккыр» [Artyushkova et al., 2011, рис. 28, остановка 15]. Фото Р. Якупова

Fig. 10. The Frasnian/Famennian boundary beds in the “Akkyr” section [Artyushkova et al., 2011, fig. 28, stop 15]. Photograph by R. Yakupov



Рис. 11. Брахиоподовый ракушняк пограничного интервала франского и фаменского ярусов в разрезе «Аккыр». Фото Р. Якупова

Fig. 11. Brachiopod-shell limestone at the Frasnian / Famennian boundary in “Akkyr” section. Photograph by R. Yakupov



**Рис. 12. Нижняя часть макаровского горизонта в стратотипической местности в разрезе «Кук-Караук» (р. Сикася).**  
Фото Р. Якупова

**Fig. 12. The lower Makarovo Horizon at stratotypic locality of “Kuk-Karauk” section (Sikasya River).** Photograph by R. Yakupov

Б.П. Марковским в 1935 г. в стратотипической местности в районе д. Мурзакаево. Отложения мурзакаевского горизонта представлены серыми и светло-серыми слоистыми известняками, местами неравномерно доломитизированными и перекристаллизованными, в которых нередки прослои и линзы черных кремней. Они согласно залегают на отложениях макаровского горизонта. Нижняя граница всюду отбивается находками гониатитов, характерных для пролобитовых слоев. Перекрывают их также согласно отложения кушелгинского горизонта. Мощность мурзакаевского горизонта колеблется

от 2 м на р. Ряузяк до 18 м в разрезе «Зиган». Стратиграфический интервал мурзакаевского горизонта охватывает конодонтовые подзоны Late–Latest *Palmatolepis marginifera* и зону *Palmatolepis trachytera*.

**Кушелгинский горизонт** (левигитовые или зиганские слои) впервые описан Б.П. Марковским [1937 г.]. Стратотип его находится на р. Бол. Кушелга в бассейне р. Зилим. Отложения представлены серыми, темно-серыми слоистыми известняками с прослойями кремнистых сланцев и линзами кремней. В подошве стратона развита пачка брахиоподовых

ракушняков, в кровле залегает маркирующий пласт, переполненный аммонитами зоны *Clymenia–Gonyoclymenia*. Кушелгинские отложения связаны постепенным переходом с подстилающими мурзакаевскими отложениями. В некоторых разрезах («Сиказа») кушелгинские известняки залегают на макаровских с перерывом. Мощность их варьирует от 0.9 м до 18.8 м. Стратиграфический объем горизонта соответствует фораминиферовой зоне *Quasiendothyra communis*, конодонтовым зоне *Palmatolepis postera* и подзоне *Lower Palmatolepis expansa* [Кононова, Липина, 1971; Sinitzyna, 1975; Кочеткова и др., 1985; Artyushkova et al., 2011].

**Лытвинский горизонт** сложен карбонатным и терригенно-карбонатным типами разреза. Типовой разрез горизонта находится за пределами Республики Башкортостан, в Пермском крае, но наиболее полные разрезы расположены на Южном Урале в бассейне рек Зиган, Ряузяк, Сикася. Лытвинский горизонт подразделяется на абиосканские и зиганские слои [Кочеткова и др., 1988; Стратиграфические..., 1993]. **Абиосканские слои** сложены темно-серыми, преимущественно мелкокомковатыми, прослойями криноидными и мелкобрекчийевидными известняками с линзами и желваками кремней, мощность 10.7–14.5 м. **Зиганские слои** сложены темно-серыми органогенно-обломочными известняками, слабо доломитизированными, тонкоплитчатыми, иногда с конкрециями кремней, с желваками водорослей. Мощность их от 0.3 м до 2.5–2.8 м. Отложения содержат фораминиферы, гониатиты, остракоды, брахиоподы и конодонты. В разрезах «Зиган», «Сиказа», «Ряузяк» горизонт охарактеризован фораминиферами зоны *Quasiendothyra kobeitusana*, конодонтами зон *Middle–Upper Palmatolepis gracilis expansa* и *Siphonodella praesulcata*; остракодами зон *Akidellina litvaensis–Maternella hemisphaerica* (слои с *Ac. litvaensis* и *Uchtovia sialis* и слои с частыми *Ac. litvaensis*) и *Shishaella okeni – Richterina latior – Maternella hemisphaerica*; миоспорами зоны *Humenosonotrites lepidophytus* [Кочеткова и др., 1985, 1988; Стратиграфические..., 1993; Sinitzyna et al., 1984]. Брахиоподы известны по разрезу Сиказа [Sinitzyna et al., 1984], но наиболее представительный комплекс описан по руч. Усуйли [Наливкин, Фотиева, 1973; Султанов, 1973].

Переходные слои от девона к карбону

**Гумеровский горизонт** представляет собой переходный стратон в пограничном интервале девона и карбона. Горизонт выделен Н.М. Кочетковой,

Е.А. Рейтлингер, В.Н. Пазухиным [1986] со стратотипом в разрезе оврага Абиоскан, правого притока р. Зиган (рис. 13, 14) (окрестности д. Гумерово); парагенетическим типом является разрез «Сиказа» (рис. 15). Пограничные слои вскрыты канавами. В течение гумеровского времени происходили существенные изменения в развитии всех групп фауны и флоры,



Рис. 13. Общий вид стратотипа гумеровского горизонта (разрез «Зиган»). Гумеровский горизонт вскрыт канавой в верхней части склона (за деревьями). Фото В. Пазухина

Fig. 13. A view of the stratotype of the Gumerovian (“Zigan” section). The Gumerovian is excavated in the upper part of the slope (behind the trees). Photograph by V. Pazukhin



Рис. 14. Глинистая пачка в стратотипе гумеровского горизонта, отвечающая Хангенбергскому событию. Фото Е. Кулагиной

Fig. 14. The clay member in the stratotype of the Gumerovian, corresponding to the Hangenberg event. Photograph by E. Kulagina

носящие ступенчатый характер. Основание гумеровского горизонта совпадает с основанием остракодовой зоны *Pseudoleperditia tuberculifera*–*Coryellina alba*–*Cribroconcha primaris* [Кочеткова и др., 1986, 1988]. Горизонт сложен внизу известняками органогенно-обломочными, участками окремненными. В средней части горизонта в этих разрезах отмечается характерный прослой рыхлой карбонатно-глинистой породы коричневатого и темно-серого цвета («труха»). Этот прослой отражает глобальное Хангенбергское событие, которое проявилось в разрезах Западной Европы и связано с кратковременной сменой условий осадконакопления и перестройкой палеоэкосистемы [Седаева и др., 2010; Gatovskyi, 2015].

В соответствии с Международным стандартом нижняя граница каменоугольной системы фиксируется по появлению конодонтов *Siphonodella sulcata* (Hud.) [Paproth et al., 1991], она соответствует основанию миоспоровой зоны *Vallatisporites pusillites*. Этот уровень лежит внутри гумеровского горизонта. Таким образом, нижняя часть гумеровского горизонта, содержащая девонские конодонты зоны *S. praesulcata* и миоспоры палинозоны LE2 относится к девону. Чтобы сохранить целостность гумеровского горизонта как единого переходного подразделения, в котором последовательно отмечаются изменения по многим группам фауны, было предложено разделить его на два подгоризонта [Кулагина и др., 2013].

**Нижнегумеровский подгоризонт** включает карбонатно-глинистую пачку, прослежен в разрезах «Зиган», «Сиказа», «Усуйли», мощность его изменяется от 0.5 м («Сиказа») до 3 м («Усуйли»). Ископаемые остатки: мшанки, гастроподы, кораллы, брахиоподы, остракоды, криноиди, зубы рыб.

### Каменоугольная система

#### Нижний отдел

Турнейский ярус, нижнетурнейский подъярус

**Верхнегумеровский подгоризонт** выделяется в опорных разрезах «Сиказа», «Зиган», «Усуйли» по появлению конодонтов *Siphonodella sulcata* (Hud.). В разрезе «Сиказа» граница девона и карбона вскрыта канавой на крутом склоне (рис. 16). Горизонт слагают известняки микробиокластовые и микросгустковые (пакстоуны), в разрезе «Зиган» — с онколитами, образованными водорослями *Girvanella* и строматолитами. Мощность 0.25–4 м. Ископаемые остатки: водоросли, мшанки, гастроподы, брахиоподы, остракоды, трилобиты, криноиди, конодонты, зубы рыб.

**Малевский горизонт** прослежен в разрезах «Зиган», «Сиказа», «Рязяк» [Sinitzyna et al., 1995; Кулагина и др., 2018], сложен известняками органогенными, иногда доломитизированными и брекчированными, спаритовыми микробиокластовыми пелойндными пакстоунами. Соответствует

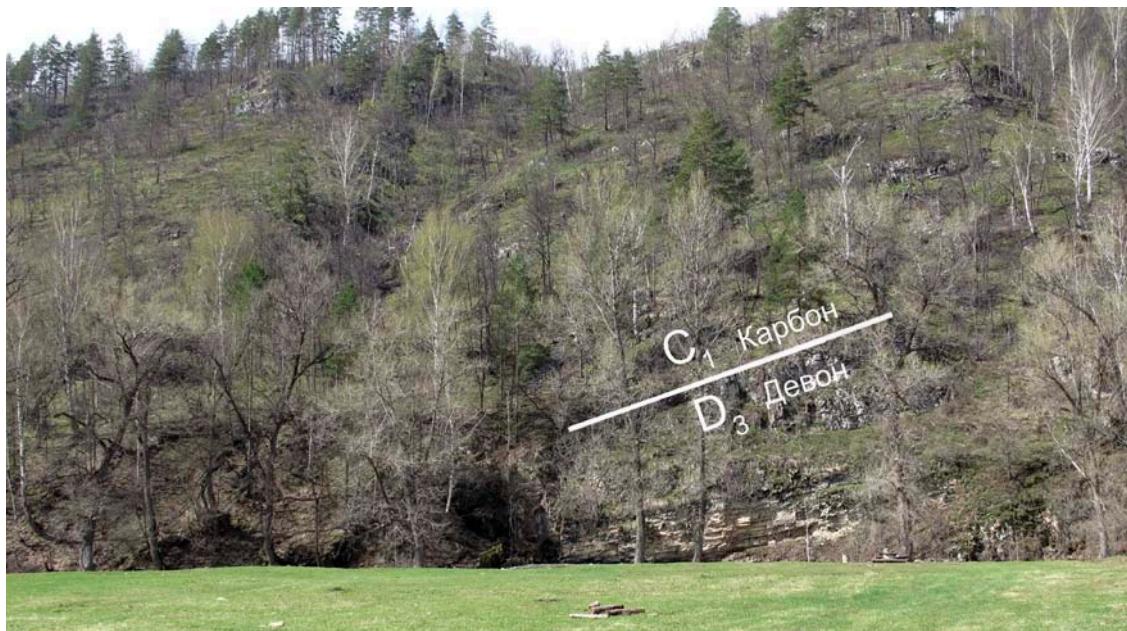


Рис. 15. Разрез верхнего девона и нижнего карбона по р. Сикасе. Фото Е. Кулагиной

Fig. 15. The Upper Devonian and Lower Carboniferous section along the Sikasya River. Photograph by E. Kulagina



**Рис. 16. Граница девона и карбона в разрезе «Сиказа», вскрытая канавой. Виден контакт глинистой пачки и известняков. Маркерный таксон *Siphonodella sulcata* обнаружен в известняке слоя 6г. Фото Е. Кулагиной**

**Fig. 16. The Devonian and Carboniferous boundary beds in the “Sikaza” section excavated by a trench. The contact of a clay member and limestone is visible. *Siphonodella sulcata* marker is found in the limestone bed 6г. Photograph by E. Kulagina**

фораминиферовой зоне *Earlandia minima*, которая фиксируется по исчезновению представителей рода *Quasiendothyra* и преобладанию однокамерных форм фораминифер; по остракодам проводится в основании зоны *Pseudoleperditia tuberculifera*–*Coryellina advena* [Sinitzyna et al., 1995], по конодонтам отвечает верхней части зоны *Siphonodella sulcata* и зоне *S. duplicata* [Kulagina et al., 2003]. Мощность 0,35–10 м.

**Упинский горизонт** установлен в разрезах «Сиказа», «Зиган», «Ряузяк». В разрезе «Сиказа» он сложен доломитами, известняками слоистыми и массивными, доломитизированными, глинистыми, с линзами кремней [Sinitzyna et al., 1995; Kulagina et al., 2003; Artyushkova et al., 2011]. Нижняя граница определяется по появлению фораминифер зоны *Chernyshinella disputabilis* и конодонтов зоны *Siphonodella belkai*, встречаются также остракоды и брахиоподы. В разрезах «Зиган» и «Ряузяк» упинский горизонт слабее охарактеризован палеонтологически [Кочеткова и др., 1985; Kulagina, 2013]. Мощность горизонта изменяется от 6 до 20 м.

#### Верхнетурнейский подъярус

**Черепетский горизонт** представлен в разрезах «Сиказа», «Ряузяк», «Усийли» (скла Акташ).

Разрез по руч. Усийли (приток р. Зилим) известен еще по работам Д.В. Наливкина [1926; Наливкин, Фотиева, 1973]. Здесь черепетский горизонт сложен водорослевыми бафлстоунами, биокластовыми и интракластовыми грейнстонами, палеонтологически охарактеризован фораминиферами подзоны *Palaeospirolectammina tchernyshinensis*–*Chernyshinella glomiformis* зоны *Palaeospirolectammina tchernyshinensis*, конодонтами зон *Siphonodella quadruplicata* и *Siphonodella isosticha* [Султанаев, 1973; Гроздилова, 1973; Кулагина, Синицына, 2000; Kulagina et al., 2003].

В разрезе «Сиказа» горизонт сложен известняками и доломитами. Известняки мелкопелойдно-биокластовые и пелойдно-водорослевые пакстоуны [Кулагина и др., 2018]. Ископаемые остатки: криноиды, брахиоподы, остракоды. Мощность до 25 м.

**Кизеловский горизонт** согласно залегает на черепетском и прослежен в тех же разрезах; сложен известняками слоистыми и массивными биогермными. Преобладают пелоидно-биокластовые и микритово-биокластовые разности.

Горизонт соответствует фораминиферовой зоне *Spinoendothyra costifera* и конодонтовой зоне *Gnathodus typicus* [Sinitzyna et al., 1995; Kulagina et al., 2003]. Опорным разрезом для западного склона Южного Урала считается разрез «Сикаса», где горизонт сложен преимущественно органогенными вакстоунами, микробиокластовыми пакстоунами, фораминиферово-биокластовыми грейнстоунами [Кулагина и др., 2018]. Разрез по руч. Усуйли (правый приток р. Зилим) является гипостратотипом кизеловского горизонта [Наливкин, Фотиева, 1973; Султанаев, 1973]. В этом разрезе горизонт сложен массивными биогермными известняками, названными Д.В. Наливкиным [1937] «усольскими», содержит разнообразные ископаемые остатки: фораминиферы, остракоды, брахиоподы, конодонты [Гроздилова, 1973; Кочеткова и др., 1981; Кулагина, Синицына, 2000; Кулагина и др., 2018]. Мощность горизонта 5–41 м.

**Косьвинский горизонт** в разрезах по рекам Сикася, Ряузяк, Зилим (руч. Усуйли) сложен известняками тонко- и среднеслоистыми, микритовыми, мелкобиокластовыми, с линзами и желваками кремней (карбонатный тип разреза), с многочисленными остатками разнообразной фауны, имеет мощность до 25–30 м [Sinitzyna et al., 1984; Кулагина, Синицына, 2000; Kulagina et al., 2003]. Нижняя граница проводится по фораминиферам зоны *Dainella chomatica*, брахиоподам зоны *Levitusia humerosa*–*Palaeochoristites desinuatus*, конодонтам подзоны *Dollymae bouckaerti* зоны *Gnathodus typicus*. Биогермные известняки мощностью около 30 м описаны в бассейне р. Усолка [Кочеткова и др., 1981]. Здесь также известны карбонатно-терригенные отложения (алатауская свита) — глинистые известняки и глины мощностью 25–40 м. Возраст их установлен по спорам, фораминиферам и остракодам.

#### Визейский ярус

Визейский ярус представлен нижним и верхним подъярусами. Нижний подъярус развит только в районе Инзеро-Усольского прогиба и представлен терригенно-карбонатным типом разреза. На большей части территории верхневизейские отложения залегают на верхнетурнейских известняках с перерывом.

#### Нижневизейский подъярус

Нижняя граница визейского яруса установлена в основании зон: фораминиферовой *Eoparastaffella simplex*–*Eoendothyranopsis donica*, остракодовой *Shamishaella suborbiculata* и конодонтовой *Gnathodus texanus*.

В нижневизейском подъярусе Зилимо-Зиганского района выделяются местные **термянташский, кизгинский и карсаклинский горизонты** [Унифицированные..., 1980; Синицына, 1986; Стратиграфические..., 1993; Синицына и др., 1997]. На большей части территории этого района на границе турне и визе фиксируется перерыв в осадконакоплении. Из разреза выпадают отложения верхней части косьвинского горизонта и нижневизейского подъяруса. Косьвинские отложения перекрываются известняками тульского возраста с колониальными кораллами *Lithostrotion*. В разрезе по руч. Усуйли выше косьвинских известняков залегает маломощный прослой (0.1–0.12 м) кварцевого песчаника [Смирнов, Смирнова, 1967].

В Инзеро-Усольском прогибе, на территории Гафурийского района РБ, нижневизейские отложения известны в полосе развития алатауской свиты, где они обнажаются по рекам Сикашты и Бол. Куш-Елга [Кочеткова и др., 1981]. Здесь они представлены известняками органогенными, иногда глинистыми. Мощность нижневизейского подъяруса 20–64 м.

#### Верхневизейский подъярус

Верхневизейский подъярус представлен мощной толщей мелководных шельфовых известняков и доломитов. В известняках содержатся фораминиферы, брахиоподы, кораллы, по которым произведено расчленение отложений на горизонты: тульский, алексинский, михайловский и веневский [Sinitzyna, 1975; Sinitzyna et al., 1984; Кулагина, Клименко, 2014; Kulagina, 2019]. Верхневизейские карбонаты образуют живописные скальные обнажения вдоль правого склона долины р. Сикаси (рис. 17, 18).

**Тульский горизонт** прослеживается по рекам Сикася, Зиган, Зилим, где он с перерывом залегает на отложениях кизеловского (р. Зиган) или косьвинского горизонтов (р.р. Сикася, Зилим). В тульском горизонте преобладают биокластовые и фораминиферовые грейнстоуны и пакстоуны с богатым комплексом фораминифер зоны *Endothyranopsis compressa*–*Paraarchaediscus koktyubensis*. Часто известняки содержат линзы и конкреции кремней. Ископаемые остатки: многочисленные фораминиферы,



**Рис. 17. Долина реки Сикаси. Вдоль правого склона долины протягивается гряда обнажений верхневизейского подъяруса. Фото Е. Кулагиной**

**Fig. 17. The Sikasya River Valley. The outcrops of the Upper Visean are along the right slope of the valley. Photography by E. Kulagina**



**Рис. 18. Обнажение известняков и доломитов на правом берегу р. Сикаси (разрез «Сиказа у поворота», по З.А. Синицыной). Пограничные отложения визейского и серпуховского ярусов нижнего карбона. Фото Е. Кулагиной**

**Fig. 18. Exposure of the limestones and dolomites on the right bank of the Sykasya River («Sikaza at the turn» section according Z.A. Sinityna). The Visean and Serpukhovian boundary strata. Photography by E. Kulagina**

кораллы, остраходы, брахиоподы, криноиды и конодонты. Скопления колониальных кораллов наблюдаются в тульском горизонте в склоне ущелья недалеко от моста через р. Сикася (рис. 19), в районе пещеры Салавата и в основном разрезе по р. Сикася в 0.5 км ниже руч. Кукраук (см. рис. 15). Мощность горизонта 13.5–75 м.

**Алексинский горизонт** сложен известняками, слоистыми преимущественно фораминиферовыми пакстоунами, пелайдными и биокластовыми с прослойми криноидных. Горизонт охарактеризован фораминиферами зоны *Ikensieformis proikensis* (разрез «Сиказа»). Мощность его 40–50 м.

**Михайловский горизонт** по р. Сикася сложен мощной толщей доломитов (рис. 20) с редкими прослойями биокластовых известняков с фораминиферами. Мощность горизонта 50–70 м. Прослои биокластовых известняков наблюдаются в разрезе «Сиказа» лишь в нижней части горизонта. Пачка доломитов бронирует хребет на повороте реки с меридионального на широтное направление (рис. 21), где описано Обнажение 2 [Sinitsyna, 1975; Sinitsyna et al., 1984], названное при полевом описании как разрез «Сиказа у поворота».

**Веневский горизонт** связан постепенным переходом с подстилающими отложениями, представлен фораминиферовыми и биокластовыми пакстоунами, прослойми доломитизированными, с пачками доломитов. Комплекс фораминифер отвечает зоне *Ikensieformis tenebrosa*. Мощность горизонта 30–40 м.

Общая мощность отложений визейского яруса 240–445 м.

#### Серпуховский ярус

Серпуховский ярус сложен доломитами и доломитизированными известняками с подчиненными прослойми органогенно-детритовых известняков. Ярус включает **косогорский, противинский и староуткинский горизонты** [Стратиграфические..., 1993], однако из-за редкости прослоев известняков среди доломитов границы горизонтов провести трудно. Нижняя граница яруса устанавливается по вымиранию большинства визейских видов фораминифер и распространению комплекса зоны *Neoarchaeodiscus postrugosus*, а также по брахиоподам зоны *Latiproductus latissimus*. В кровле староуткинского



Рис. 19. Колониальные кораллы *Syringopora* в известняках тульского горизонта. Обнажение на правом склоне лога, разрез «Сиказа – мост». Фото Е. Кулагиной

Fig. 19. Colonial corals of *Syringopora* in the Tulian limestones. The exposure on the right side of the log in the section “Sikaza – bridge”. Photograph by E. Kulagina



**Рис. 20. Доломиты михайловского горизонта в разрезе «Сиказа у поворота». Сохранилась маркировка З.А. Синицыной (слой 35), сделанная при подготовке к экскурсии Международного геологического конгресса в 1984 г. Фото Е. Кулагиной**

**Fig. 20. Dolomites of the Mikhailovian in the Sikaza at the «Sikaza at the turn» section. The marking by Z.A. Sinitsyna (layer 35), made in preparation for the excursion of the International Geological Congress in 1984, has been preserved. Photograph by E. Kulagina**



**Рис. 21. Скальные выходы верхневизейских отложений. Верхний уступ бронирует мощная пачка доломитов михайловского горизонта. Фото Е. Кулагиной**

**Fig. 21. The rocky outcrop of the Upper Visean. The upper ledge is armoured by thick dolomites of the Mikhailovian. Photograph by E. Kulagina**

горизонта повсеместно залегает ракушняк с банками брахиопод *Striatifera striata* Fisch., который является маркирующим. Он прослежен в разрезах по рекам Зиган, Зилим, в северных районах Башкоростана и на среднем Урале [Иванова, 2008]. Мощность яруса 100–130 м.

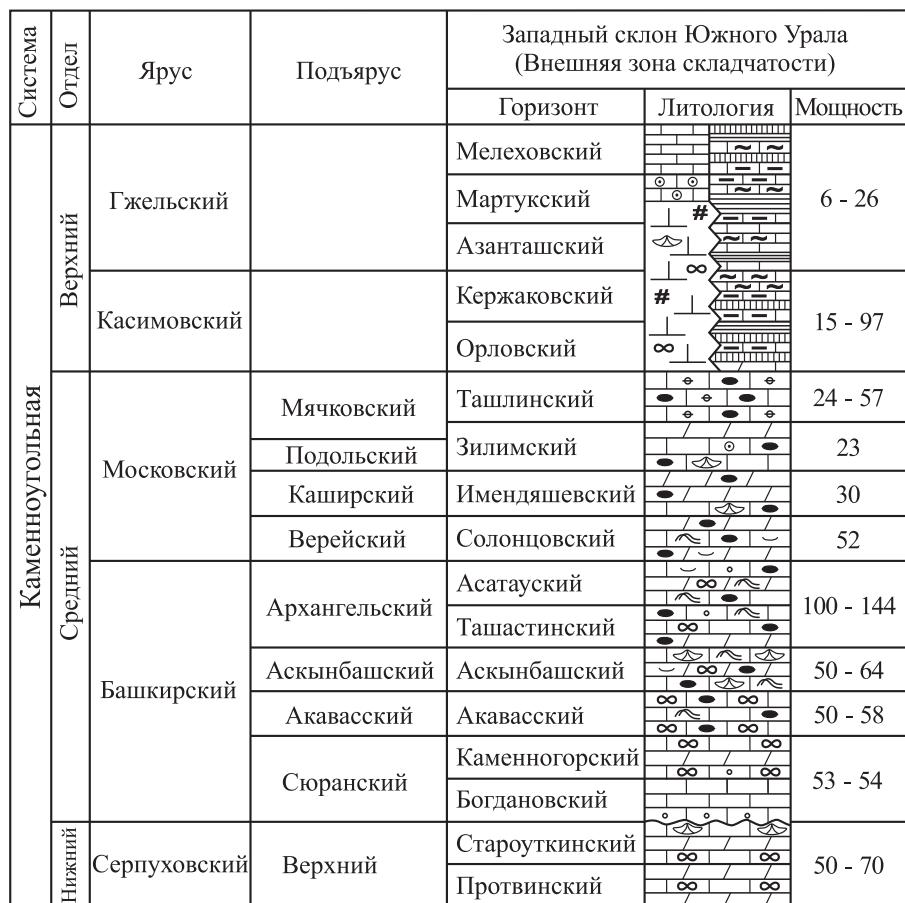
### Средний отдел

Средний отдел включает отложения башкирского и московского ярусов. Они представлены мелководными карбонатными отложениями. Глобальным маркером нижней границы башкирского яруса служит появление конодонта *Declinognarhodus*

*noduliferus* Ellison and Graves [Remane et al., 1996]. Эта граница соответствует основанию аммоидной зоны *Homoceras*–*Hudsonoceras* и фораминиферовой зоны *Plectostaffella bogdanovkensis* [Постановления..., 2003].

### Башкирский ярус

Башкирский ярус сложен карбонатными породами с богатой и разнообразной фауной, расчленяется на сюранский, акавасский, аскынбашский и архангельский подъярусы и шесть горизонтов [Кулагина и др., 2001; Постановления..., 2006] (рис. 22).



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15

**Рис. 22. Сводная стратиграфическая колонка среднего и верхнего карбона на территории предполагаемого геопарка Торатау**

Условные обозначения: 1–7 — известняки: 1 — слоистые, 2 — массивные биогермные, 3 — органогенные биокластовые, 4 — с гороховидными кремнистыми конкрециями, 5 — с прослойями и линзами кремней, 6 — оолитовые, 7 — глинистые; 8 — известково-кремнисто-глинистые породы; 9 — доломиты; 10 — аргиллиты; 11 — фораминиферы; 12 — водоросли; 13 — мшанки; 14 — брахиоподы; 15 — криноиды. Остальные условные обозначения см. рис. 2.

**Fig. 22. A summary stratigraphic section of the Middle–Upper Carboniferous at the Toratau Geopark proposed territory**

Legend: 1–7 — limestones: 1 — layered, 2 — massive, bioherm, 3 — organogenic and bioclastic, 4 — with pea siliceous nodules, 5 — with siliceous layers and lenses, 6 — oolitic, 7 — clay; 8 — siliceous-clay lime rocks; 9 — dolomites; 10 — mudstones; 11 — foraminifera; 12 — algae; 13 — bryozoans; 14 — brachiopods; 15 — crinoids. Other symbols see fig. 2.

Наиболее полные и хорошо обнаженные разрезы яруса на рассматриваемой территории прослеживаются по рекам Зиган, Усолка, Селеук. Разрез по р. Зиган описан З.А. Синицыной в рукописном отчете в 1975 г. Ею изучено несколько обнажений по правому берегу р. Зиган выше д. Гумерово (рис. 23, 24). В обнажении напротив д. Гумерово наблюдаются отложения серпуховского и башкирского ярусов. Башкирский ярус расчленен по фораминиферам на горизонты и зоны [Kulagina, Sinitysna, 2003]. Разрез башкирского яруса в южной части Ишимбайского района у д. Уразбаево по р. Селеук изучен в 1988–1996 гг. Н.П. Шевчуном и Т.В. Клименко [Klimenko, 1995] (рис. 25).

**Сюранский подъярус** включает **богдановский и каменногорский горизонты**. В разрезе «Зиган» отложения сюранского подъяруса сложены слоистыми микритовыми, реже биокластовыми известняками, с прослойями оолитовых грейнстоунов в нижней части разреза. По р. Селеук в разрезе Уразбаево они представлены известняками микритовыми и биокластовыми с фораминиферами, с редкими прослойями оолитовых разностей и доломитов. Ископаемые фаунистические остатки: водоросли,

фораминиферы, брахиоподы. Сюранский подъярус в разрезе «Зиган» содержит комплекс фораминифер зоны *Eostaffella pseudostruvei* [Kulagina, Sinitysna, 2003]. Мощность 53–54 м.

**Акавасский подъярус (горизонт)** представлен в разрезах «Зиган», «Селеук», «Ташлы» известняками микритовыми, фораминиферовыми и водорослевыми, реже доломитами и доломитизированными известняками. По всей пачке наблюдаются желваки и линзы кремней. Палеонтологически охарактеризован фораминиферами зоны *Pseudostaffella antiqua* и брахиоподами. Мощность 50–58 м.

**Аскынбашский подъярус (горизонт)** сложен известняками биокластовыми, водорослевыми, фораминиферово-водорослевыми и доломитами. Встречаются линзы кремней. Ископаемые остатки — водоросли, фораминиферы, остракоды, брахиоподы, конодонты. Возраст обосновывается фораминиферами зоны *Pseudostaffella praegorskyi*–*Staffellaeformes staffellaeformis*. Мощность 50–64 м.

**Архангельский подъярус** включает ташастинский и асатаяуский горизонты. Ташастинский горизонт впервые выделен Г.И. Теодоровичем и др.



Рис. 23. Долина р. Зиган выше д. Гумерово. Правый склон сложен карбонатными породами серпуховского яруса и среднего карбона. Фото Е. Кулагиной

Fig. 23. The Zigan River valley near the Gumerovo village. The right slope is composed of the Serpukhovian and Middle Carboniferous carbonate rocks. Photograph by E. Kulagina



Рис. 24. Обнажение башкирского яруса на правом берегу р. Зиган. Фото Е. Кулагиной  
Fig. 24. The exposure of the Bashkirian on the right bank of the Zigan River. Photograph by E. Kulagina



Рис. 25. Обнажение башкирского яруса по р. Селеук. Фото Е. Кулагиной  
Fig. 25. Exposure of the Bashkirian along the Seleuk River. Photograph by E. Kulagina

[1956] в разрезе горы Уклыкая по р. Зилим у д. Ташасты. Асатаяуский горизонт выделен О.Л. Эйнором и др. [Путеводитель..., 1972] в разрезе «Аскын». Известняки верхней части башкирского яруса выходят на поверхность в восточной части обнажения горы Уклыкая в ядре антиклинальной складки и имеют мощность 44 м [Кулагина и др., 2001]. Подъярус сложен известняками, доломитами, доломитизированными известняками. Из микроскопических ископаемых остатков особенно многочисленны водоросли и фораминиферы, реже встречаются остракоды и конодонты; из макрофaуны распространены брахиоподы и кораллы. Ташастинский горизонт палеонтологически обосновывается фораминиферами зоны *Ozawainella pararhomboidalis*—*Pseudostaffella gorskii*, а асатаяуский — фораминиферами зоны *Tikhonovichiella tikhonovichi*. Мощность архангельского подъяруса достигает 144 м.

Суммарная мощность отложений башкирского яруса 195–275 м.

#### Московский ярус

Московский ярус расчленяется на четыре подъяруса — **верейский, каширский, подольский, мачковский**, соответствующие горизонтам Русской платформы [Постановления..., 2006]. Переход между башкирским и московским ярусами постепен-

ный, граница проводится по появлению фораминифер *Depratina prisca* (Depart), брахиопод *Choristites inferus* Ivanov и конодонтов *Declinognathodus donetzianus* Nemirovskaya [Иванова, 2008; Kulagina et al., 2009; Kulagina, 2009].

Московский ярус сложен известняками микритовыми и органогенными, прослойями глинистыми, и доломитами, содержит многочисленные прослои и линзы кремней. В кровле яруса залегают микритовые известняки с гороховидными конкрециями кремней (ташлинский горизонт). Московский ярус по фораминиферам подразделяется на местные **солонцовский, имендашевский, зилимский и ташлинский горизонты** [Стратиграфические..., 1993]. Мощность яруса 105–150 м.

Наиболее представительный разрез московского яруса описан на южном склоне живописной горы Уклыкая у д. Ташасты, на правом берегу р. Зилим. История исследования разреза «Уклыкая» рассмотрена Р.С. Фурдуем [Furdui, 1975], которым дано послойное описание разреза, позже дополненное [Furdui, Einor, 1984]. Нижняя граница московского яруса с подстилающими породами башкирского яруса согласная. Ярус сложен известняками и доломитами с линзами и прослойями кремней (рис. 26, 27). Мощность московского яруса в этом разрезе около 200 м.

Московский ярус в разрезе по р. Усолка у д. Ташлы представлен серыми, темно-серыми, реже светло-



Рис. 26. Гора Уклыкая. Опорный разрез московского яруса. Фото Е. Кулагиной

Fig. 26. The Uklukaya Mountain. The key section of the Moscovian Stage. Photograph by E. Kulagina



**Рис. 27. Гора Уклыкая. Западная часть обнажения. Московский ярус, зилимский горизонт. Фото Е. Кулагиной**

**Fig. 27. The Uklykaya Mountain. Western part of the outcrop. Moscovian stage, Zilimian Local Substage. Photograph by E. Kulagina**

серыми слоистыми известняками с прослойями и линзами кремней. Завершает разрез пачка микритовых известняков с линзами кремней и гороховидными халцедоновыми конкрециями мощностью до 30 м, которая относится к ташлинскому горизонту. Эта пачка обнажена в горной выработке в нижней части склона (рис. 28). Первоначально эта пачка выделена Д.Л. Степановым [1941] в качестве ташлинской свиты. Она является маркирующей, прослежена в разрезах по рекам Зиган, Сикасия и севернее в разрезах «Ассын» и «Басу» (Архангельский район РБ). В разрезе по р. Усолка напротив санатория «Красноусольский» верхняя часть московского яруса сложена известняками с многочисленными конодонтами [Sungatullina et al., 2015]. В разрезе по р. Зиган московский ярус сложен известняками и доломитами (рис. 29).

В южной части Ишимбайского района московские отложения обнажаются на склонах долин рек Селеук и Тор. Они представлены известняками, доломитизированными известняками с прослойями серых и светло-серых доломитов и кремней [Klimenko, 1995].

#### Верхний отдел

Верхнекаменоугольные отложения согласно залегают на карбонатных породах московского яруса и характеризуются фациальной зональностью. С запада на восток на территории предполагаемого геопарка выделяются платформенный, рифовый, и депрессионный типы разреза; четвертый — флишевый тип разреза распространен южнее [Камалетдинов и др., 1975; Алкснэ, Шамов, 1975].

Глубоководные отложения распространены по рекам Сикасия, Усолка, Шида, где они сложены аргиллитами, известняками, кремнистыми известняками, реже встречаются прослои мелкозернистых доломитов, глин и мергелей. В верхней части отмечаются включения кремнистых фосфоритовых желваков. Мощность 25–40 м.

Наиболее изученным и известным является разрез верхнего карбона по правому берегу р. Усолка на северной окраине санатория «Красноусольский» (рис. 30). История его изучения и детальное послойное описание приведены Б.И. Чувашовым и В.В. Черных [2002]. В этом разрезе *касимовский*



**Рис. 28. Разрез среднего карбона восточнее д. Ташлы. Фото Е. Кулагиной**

**Fig. 28. General view of the Tashly Section eastwards the Tashly village. Middle Carboniferous. Photograph by E. Kulagina**



**Рис. 29. Обнажение московского яруса по правому склону долины р. Зиган выше д. Гумерово. В нижней части обнажения фиксируется граница башкирского и московского ярусов. Фото Е. Кулагиной**

**Fig. 29. The outcrop of the Moscovian stage on the right bank of the Zigan River valley upstream the Gumerovo village. The Bashkirian and Moscow boundary is fixed in the lower part of the outcrop. Photograph by E. Kulagina**



**Рис. 30. Разрез верхнего карбона у санатория Красноусольский во время экскурсии 18-го Международного конгресса по карбону и перми. Фото Е. Кулагиной**

**Fig. 30. Upper Carboniferous section at the Krasnousolsky sanatorium during a Field-Trip of the 18th International Congress on Carboniferous and Permian. Photograph by E. Kulagina**

и гжельский ярусы представлены глубоководными карбонатно-кремнистыми отложениями с горизонтами вулканического пепла, содержащими в большом количестве конодонты совместно с кристаллами циркона [Черных, 2009, 2012а, 2012б]. Касимовский ярус сложен аргиллитами, тонкослоистыми известняками с прослойями вулканических туфов (0.03–0.08 м по мощности), реже мергелями. По конодонтам расчленен на зоны [Sungatullina, Davydov, 2015; Sungatullina et al., 2015]. Мощность яруса около 9 м. Гжельский ярус сложен тонким переслаиванием аргиллитов, глинистых известняков, мергелей, доломитов и кремней; реже встречаются прослои коричневых глинистых ламинированных мергелей с конкрециями фосфоритов до 10–12 см длины [Chernykh, 2015; Sungatullina et al., 2015]. Мощность яруса около 25 м. Ископаемые остатки: радиолярии, остракоды, трилобиты, редкие двустворчатые моллюски и головоногие, брахиоподы, многочисленные конодонты, зубы рыб, растительные остатки.

Депрессионный тип разреза описан также на западном склоне г. Уклыкая, где касимовский ярус сложен алевролитами кремнисто-известковистыми и кремнисто-глинистыми с желваками кремней

и фосфоритов, мощностью 15 м, а гжельский ярус — доломитами и известняками с фораминиферами, ругозами, двустворками, брахиоподами и конодонтами, имеет до 7 м мощности [Furdui, 1975; Furdui, Einor, 1984].

В южной части Ишимбайского района по р. Селеук верхнекаменноугольные отложения представлены чередующимися темно-серыми кремнистыми, глинисто-кремнистыми сланцами, кремнями, доломитами, мергелями и известняками. В глинисто-кремнистых сланцах верхней части разреза содержатся кремнисто-фосфоритовые конкреции. Мощность верхнего карбона около 26 м [Klimenko, 1995].

Биогермный тип разреза известен на широте пос. Табынск, в 12 км севернее пос. Красноусольский, на правом берегу небольшой речки Воскресенки (Гафурийский район РБ). В Путеводителях [Aleksandrov, 1975; Aleksandrov, Einor, 1984] он описан как разрез «горы Воскресенка», в Атласе [Республика..., 2010] — это гора Белая. Гора имеет блоковое строение, сложена карбонатными биогермными отложениями краевой части карбонатной платформы, которые перекрываются

верхнегжельско-ассельскими склоново-депрессионными осадками [Горожанина и др., 2017]. Восточный блок (рис. 31) сложен известняками биогермными мшанковыми, брахиоподовыми, перекристаллизованными, с аммоидеями, криноидеями и редкими ортоцератидами (грейстоуны и рудстоуны) и слоистыми криноидными известняками. В мшанковых разностях наблюдаются структуры строматаксиса, связанные с заполнением первичных пустот между обломками мшанок и раковинами кристаллическим цементом. Возраст отложений установлен по фораминиферам и конодонтам. В касимовском ярусе выделены фораминиферовые зоны *Protriticites pseudomontiparus*–*Obsoletes obsoletus*, *Montiparus montiparus*, *Triticites acutus*–*T. quasiarcticus*, тогда как позднегжельско-раннеассельский возраст перекрывающих слоистых криноидных известняков определен по конодонтам; мощность биогермных отложений по данным бурения составляет 100–140 м [Алексеев и др., 2010; Горожанина и др., 2017].

## Заключение

Разрезы девона и карбона, расположенные на территории геопарка Торатау имеют в первую очередь международное значение как стратиграфические объекты. Большая часть объектов неоднократно демонстрировалась на международных экскурсиях в качестве эталонных разрезов стратиграфических подразделений и их границ. Многие разрезы могут иметь познавательное значение для изучения литологических типов пород. Например, в разрезах пограничных отложений девона и карбона «Зиган» и «Сиказа» наблюдается прослой глинистых пород среди карбонатных, отражающий Хангенбергское событие. Естественное обнажение кремнисто-глинистых сланцев доманикового горизонта на р. Ряузяк вызывает повышенный интерес у нефтяников.

К палеонтологическим объектам можно отнести брахиоподовый ракушняк в пограничном



**Рис. 31. Обнажение биогермных известняков в восточной части (восточный блок) горы Белой (Воскресенки). Вид с юга. Фото В. Пучкова**

**Fig. 31. Exposure of bioherm limestones in the eastern part (eastern block) of the Voskresenka Mountain (Belya Mountain). View from the south. Photograph by V. Puchkov**

интервале франского и фаменского ярусов в разрезе «Аккыр» по р. Зилим, прослои известняков, содержащие многочисленные колонии кораллов в верхнезизейском подъярусе разреза «Сиказа», известняки с крупными стеблями криноидей в верхнекаменноугольных отложениях Воскресенского массива. В северной части этого массива также имеется местонахождение одиночных кораллов раннепермского возраста.

В качестве учебных тектонических объектов интерес представляют антиклинальные приразломные складки московского яруса у д. Макарово, антиклинальная складка г. Уклыкая, осложненная в восточной части тектоническим нарушением.

*Работа выполнена по гос. заданию № 0246-2019-0118.*

#### Список литературы:

Абрамова А.Н. Франский ярус западного склона Южного Урала: Препринт / ИГ УНЦ РАН. – Уфа, 1999. – 54 с.

Алексеев А.С. Международная стратиграфическая шкала и ее современный статус // Геология и геофизика. – 2015. – Т. 56. – № 4. – С. 671–681. – DOI: 10.15372/GiG20150403

Алексеев А.С., Горева Н.В., Коссовая О.Л., Исакова Т.Н. К возрасту рифового комплекса горы Воскресенка (южная Башкирия) // Материалы 8-й Межрегион. науч.-практ. конф. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. – С. 35–38.

Алкснэ А.Э., Шамов Д.Ф. Верхнекаменноугольные отложения Башкирии // Стратиграфия и геология карбона Южного Урала и восточной окраины Русской платформы / Под ред Б.М. Юсупова и др. – Уфа: БФАН СССР, 1975. – С. 102–112.

Горожанина Е.Н., Горожанин В.М., Исакова Т.Н. Карбонатный массив Горы Воскресенка в Южном Предуралье: возраст и развитие Погруженной Карбонатной Платформы // Стратиграфия. Геол. корреляция. – 2017. – Т. 25, № 5. – С. 17–33. – DOI: 10.7868/S0869592X18020023.

Грозилова Л.П. Фораминыферы из опорных разрезов турнейского яруса Горной Башкирии // Опорные разрезы и фауна турнейского яруса на Южном Урале. – Л., 1973. – С. 68–101. – (Труды ВНИГРИ; Вып. 346).

Домрачев С.М. Девон хребта Карагатай и прилегающих районов Южного Урала // Девон западного Приуралья. – 1952. – С. 5–121. – (Труды ВНИГРИ. Нов. сер.; Вып. 61).

Иванова Р.М. Фузулиниды и водоросли среднего карбона Урала (зональная стратиграфия, палеобиогеография, палеонтология). – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 142 с.

Иванушкин А.Г., Богоявленская О.В., Зенкова Г.Г., Брейвель И.А., Курик Э.Ю. Девонские отложения западного склона Южного Урала. // Литосфера. – 2009. – № 1. – С. 3–22.

Камалетдинов М.А., Камалетдинов Р.А., Казанцев Ю.В. Некоторые вопросы строения каменноугольных отложений

южного Приуралья // Стратиграфия и геология карбона Южного Урала и Восточной окраины Русской платформы: Материалы к 8-му Международному конгрессу по стратиграфии и геологии карбона. – Уфа: АН СССР, 1975. – С. 129–135.

Кононова Л.И., Липина О.А. Соотношение зональных схем верхнего фамена и нижнего турне по фораминиферам и конодонтам на западном склоне Южного Урала // Вопросы микропалеонтологии. – Вып. 14. – М.: Наука, 1971. – С. 39–69.

Коношевский Л. Геологические исследования в районе рудников Архангельского завода на Южном Урале. – СПб, 1908. – 113 с. – (Труды Геолог. Ком-та; Нов. сер.; Вып. 30).

Котляр Г.В. XVIII Международный конгресс по каменноугольной и пермской системам // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2016. – Вып. 44. – С. 40–43.

Кочеткова Н.М. Стратиграфические комплексы позднедевонских и раннекаменноугольных остракод в разрезе «Сиказа» (Южный Урал) // Стратиграфия и геология карбона Южного Урала и Восточной окраины Русской платформы / Под ред Б.М. Юсупова и др. – Уфа: БФАН СССР, 1975. – С. 58–81.

Кочеткова Н.М., Лутфуллин Я.Л., Пазухин В.Н. Схема стратиграфии и корреляции нижнекаменноугольных отложений Южного Урала: Сер. препринтов «Научные рекомендации — народному хозяйству». – Уфа, 1981. 56 р.

Кочеткова Н.М., Рейтлингер Е.А., Пазухин В.И. Биостратиграфия пограничных отложений девона и карбона западного склона Южного Урала: Препринт / АН СССР. Дальневосточный науч. центр. СВКНИИ. – Магадан, 1980. – 54 с. – (Биостратиграфия пограничных отложений девона и карбона).

Кочеткова Н.М., Рейтлингер Е.А., Пазухин В.И. Граница девона и карбона на Южном Урале // Граница девона и карбона на территории СССР / Под ред. В.К. Голубцова: Матер. Всесоюз. совещ., Минск, апрель, 1986 г. – Минск, 1986. – С. 173–176.

Кочеткова Н.М., Пазухин В.Н., Рейтлингер Е.А., Синицына З.А. Опорные разрезы пограничных отложений девона и карбона западного склона Южного Урала: Препринт / АН СССР. Дальневосточный науч. центр. СВКНИИ. – Магадан, 1985. – 66 с. – (Биостратиграфия пограничных отложений девона и карбона; Вып. 6).

Кочеткова Н.М., Рейтлингер Е.А., Пазухин В.И., Авхимович В.И. Граница девона и карбона на Южном Урале // Граница девона и карбона на территории СССР. – Минск: Наука и Техника, 1988. – С. 157–166.

Крылова А.К. Стратиграфия нижнекаменноугольных отложений районов рек Сиказы и Б. Сикашты // Геология и геохимия: Доклады и статьи. Сборник 2 (VIII). – Л., 1958. – С. 120–147.

Кулагина Е.И., Клименко Т.В. Комплексы фораминифер верхнезизейского подъяруса бассейна реки Сиказы на западном склоне Южного Урала // Геологический сборник

№ 11 / ИГ УНЦ РАН. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2014. – С. 48–57.

*Кулагина Е.И., Синицына З.А.* Фораминиферовая зональная последовательность в турнейских отложениях западного склона Южного Урала // Геология. Известия отделения наук о Земле и экологии. – Уфа: Изд-во АН РБ, 2000. – № 5. – С. 88–99.

*Кулагина Е.И., Сунгатуллина Г.М.* Геологические объекты экскурсий XVIII Международного Конгресса по карбону и перми в Республике Башкортостан // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2018. – № 1. – С. 51–57. – <https://doi.org/10.31040/2222-8349-2018-0-1-51-57>.

*Кулагина Е.И., Пазухин В.Н., Кочеткова Н.Н., Николаева С.В., Степанова Т.И., Кучева Н.А.* Стратиграфическая схема каменноугольной системы Урала и Общая стратиграфическая шкала России: взаимосвязь и общие проблемы // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства. / Под ред. М.А. Федонкина: Всероссийское совещание. 23–25 мая 2013 г., ГИН РАН, г. Москва. – М., 2013. – С. 182–184.

*Кулагина Е.И., Пазухин В.Н., Кочеткова Н.М., Синицына З.А., Кочетова Н.Н.* Стратотипические и опорные разрезы башкирского яруса карбона Южного Урала. – Уфа: Гилем, 2001. – 139 с.

*Кулагина Е.И., Степанова Т.И., Зайцева Е.Л., Горожанина Е.Н., Гибшман Н.Б., Иванова Р.М., Вевель Я.А., Пономарева Г.Ю., Филимонова Т.В.* Атлас фораминифер и микрофаций верхнедевонских и каменноугольных отложений Северной Евразии. Фаменский и турнейский ярусы [Эл. издание]. – М.: ПИН РАН, 2018. – 220 с. – [http://ig.ufaras.ru/File/mono/Atlas\\_2018.pdf](http://ig.ufaras.ru/File/mono/Atlas_2018.pdf).

*Максимова С.В.* Эколого-фацальные особенности и условия образования доманика. – М.: Наука, 1970. – 84 с.

*Марковский Б.П.* Очерк стратиграфии девонских отложений западного склона Среднего и Южного Урала // Мат-лы Всес. научно-исслед. Геол. ин-та. Общ. сер. Сб. № 8. – Л.: Госгеолиздат, 1948. – С. 22–28.

*Маслова А.П.* Краеугольный камень реки Раузяк // Журнал «Уфа» [Эл. издание]. – 2008. – № 9. – <https://www.journal-ufa.ru/index.php?id=1290&num=82>.

*Наливкин Д.В.* О геологическом строении Южного Урала // Записки Горн. ин-та. – 1926. – Т. 7. – С. 71–95.

*Наливкин Д.В.* Палеозой западного склона Южного и Среднего Урала // Геологическая карта Урала масштаба 1:1 000 000: Объяснительная записка. – 1931.

*Наливкин Д.В.* Стерлитамакское пересечение Южного Урала // Международный геологический конгресс. XVII сессия. Пермская экскурсия. Южный маршрут. – Л.; М.: Госгеолиздат, 1937. – С. 93–116.

*Наливкин Д.В.* Турнейский ярус Стерлитамакского района // Палеонтология и стратиграфия. – Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1945. – Сб. 4. – С. 11–23.

*Наливкин В.Д.* Граница турнейского и визейского ярусов на Урале и методика ее установления. // Палеонтология и стратиграфия. – Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1948. – Сб. 5. – С. 87–103.

*Наливкин Д.В., Фотиева Н.Н.* Брахиоподы пограничных отложений турнейского и визейского ярусов западного склона Урала. – М.: Наука, 1973. 119 с.

*Пазухин В.Н.* Гумеровский горизонт нижнего карбона Урала и востока Русской платформы // Геобиосферные события и история органического мира: Тезисы докл. 54 сессии Палеонтологического общества при РАН (7–11 апреля 2008 г. Санкт-Петербург). – СПб, 2008. – С. 128–130.

*Пазухин В.Н., Кулагина Е.И., Седаева К.М.* Граница девона – карбона на западном склоне Южного Урала // Типовые разрезы карбона России и потенциальные глобальные стратотипы. Южноуральская сессия / Под ред. В.Н. Пучкова и др.: Матер. Международ. полевого совещания “The historical type sections, proposed and potential GSSP of the Carboniferous in Russia”, Уфа – Сибай, 13–18 авг. 2009 г. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009. – С. 22–33.

*Петренко А.А., Китарисова Л.Д.* Очерки по стратиграфии каменноугольных отложений западного склона Южного Урала. II: Стратиграфия нижнекаменноугольных отложений р. Усойли. // Бюл. МОИП, отд. геол. – 1937. – Т. 15 (6). – С. 541–563.

Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – СПб., 2003. – Вып. 34. – 48 с.

Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – СПб., 2006. – Вып. 36. – 64 с.

Путеводитель экскурсии по карбону горной части Башкирии / З.А. Синицына, И.И. Синицын, О.Л. Эйнор, Д.Ф. Шамов / Под ред. А.Я. Виссарионовой, И.И. Синицына. – Уфа: Башкнигоиздат, 1972. – 66 с.

Путеводитель экскурсии по разрезам карбона Южного Урала (Башкирия) / Под ред. А.Я. Виссарионовой. – М.: Наука, 1975. – 183 с.

Путеводитель по Южному Уралу. Экскурсия 047. «Верхний палеозой Южного Урала»: 27-й Международный геологический конгресс / Под ред. О.Л. Эйнора. – М.: Наука, 1984. – 135 с.

Путеводитель геологической экскурсии по разрезам палеозоя и верхнего докембрия Западного склона Южного Урала и Приуралья / Под ред. В.Н. Пучкова. – Уфа, 1995. – 176 с.

Республика Башкортостан: Атлас. М. 1:100 000. – Уфа: Уралаэрогеодезия, 2010. – Т. 2: Юг республики. – 180 с.

*Седаева К.М., Рябинкина Н.Н., Кулешов В.Н., Валяева О.В.* Отражение Хангенбергского глобального геологического события рубежа девона и карбона в разрезах западного склона Приполярного (р. Кожим) и Южного (р. Сиказа) Урала // Литосфера. – 2010. – № 6. – С. 25–37.

*Синицына З.А.* Ранне- и средневизейские отложения западного борта Зиландского мегасинклинория // Докембрий и палеозой Южного Урала. – Уфа: БФАН СССР, 1986. – С. 64–69.

*Синицына З.А., Синицын И.И.* Стратиграфия нижнекаменноугольных отложений района р. Сиказы на западном склоне Южного Урала. // Стратиграфия и геология карбона Южного Урала и восточной окраины Русской платформы

/ Под ред Б.М. Юсупова и др. – Уфа: БФАН СССР, 1975. – С. 40–57.

Синицына З.А., Кулагина Е.И., Клименко Т.В. Визейский ярус западного склона Южного Урала // Биостратиграфия и нефтегазоносность палеозоя Башкирского Приуралья: Сб. науч. тр. БашНИПИнефть. – Уфа, 1997. – Вып. 93. – С. 21–31.

Смирнов Г.И., Смирнова Т.А. Материалы к палеогеографии Урала. Турнейский век. – Свердловск: Изд-во УФАН СССР, 1967. – 202 с.

Степанов Д.Л. Верхний палеозой Башкирской АССР (каменноугольные и артинские отложения). // – Л., 1941. – 98 с. – (Труды ВНИГРИ. Нов. сер.; Вып. 20).

Стратиграфические схемы Урала (докембрый, палеозой) / Межвед. Страт. Комитет России. / Под ред. Н.Я. Анцыгина и др. – Екатеринбург, 1993. – 151 л. схем.

Страхов Н.М. Доманиковая фауна Южного Урала. – М.: Изд-во АН СССР, 1939. – 122 с. – (Тр. ИГН АН СССР; Вып. 16. Геол. сер. № 6).

Султанаев А.А. Опорные разрезы турнейского яруса Южного Урала — Усуйли, Рязань, Зиган // Опорные разрезы и фауна турнейского яруса на Южном Урале. – Л., 1973. – С. 8–67. – (Тр. ВНИГРИ; Вып. 346).

Тагареева Р.Ч., Мизенс А.Г. Разрезы западного склона Южного Урала, перспективные для выбора точки регионального стратотипа нижней границы фаменского яруса // Литосфера. – 2015. – № 3. – С. 33–56.

Теодорович Г.И., Грозилова Л.П., Лебедева Н.С. Подразделения башкирского яруса Горной Башкирии по фауне фораминифер // Докл. АН СССР. – 1956. – Т. 3, № 2. – С. 1–3.

Типовые разрезы карбона России и потенциальные глобальные стратотипы. Южно-уральская сессия: Матер. Международ. полевого совещ. “The historical type sections, proposed and potential GSSP of the Carboniferous in Russia”, Уфа–Сибай, 13–18 авг. 2009 г. / Под ред. В.Н. Пучкова и др. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009. – 240 с.

Тихвинская Е.И. К стратиграфии и тектонике верхнего палеозоя по среднему течению р. Зиган // Материалы по геологии Башкирской АССР: Башкирская экспедиция АН СССР, 1928–1930 гг. – Л.: Изд-во АН СССР, 1932. – С. 149–166. – (Пр. Совета по изучению производ. сил. Сер. Башкирская; Вып. 1).

Тяжева А.П. Стратиграфия девонских отложений западного склона Южного Урала // Девонские отложения Башкирии. Стратиграфия. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – Ч. 1. – С. 5–130.

Унифицированные и корреляционные стратиграфические схемы Урала. – Л., 1968.

Унифицированные и корреляционные стратиграфические схемы Урала. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980. – 123 л. схем.

Черных В.В. Раннегжельские конодонты из группы *Streptognathodus simulator* Ellison (Разрез Усолка) // Труды Ин-та геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2009. – № 156. – С. 50–54.

Черных В.В. Конодонты гжельского яруса Урала. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012а. – 158 с.

Черных В.В. Корреляция гжельских и нижнепермских отложений Урала // Литосфера. – 2012б. – № 4. – С. 30–52.

Чернышев Ф.Н. Общая геологическая карта России. Лист 139: Описание центральной части Урала и западного его склона. – СПб., 1889. – 393 с. – (Тр. Геолкома; Т. 3, № 4).

Чернышева Н.Е. К стратиграфии нижнего карбона Макаровского района Южного Урала по фауне фораминифер // Бюлл. МОИП. Нов. сер. – 1940. – Т. 18, № 5–6. – С. 125–126.

Чибрикова Е.В. Растительные микрофоссилии Южного Урала и Приуралья. – М.: Наука, 1972. – 220 с.

Чибрикова Е.В. Стратиграфия девонских и более древних палеозойских отложений Южного Урала и Приуралья (по растительным микрофоссилиям). – М.: Наука, 1977. – 160 с.

Чувашов Б.И., Черных В.В. Разрез «Красноусольский» // Путеводитель геологических экскурсий по карбону Урала. Часть 1: Южноуральская экскурсия / Под ред. Б.И. Чувашова. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. – С. 18–33.

Чувашов Б.И., Мизенс Г.А., Дютина Г.В., Черных В.В. Опорные разрезы верхнего карбона и нижней перми центральной части Бельской впадины. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. – 56 с.

Чувашов Б.И., Дютина Г.В., Мизенс Г.А., Черных В.В. Опорные разрезы верхнего карбона и нижней Перми западного склона Урала и Приуралья. – Свердловск: УрО АН СССР, 1990. – 369 с.

Abramova A.N., Artyushkova O.V. The Frasnian – Famenian Boundary in the South Urals // Geological Quarterly. – 2004. – Vol. 48, No. 3. – P. 217–232.

Aleksandrov V.A. Upper Carboniferous sequence of the Mount Voskresenka // Field excursion guidebook for the Carboniferous sections of South Urals (Bashkiria) / A Ya. Vissarionova (ed.) – M.: Nauka, 1975. – P. 129–135.

Aleksandrov V.A. Einor O.L. The Upper Carboniferous sequence of the Voskresenka Mt. // Guidebook for the South Urals. Excursion 047 “Upper Paleozoic of Southern Urals”. 27 International Geological congress. / O.L. Einor (ed.). – M.: Nauka, 1984. – P. 109–113.

Artyushkova O.V., Maslov V.A., Pazukhin V.N., Kulagina E.I., Tagarieva R.Ch., Mizens L.I., Mizens A.G. Devonian and Lower Carboniferous type sections of the Western South Urals: Pre-Conference Field Excursion Guidebook. International Conference “Biostratigraphy, Paleogeography and Events in Devonian and Lower Carboniferous”, Ufa, Sterlitamak, Russia, July 20–25, 2011. – Ufa, 2011. – 92 p.

Aretz M. Report of the joint Devonian-Carboniferous boundary GSSP reappraisal task Group // News letter on Carboniferous Stratigraphy. – 2016. – Vol. 32. – P. 26–29.

Chernykh V.V. Usolka Section. Upper Carboniferous (Gzhelian) deposits // Southern Urals. Deep water successions of the Carboniferous and Permian: A Field Guidebook of XVIII International Congress on Carboniferous and Permian. Pre-Congress A3 Trip, August, 6–10, 2015. / D.K. Nurgaliев (ed.). – Kazan: Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan Press, 2015. – P. 56–72.

*Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I.* Paleontological characteristics of Late Pennsylvanian in Usolka Section // Carboniferous Type Sections in Russia and Potential Global Stratotypes. Southern Urals Session: Proceedings of the International Field Meeting. “The Historical Type Sections, Proposed and Potential GSSPs of the Carboniferous in Russia” Ufa – Sibai, August, 2009 / V.N. Puchkov et al. (ed.). Ufa: Design Polygraph Service, 2009. P. 64–68.

*Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Schmitz M., Snyder W.S.* Usolka Section (Southern Urals, Russia): a potential candidate for GSSP to define the base of the Gzhelian Stage in the Global Chronostratigraphic Scale // Geologija. – 2006a. – Vol. 49. – P. 205–217. – DOI: <https://doi.org/10.5474/geologija.2006.015>.

*Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Snyder W.S.* Potential candidate for GSSP to define base of Gzhelian Stage in Global Chronostratigraphic Scale: Usolka Section, Southern Urals, Russia // Newsletter on Carboniferous Stratigraphy. – 2006b. – Vol. 24. – P. 23.

*Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Henderson C.M., Shen S., Schmitz M.D., Sungatullina G.M., Sungatullin R.Kh., Barrick J.E., Shilovsky O.P.* Southern Urals. Deep water successions of the Carboniferous and Permian: A Field Guidebook of XVIII International Congress on Carboniferous and Permian. Pre-Congress A3 Trip, August, 6–10, 2015 / D.K. Nurgaliev (ed.). – Kazan: Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan Press, 2015. – 88 p.

*Davydov V.I., Schmitz M., Snyder W.S., Chernykh V.V., Chuvashov B.I.* Faunal assemblage and correlation of Kasimovian–Gzhelian transition at Usolka Section, Southern Urals, Russia (A Potential Candidate for GSSP to define base of Gzhelian Stage) // Micropaleontology. – 2008. – Vol. 5, No. 2. – P. 113–135.

*Furdui R.S.* The Moscovian Stagesequenunce along the Zilim River (Mount Uklykaya) // Field excursion guidebook for the Carboniferous sections of South Urals (Bashkiria) / A.Ya. Vissariopnova (ed.). – M.: Nauka, 1975. – P. 155–164.

*Furdui R.S., Einor O.L.* The Moscovian stage section along the Zilim River (Uklykaya Mt.) // Guidebook for the South Urals. Excursion 047 “Upper Paleozoic of Southern Urals”. 27 International Geological congress / O.L. Einor et al. (eds.) – M.: Nauka, 1984. – P. 127–135.

*Gatovsky Y.A.* Famennian–Tournaisian boundary on the western slope of the South Urals, Russia: new look / B. Mottequin et al. (eds.) // STRATA: IGCP596–SDS Symposium (Brussels, September 2015). – 2015. – Série 1, Vol. 16. – P. 51–52.

*Klimenko T.V.* Seleuk Section // Guidebook of excursion for the Paleozoic and Upper Precambrian sections of the Western slope of the Southern Urals and Preuralian regions / V.N. Puchkov (ed.). – Miass: Geotur, 1995. – P. 97–105.

*Kulagina E.I.* Evolution of the fusulinid *Depratina* in the Bashkirian–Moscovian interval // Palaeoworld. – 2009. – Vol. 18, Is. 2–3. – P. 94–101. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2009.04.003>.

*Kulagina E.I.* Taxonomic diversity of foraminifers of the Devonian–Carboniferous boundary interval in the South Urals // Bulletin of Geosciences. – 2013. – Vol. 88. – No. 2. – P. 265–282. – DOI: <https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1347>.

*Kulagina E.* Late Viséan foraminiferal sequence in the Sikaza section, Western slope of the South Urals // Kölner Forum Geol. Paläont., 23 (2019) Abstracts, 19th International Congress on the Carboniferous and Permian, Cologne, July 29–August 2. – 2019. – P. 185–186.

*Kulagina E.I., Sinitzyna Z.A.* Evolution of the Pseudostaffellidae in the Bashkirian stage (Middle Carboniferous) // Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia. – 2003. – Vol. 109. – No. 2. – P. 213–224.

*Kulagina E.L., Gibshman N.B., Pazukhin V.N.* Foraminiferal zonal standard for Lower Carboniferous of Russia and its correlation with conodont zonation // Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia. – 2003. – Vol. 109. – No. 2. – P. 173–185.

*Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Davydov V.I.* Pennsylvanian biostratigraphy of the Basu River section with emphasis on the Bashkirian–Moscovian transition // Carboniferous Type Sections in Russia and Potential Global Stratotypes. Southern Urals Session: Proceedings of the International Field Meeting “The historical type sections, proposed and potential GSSP of the Carboniferous in Russia”, Ufa – Sibai, 13–18 August, 2009 / V.N. Puchkov et al. (eds.). – Ufa: DesignPolygraphService, 2009. – P. 42–63.

*Paproth E., Feist R., Flajs G.* Decision on the Devonian–Carboniferous boundary stratotype // Episodes. – 1991. – Vol. 14. – No. 4. – P. 331–336. – DOI: <https://doi.org/10.18814/epiugs/1991/v14i4/004>.

*Remane J., Bassett M.G., Cowie J.W., Gohrbundt K.H., Lane H.R., Michelsen O., Wang N.* Revised Guidelines for the Establishment of Global Chronostratigraphic Standards by the International Commission on Stratigraphy (ICS) // Episodes, 1996. – Vol. 19. – No. 3. – P. 77–81. – DOI: <https://doi.org/10.18814/epiugs/1996/v19i3/007>.

*Sinitzyna Z.A.* The Lower Carboniferous sequence along the Sikaza River // Field excursion guidebook for the Carboniferous sections of south Urals (Bashkiria): VIII International congress on Carboniferous stratigraphy and geology, Moscow, 1975 / A.Ya. Vissarionova (ed.). – M.: Nauka, 1975. – P. 114–129.

*Sinitzyna Z.A., Sinitsyn I.I., Kochetkova N.M.* Lower Carboniferous sequence along the Sikaza River // Guidebook for the South Urals. Excursion 047 “Upper Paleozoic of Southern Urals”: 27 International Geological congress / O.L. Einor (ed.). – M.: Nauka, 1984. – P. 98–108.

*Sinitzyna Z.A., Pazukhin V.N., Kulagina E.I., Kochetkova N.M., Klimenko T.V., Abramova A.N., Kozlov V.I.* Sikaza section // Guidebook of excursion for the Paleozoic and Upper Precambrian sections of the Western slope of the Southern Urals and Preuralian regions / V.N. Puchkov (ed.). – Miass: Geotur, 1995. – P. 53–89.

*Sungatullina G.M., Davydov V.I.* New data on conodonts from the Kasimovian Stage of the Usolka Section, Southern Urals // Paleontological Journal. – 2015. – Vol. 49. – No. 10. – P. 1142–1149. – DOI: <https://doi.org/10.1134/s0031030115110106>.

*Sungatullina G.M., Davydov V.I., Sungatullin R.Kh., Barrick J.E., Shilovsky O.P.* Usolka section. Middle Pennsylvanian (Moskovian–Kasimovian) succession // Southern Urals. Deep water successions of the Carboniferous and Permian:

Pre-Congress A3 Trip, 6–10 August, 2015. A Field Guidebook of XVIII International Congress on Carboniferous and Permian / D.K. Nurgaliev (ed.). – Kazan: Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan Press, 2015. – P. 72–85.

*Tagarieva R.Ch.* Stratigraphic hiatuses at the Frasnian/Famennian boundary in South Ural's sections // The 6th International Siberian Early Career GeoScientists Conference: Proceedings of the Conference (9–23 June 2012, Novosibirsk, Russia). – Novosibirsk, 2012. – P. 189–190.

*Tagarieva R.Ch.* Famennian conodont zonation in the Barma and Makarovo deposits at the Kuk-Karauk-I section (South Urals) // International Field Symposium “The Devonian and Lower Carboniferous of northern Gondwana” in memory of Dr. Volker Ebbighausen, 22–29 March 2013: Abstracts book. – 2013. P. 120–122.

#### References:

*Abramova A.N.* Franskii yarus zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [The Frasnian Stage of the western slope of the South Urals] // Preprint Inst. Geol. USC RAS. Ufa, 1999. 54 p. (In Russian).

*Abramova A.N., Artyushkova O.V.* The Frasnian–Famennian Boundary in the South Urals // Geological Quarterly. 2004. Vol. 48. No. 3. P. 217–232.

*Aleksandrov V.A.* Upper Carboniferous sequence of the Mount Voskresenka // Field excursion guidebook for the Carboniferous sections of South Urals (Bashkiria). / A.Ya. Vis-sarionova (ed.). M.: Nauka, 1975. P. 129–135.

*Aleksandrov V.A. Einor O.L.* The Upper Carboniferous sequence of the Voskresenka Mt. // Guidebook for the South Urals. Excursion 047 “Upper Paleozoic of Southern Urals”: 27 International Geological congress. / O.L. Einor (ed.). M.: Nauka, 1984. P. 109–113.

*Alekseev A.S.* The International Stratigraphic Chart: state of the art // Russian Geology and Geophysics. 2015. Vol. 56, No. 4. C. 524–531. DOI: 10.1016/j.rgg.2015.03.004

*Alekseyev A.S., Goreva N.V., Kossovaya O.L., Isakova T.N.* K vozrastu rifovogo kompleksa gory Voskresenka (yuzhnaya Bashkiрия) [On the age of the reef complex of Voskresenka Mountain (southern Bashkiria)] // Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ufa: DizaynPoligrafServis, 2010. P. 35–38. (In Russian).

*Alksne A.E., Shamov D.F.* Verkhnekamennougol'nyye otlozheniya Bashkirii [Upper Carboniferous Deposits of Bashkiria] // Stratigrafiya i geologiya karbona Yuzhnogo Urala i vostochnoy okrainy Russkoy platform [Carboniferous Stratigraphy and Geology of the Southern Urals and the Eastern margin of the Russian Platform] / B.M. Yusupov et al. (eds.). Ufa: BFAN SSSR, 1975. P. 102–112. (In Russian).

*Aretz M.* Report of the joint Devonian–Carboniferous boundary GSSP reappraisal task Group // News letter on Carboniferous Stratigraphy. – 2016. – Vol. 32. – P. 26–29.

*Artyushkova O.V., Maslov V.A., Pazukhin V.N., Kulagina E.I., Tagarieva R.Ch., Mizens L.I., Mizens A.G.* Devonian and Lower Carboniferous type sections of the Western South Urals: Pre-Conference Field Excursion Guidebook. International Conference “Biostratigraphy, Paleogeography And Events In

Devonian And Lower Carboniferous”, Ufa, Sterlitamak, Russia, July 20–25, 2011. Ufa, 2011. 92 p.

Carboniferous Type Sections in Russia and Potential Global Stratotypes: Southern Urals Session // Proceedings of the International Field Meeting “The historical type sections, proposed and potential GSSP of the Carboniferous in Russia” / V.N. Puchkov et al. (eds.) (Ufa–Sibai, 13–18 August, 2009). Ufa: DesignPolygraphService, 2009. 240 p. (In Russian and English).

*Chernykh V.V.* Rannegzhel'skiye konodonty iz gruppy Streptognathodus simulator Ellison (Razrez Usolka) [Early Gzhel conodonts from the Streptognathodus simulator Ellison group (Usolka Section)] // Trudy Instituta geologii i geokhimii im. akademika A.N. Zavaritskogo. 2009. No. 156. P. 50–54. (In Russian).

*Chernykh V.V.* Konodonty gzhel'skogo yarusa Urala [Conodonts of the Gzhelian Stage of the Urals]. Yekaterinburg: RIO UrO RAN, 2012a. 158 p. (In Russian).

*Chernykh V.V.* Korrelyatsiya gzhel'skikh i nizhneperm-skikh otlozhenii Urala [The correlation of the Gzhelian and Lower Permian deposits of the Urals]. // Litosfera. 2012b. No. 4. P. 30–52. (In Russian).

*Chernykh V.V.* Usolka Section. Upper Carboniferous (Gzhelian) deposits // Southern Urals. Deep water successions of the Carboniferous and Permian. A Field Guidebook of XVIII International Congress on Carboniferous and Permian. Pre-Congress A3 Trip, August, 6–10, 2015 / D.K. Nurgaliev (ed.). Kazan: Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan Press, 2015. P. 56–72.

*Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I.* Paleontological characteristics of Late Pennsylvanian in Usolka Section // Carboniferous Type Sections in Russia and Potential Global Stratotypes. Southern Urals Session: Proceedings of the International Field Meeting. “The Historical Type Sections, Proposed and Potential GSSPs of the Carboniferous in Russia” Ufa–Sibai, August, 2009 / V.N. Puchkov et al. (eds.). Ufa: DesignPolygraphService, 2009. P. 64–68.

*Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Schmitz M., Snyder W.S.* Usolka Section (Southern Urals, Russia): a potential candidate for GSSP to define the base of the Gzhelian Stage in the Global Chronostratigraphic Scale // Geologija. 2006a. Vol. 49. P. 205–217. DOI: <https://doi.org/10.5474/geologija.2006.015>.

*Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Snyder W.S.* Potential candidate for GSSP to define base of Gzhelian Stage in Global Chronostratigraphic Scale: Usolka Section, Southern Urals, Russia // Newsletter on Carboniferous Stratigraphy. 2006b. Vol. 24. P. 23.

*Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Henderson C.M., Shen S., Schmitz M.D., Sungatullina G.M., Sungatullin R.Kh., Barrick J.E., Shilovsky O.P.* Southern Urals. Deep water successions of the Carboniferous and Permian: A Field Guidebook of XVIII International Congress on Carboniferous and Permian. Pre-Congress A3 Trip, August, 6–10, 2015 / D.K. Nurgaliev (ed.). Kazan: Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan Press, 2015. 88 p.

*Chernyshev F.N.* Obshchaya geologicheskaya karta Rossii. List 139. Opisanie tsentral'noi chasti Urala i zapadnogo sklona [Generalized geologic map of Russia. Sheet 139. Description

of the central part of the Urals and the western slope]. St. Petersburg, 1889. 393 p. (Trans. Geol. Com.; Vol. 3, No. 4). (In Russian).

*Chernysheva N.E.* K stratigrafiu nizhnego karbona Makarovskogo raiona Yuzhnogo Urala po faune foraminifer [On the Lower Carboniferous stratigraphy of the Makarovo location of the Southern Urals on the foraminifera]. // Bull MOIP. Nov. ser. 1940. Vol. 18. No. 5–6. P. 125–126. (In Russian).

*Chibrikova E.V.* Rastitel'nye mikrofossili Yuzhnogo Urala i Priural'ya [Plant microfossils of the Southern Urals and Cisurals]. M.: Nauka, 1972. 220 p. (In Russian).

*Chibrikova E.V.* Stratigrafiya devonskikh i bolee drevnikh paleozoyskikh otlozhenii Yuzhnogo Urala i Priural'ya (po rastitel'nym mikrofossiliyam) [Stratigraphy of the Devonian and Older Paleozoic Deposits of the South Urals and Pre-Uralian Region (by Plant Microfossils)]. M.: Nauka, 1977. 160 p. (In Russian).

*Chuvashov B.I., Chernykh V.V.* Razrez «Krasnousols'kiy» [The Krasnousolsky section] // Putevoditel' geologicheskikh ekskursii po karbonu Urala. Chast' 1: Yuzhnouralskaya ekskursiya [Guide to geological excursions of the Carboniferous of the Urals]. Part 1: South Ural excursion] / B.I. Chuvashov (ed.). Yekaterinburg: Institut geologii i geokhimii UrO RAN, 2002. P. 18–33. (In Russian).

*Chuvashov B.I., Mizens G.A., Dyupina G.V., Chernykh V.V.* Opornye razrezy verkhnego karbona i nizhnei permi tsentral'noi chasti Bel'skoi vpadiny [Key sections of the Upper Carboniferous and Lower Permian central part of the Belsk depression]. Sverdlovsk: UNTS AN SSSR, 1983. 56 p. (In Russian).

*Chuvashov B.I., Dyupina G.V., Mizens G.A., Chernykh V.V.* Opornye razrezy verkhnego karbona i nizhnei permi zapadnogo sklona Urala i Priural'ya [Key sections of the Upper Carboniferous and Lower Permian of the western slope of the Urals and Pre-Urals]. Sverdlovsk: UrO AN SSSR, 1990. 369 p. (In Russian).

*Davydov V.I., Schmitz M., Snyder W.S., Chernykh V.V., Chuvashov B.I.* Faunal assemblage and correlation of Kasimovian–Gzhelian transition at Usolka Section, Southern Urals, Russia (A Potential Candidate for GSSP to define base of Gzhelian Stage) // Micropaleontology. 2008. Vol. 5, No. 2. P. 113–135.

*Domrachev S.M.* Devon khrepta Karatau i prilegayushchikh raionov Yuzhnogo Urala [Devonian of the Karatau Ridge and adjacent regions of the South Urals] // Devon zapadnogo Priural'ya [The Devonian of the West Pre-Urals]. L.; M., 1952. P. 5–121. (In Russian). (Trudy VNIGRI. Nov. seriya; Vol. 61).

Field excursion guidebook for the Carboniferous sections of South Urals (Bashkiria) / A.Ya. Vissariopnova (ed.). M.: Nauka, 1975. 183 p. (In Russian and English).

*Furdui R.S.* The Moscovian Stage sequence along the Zilim River (Mount Uklykaya) // Field excursion guidebook for the Carboniferous sections of South Urals (Bashkiria) / A.Ya. Vissariopnova (ed.). M.: Nauka, 1975. P. 155–164.

*Furdui R.S., Einor O.L.* The Moscovian stage section along the Zilim River (Uklykaya Mt.) // Guidebook for the South Urals. Excursion 047 “Upper Paleozoic of Southern

Urals”: 27 International Geological congress / O.L. Einor et al. (eds.). M.: Nauka, 1984. P. 127–135.

*Gatovsky Y.A.* Famennian–Tournaisian boundary on the western slope of the South Urals, Russia: new look / B. Mottequin et al. (eds.) // STRATA: IGCP596-SDS Symposium (Brussels, September 2015). 2015. Série 1, Vol. 16. P. 51–52.

*Gorozhanina E.N., Gorozhanin V.M., Isakova T.N.* The Carbonate Massif of Voskresenka Mount in the Southern Pre-Urals: Age and Development of the Submerged Carbonate Platform // Stratigraphy and Geological Correlation. 2018. Vol. 26, No. 2. P. 139–156. DOI: 10.1134/S0869593818010045.

*Grozdilova L.P.* Foraminifery iz opornykh razrezov Turneyskogo yarusa Gornoy Bashkirii [Foraminifers from the key stratigraphic sections of the Tournaisian stage in the Mountain Bashkortostan] // Opornyye razrezy i fauna Turneyskogo yarusa Yuzhnogo Urala [Reference sections and fauna of the Tournaisian stage in the Southern Urals]. L.: VNIGRI, 1973. P. 68–101 (Tr. VNIGRI; Vol. 346). (In Russian).

Guidebook for the South Urals. Excursion 047. Upper Paleozoic of Southern Urals: 27 International Geological congress / O.L. Einor (ed.). M.: Nauka, 1984. 135 p. (In Russian and English).

Guidebook of excursion for the Palaeozoic and Upper Precambrian Sections of the Western Slope of the Southern Urals and Preuralian regions / V.N. Puchkov (ed.). Ufa, 1995. 156 p.

*Ivanova R.M.* Fuzulinidy i vodorosli srednego karbona Urala (zonal'naya stratigrafiya, paleobiogeografiya, paleontologiya) [Fusulinids and algae of the Middle Carboniferous of the Urals (zonal stratigraphy, paleogeography, paleontology)]. Yekaterinburg: UrO RAN, 2008. 142 p. (In Russian).

*Ivanushkin A.G., Bogoyavlenskaya O.V., Zenkova G.G., Breive, I.A., Kurik E.Yu.* Devonskie otlozheniya zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [Devonian deposits of the western slope of the Southern Urals] // Lithosphere. 2009. No. 1. P. 3–22. (In Russian).

*Kamaletdinov M.A., Kamaletdinov R.A., Kazantsev Yu.V.* Nekotoryye voprosy stroyeniya kamennougol'nykh otlozheniy yuzhnogo Priural'ya [Some questions of the structure of the Carboniferous in the Southern Urals] // Stratigrafiya i geologiya karbona Yuzhnogo Urala i Vostochnoy okrainy Russkoy platformy: Materialy k 8-mu Mezhdunarodnomu kongressu po stratigrafiyu i geologii karbona [Carboniferous Stratigraphy and geology of the South Urals and Eastern margin of the Russian Platform: Materials for the 8th International Congress on Stratigraphy and Geology of Carboniferous]. Ufa: AN SSSR, 1975. P. 129–135. (In Russian).

*Klimenko T.V.* Seleuk Section // Guidebook of excursion for the Paleozoic and Upper Precambrian sections of the Western slope of the Southern Urals and Preuralian regions. / V.N. Puchkov (ed.). Miass: Geotur, 1995. P. 97–105.

*Kocheikova N.M.* Stratigraficheskie kompleksy pozdnedenovskikh i rannekamennougol'nykh ostrakod v razreze “Sikaza” (Yuzhnyi Ural) [Stratigraphic complexes of the Late Devonian and Early Carboniferous ostracods in the “Sikaza” section (South Urals) // Stratigrafiya i geologiya karbona Yuzhnogo Urala i Vostochnoy okrainy Russkoy platformy [Carboniferous stratigraphy and geology of the South Urals and Eastern margin of the Russian Platform]. Ufa: AN SSSR, 1975. P. 58–81. (In Russian).

*Kochetkova N.M., Lutfullin Ya.L., Pazukhin V.N.* Skhema stratigrafi i korrelyatsii nizhnemennougol'nykh otlozhenii Yuzhnogo Urala. Seriya preprintov "Nauchnye rekomendatsii — narodnomu khozyaistvu" [Scheme of stratigraphy and correlation of the Lower Carboniferous deposits of the Southern Urals: A series of preprints "Scientific advice to the national economy"]. Ufa, 1981. 56 p. (In Russian).

*Kochetkova N.M., Reitlinger E.A., Pazukhin V.I.* Biostratigrafiya pogranichnykh otlozhenii devona i karbona zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [Biostratigraphy of the Devonian and Carboniferous boundary deposits of the western slope of the Southern Urals]: Preprint / AN SSSR. Dal'nevostochnyi nauch. tsentr. SVKNII. Magadan, 1980. 54 p. (Biostratigrafiya pogranichnykh otlozhenii devona i karbona). (In Russian).

*Kochetkova N.M., Reitlinger E.A., Pazukhin V.N.* Granitsa devona i karbona na Yuzhnom Urale [Devonian/Carboniferous boundary in the Southern Urals] // Granitsa devona i karbona na territorii SSSR [The border of the Devonian and Carboniferous in the USSR] / V.K. Golubtsov (ed.): Materialy k vsesoyuznomu soveshchaniyu, Minsk, Apr'el', 1986: Minsk: BelNIGRI, 1986. P. 173–176. (In Russian).

*Kochetkova N.M., Pazukhin V.N., Reitlinger Ye.A., Sinitzyna Z.A.* Opornye razrezy pogranichnykh otlozhenii devona i karbona Yuzhnogo Urala [Key stratigraphic sections of the Devonian/Carboniferous boundary deposits in the South Urals] Preprint / USSR Academy of Sciences. Far Eastern Scientific center. SWKNII. Magadan, 1985. 66 p. (Biostratigrafiya pogranichnykh otlozheniy Devona i Karbona; Vyp. 6.). (In Russian).

*Kochetkova N.M., Reitlinger Ye.A., Pazukhin V.N., Avkhimovich V.I.* Granitsa devona i Karbona na Yuzhnom Urale [The Devonian–Carboniferous boundary in the Southern Urals] // Granitsa Devona i Karbona na territorii SSSR [The Devonian /Carboniferous boundary at the territory of the USSR]. Minsk: Nauka i Tekhnika, 1988. P. 157–166. (in Russia).

*Kononova L.I., Lipina O.A.* Sootnoshenie zonal'nykh skhem verkhnego Famena i nizhnego Turne po foraminiferaam i konodontam na zapadnom sklonie Yuzhnogo Urala [The correlation of the Upper Famennian and Lower Tournaisian zonal schemes on foraminifera and conodonts in the Western slope of the South Urals]. // Voprosy mikropaleontologii. 1971. Vol. 14. P. 39–69. (In Russian).

*Konyushevskyi L.* Geologicheskiye issledovaniya v raione rudnikov Arkhangelskogo zavoda na Yuzhnom Urale [Geological investigations in the vicinity of the Arkhangelsk mines in the South Urals]. St. Petersburg, 1908. 113 p. (Trans. Geol. Com. New ser.; Vol. 30). (In Russian).

*Kotlyar G.V.* XVIII Mezhdunarodnyi kongress po kamenougol'noi i perm'skoi sistemam [XVIII International Congress on Carboniferous and Permian] // Postanovleniya Mezhdunarodstvennogo stratigraficheskogo komiteta i yego postoyannyykh komissiy. SPb: VSEGEI, 2016. Is. 44. P. 40–43. (In Russian).

*Krylova A.K.* Stratigrafiya nizhnemennougol'nykh otlozhenii raionov rek Sikazy i B. Sikashty [Stratigraphy of the Lower Carboniferous deposits at the Sikaza and Bolshaya Sikashta rivers sections] // Geologiya i geokhimiya. Doklady i stat'i: Sbornik 2(VIII). Leningrad, 1958. P. 120–147. (In Russian).

*Kulagina E.I.* Evolution of the fusulinid *Depratina* in the Bashkirian–Moscovian interval // Palaeoworld. 2009.

Vol. 18, Is. 2–3. P. 94–101. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2009.04.003>.

*Kulagina E.I.* Taxonomic diversity of foraminifers of the Devonian–Carboniferous boundary interval in the South Urals // Bulletin of Geosciences. 2013. Vol. 88, No. 2. P. 265–282. DOI: <https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1347>.

*Kulagina E.* Late Viséan foraminiferal sequence in the Sikaza section, Western slope of the South Urals // Kölner Forum Geol. Paläont., 23 (2019) Abstracts, 19th International Congress on the Carboniferous and Permian, Cologne, July 29–August 2, 2019. P. 185–186.

*Kulagina E.I., Klimenko T.V.* Kompleksy foraminifer verkhnevezyskogo pod'yarusa basseina reki Sikazy na zapadnom sklonie Yuzhnogo Urala [Complexes of the Upper Visean foraminifera of the Sikaza River Basin on the western slope of the Southern Urals] // Geologicheskiy sbornik № 11 / IG UNTS RAN. Ufa: DizainPoligrafServis, 2014. P. 48–57. (In Russian).

*Kulagina E.I., Sinitzyna Z.A.* Foraminiferovaya zonal'naya posledovatel'nost' v turneyskikh otlozheniyakh zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [Foraminiferous zonal sequence in Tournaisian deposits of the western slope of the Southern Urals] // Geologiya. Izvestiya otdeleniya nauk o Zemle i ekologii. Ufa: Izd-vo AN RB, 2000. No. 5. P. 88–99. (In Russian).

*Kulagina E.I., Sinitzyna Z.A.* Evolution of the Pseudostaffellidae in the Bashkirian stage (Middle Carboniferous) // Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia. 2003. Vol. 109, No. 2. P. 213–224.

*Kulagina E.I., Sungatullina G.M.* Geologicheskiye ob'ekty ekskursiy XVIII Mezhdunarodnogo Kongressa po karbonu i permi v Respublike Bashkortostan [Geological objects of excursions of the XVIII International Congress on Carbon and Perm in the Republic of Bashkortostan] // Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN. 2018. No. 1. P. 51–57. DOI: <https://doi.org/10.31040/2222-8349-2018-0-1-51-57>. (In Russian).

*Kulagina E.L., Gibshman N.B., Pazukhin V.N.* Foraminiferal zonal standard for Lower Carboniferous of Russia and its correlation with conodont zonation // Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia. 2003. Vol. 109, No. 2. P. 173–185.

*Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Davydov V.I.* Pennsylvanian biostratigraphy of the Basu River section with emphasis on the Bashkirian – Moscovian transition // Carboniferous Type Sections in Russia and Potential Global Stratotypes. Southern Urals Session: Proceedings of the International Field Meeting “The historical type sections, proposed and potential GSSP of the Carboniferous in Russia”, Ufa – Sibai, 13–18 August, 2009 / V.N. Puchkov et al. (eds.) Ufa: DesignPolygraphService, 2009. P. 42–63.

*Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Kochetova N.N., Nikolaeva S.V., Stepanova T.I., Kucheva N.A.* Stratigraficheskaya skhema kamennougol'noi sistemy Urala i Obshchaya stratigraficheskaya shkala Rossii: vzaimosvyaz' i obshchiye problemy [The stratigraphic scale of the Carboniferous in Urals and the General stratigraphic scale of Russia: interdependence and shared problems] // Obshchaya stratigraficheskaya shkala Rossii: costoyaniye i perspektivy obustroistva. Vserossiyskoye soveshchaniye, May 23–25, 2013, geologicheskii institute RAN, Moskva [Proceedings of the All-Russian meeting, May 23–25, 2013, GIN RAS, Moscow] / M.A. Fedonkin (ed.). M., 2013. P. 182–184 (In Russian).

*Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Kochetkova N.M., Sinityna Z.A., Kochetkova N.N.* Stratotipicheskie i opornye razrezy Bashkirskogo yarusa carbona Yuzhnogo Urala [The stratotype and key sections of the Bashkirian Stage (Carboniferous) in the Southern Urals]. Ufa: Gilem, 2001. 139 p. (In Russian).

*Kulagina E.I., Stepanova T.I., Zaytseva E.L., Gorozhanina E.N., Gibshman N.B., Ivanova R.M., Vevel Ya.A., Ponomareva G.Yu. and Filimonova T.V.* Atlas foraminifer i mikrofatsii verkhnedevonskikh i kamennougodnykh otlozhenii Severnoi Evrazii. Famenskii i turneiskii yarusy [Atlas of Upper Devonian and Lower Carboniferous foraminifers and microfacies of Northern Eurasia. Famennian and Tournaisian] [Ebook]. M.: PIN RAS, 2018. 220 p. <http://ig.ufaras.ru/publikatsii/monografii-stati/>. (In Russian).

*Maksimova S.V.* Ekologo-fatsial'nye osobennosti i usloviya obrazovaniya domanika [Ecological and facies features and a formation conditions of domanic]. M.: Nauka, 1970. 84 p.

*Markovskiy B.P.* Ocherk stratigrafi devonskikh otlozhenii zapadnogo sklona Srednego i Yuzhnogo Urala [Essay on the stratigraphy of the Devonian sediments of the western slope of the Middle and Southern Urals] // Mat-ly Vses. nauchno-issled. Geol. in-ta. Obshch. ser. Sb. No. 8. Leningrad: Gosgeolizdat, 1948. P. 22–28. (In Russian).

*Maslova A.P.* Kraeugol'nyi kamen' reki Ryauzyak [Foundation stone from Ryauzyak River] // Journal "Ufa". 2008. No. 9. [Ebook] <https://www.journal-ufa.ru/index.php?id=1290&num=82>. (In Russian).

*Nalivkin D.V.* O geologicheskem stroyenii Yuzhnogo Urala [On geological structure of the South Urals] // Zap. Gorn. Inst. [Proc. Mining Inst.]. 1926. Vol. 7. P. 71–95. (In Russian).

*Nalivkin D.V.* Paleozoi zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [The Paleozoic of the western slope of the South and Middle Urals] // Geologicheskaya karta Urala masshtaba 1:1,000,000: Ob'yasnitel'naya zapiska [Geological map, scale: 1:1,000,000: Explanatory note]. 1931. (In Russian).

*Nalivkin D.V.* Sterlitamakskoye perescheniye Yuzhnogo Urala [Sterlitamak crossing of the Southern Urals] // Mezhdunarod. geol. Kongress, XVII sessiya. Permskaya ekskursiya. Yuzhnyy marshrut [International Geological Congress XVII session. Permian Field Trip. South route]. Leningrad; Moscow: Gosgeolizdat, 1937. P. 93–116. (In Russian).

*Nalivkin D.V.* Turneyskiy yarus Sterlitamakskogo rayona [Tournaisian of the Sterlitamak region] // Paleontologiya i stratigrafiya [Paleontology and stratigraphy]. Leningrad: VSEGEI, 1945. Compilation 4. P. 11–23. (In Russian).

*Nalivkin D.V.* Granitsa Turneyskogo i Vizeiskogo yarusov na Urale i metodika yego ustanovleniya [The Tournaisian–Visean boundary in the Urals and the methodology for its establishment] // Paleontologiya i stratigrafiya [Paleontology and stratigraphy]. Leningrad: VSEGEI, 1948. Compilation 5. P. 87–103. (In Russian).

*Nalivkin D.V., Fotieva N.N.* Brakhiopody pogranichnykh otlozheniy turneyokogo i vizeyskogo yarusov zapadnogo sklona Urala [Brachiopods of the Tournaisian and Visean boundary of the western slope of the Urals]. M.: Nauka, 1973. 119 p. (In Russian).

*Paproth E., Feist R., Flajs G.* Decision on the Devonian–Carboniferous boundary stratotype // Episodes. 1991. Vol. 14,

No. 4. P. 331–336. DOI: <https://doi.org/10.18814/epiugs/1991/v14i4/004>.

*Pazukhin V.N.* Gumerovskii gorizont nizhnego karbona Urala i vostoka Russkoi platformy [The Gumerovo Horizon of the Lower Carboniferous in the Urals and eastern East European Platform] // Geobiosfernyye sobytiya i istoriya organicheskogo mira: Tezisy dokl. 54 sessii Paleontologicheskogo obshchestva pri RAN (7–11 Aprilya, Sankt-Peterburg) [Geobiosphere events and the history of the organic world]: Abstr. 54th session Paleont. Soc. RAS (April 7–11, 2008, St. Petersburg). St. Petersburg, 2008. P. 128–130. (In Russian).

*Pazukhin V.N., Kulagina E.I., Sedayeva K.M.* Granitsa devona–karbona na Zapadnom skлоне Yuzhnogo Urala [The Devonian/Carboniferous boundary on the western slope of the South Urals] // Carboniferous Type Sections in Russia and Potential Global Stratotypes. Southern Urals Session [Typical Carboniferous sections of Russia and potential global stratotypes. South Ural Session] / V.N. Puchkov et al. (eds.): Proceedings of the International Field Meeting "The historical type sections, proposed and potential GSSP of the Carboniferous in Russia". Ufa: DesignPolygraphService, 2009. P. 22–33. (In Russian).

*Petrenko A.A., Kiparisova L.D.* Ocherki po stratigrafi kamennougodnykh otlozhenii zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala. II Stratigrafiya nizhnekamennougodnykh otlozheniy r. Usuili. [Essays on stratigraphy of Carboniferous deposits of the western slope of the South Urals. II: Stratigraphy of the Lower Carboniferous deposits of the Usuili River] // Bul. MOIP, otd. geol. 1937. Vol. 15(6). P. 541–563. (In Russian).

*Postanovleniya Mezhdunarodnogo stratigraficheskogo komiteta i yego postoyannyykh komissiy* [Decisions of the Interagency Stratigraphic Committee and its standing commissions]. SPb., 2003. Vyp. 34. 48 p. (In Russian).

*Postanovleniya Mezhdunarodnogo stratigraficheskogo komiteta i yego postoyannyykh komissiy* [Decisions of the Interagency Stratigraphic Committee and its standing commissions] SPb., 2006. Vyp. 36. 64 p. (In Russian).

*Putevoditel' ekskursii po karbonu gornoj chasti Bashkiriei* [Guidebook of the excursion of the Carboniferous of the mountain Bashkiria] / Z.A. Sinityna, I.I. Sinitsyn, O.L. Eynor, D.F. Shamov / A.Ya. Vissarionova, I.I. Sinitsyn (eds.). Ufa: Bashknigoizdat, 1972. 66 p. (In Russian).

*Remane J., Bassett M.G., Cowie J.W., Gohrbundt K.H., Lane H.R., Michelsen O., Wang N.* Revised Guidelines for the Establishment of Global Chronostratigraphic Standards by the International Commission on Stratigraphy (ICS) // Episodes. 1996. Vol. 19, No. 3. P. 77–81. DOI: <https://doi.org/10.18814/epiugs/1996/v19i3/007>.

*Respublika Bashkortostan: Atlas* [Republic of Bashkortostan: Atlas]. M. 1:100 000. Ufa: Uralaerogeodesy, 2010. Vol. 2: South of the Republic. 180 p. (In Russian).

*Sedaeva K.M., Ryabinkina N.N., Kuleshov V.N., Valyaeva O.V.* Otrazhenie Khangenbergskogo global'nogo geologicheskogo sobytiya rubezha devona i karbona v razrezakh zapadnogo sklona Pripolyarnogo (r. Kozhim) i Yuzhnogo (r. Sikaza) Urala [The Hangenberg global geological event on the Devonian–Carboniferous boundary on the western slope of the Prepolar (Kozhim River) and Southern (Sikaza River) Urals] // Litosfera. 2010. No. 6. P. 25–37. (In Russian).

*Sinitsyna Z.A.* The Lower Carboniferous sequence along the Sikaza River // Field excursion guidebook for the Carboniferous sections of south Urals (Bashkiria): VIII International congress on Carboniferous stratigraphy and geology, Moscow, 1975 / A.Ya. Vissarionova (ed.). M.: Nauka, 1975. P. 114–129.

*Sinitsyna Z.A.* Ranne- i srednevizeiskiye otlozheniya zapadnogo borta Zilairskogo megasinklinoriya [Early and Middle Visean deposits of the western slope of the Zilair megasynclinorium] // Dokembriy i paleozoy Yuzhnogo Urala [Precambrian and Paleozoic of the Southern Urals]. Ufa: IG BFAN SSSR. 1986. P. 64–69. (In Russian).

*Sinitsyna Z.A., Sinitsyn I.I.* Stratigrafiya nizhnekamen-nougol'nykh otlozhenii raiona reki Sikazy na zapadnom sklonie Yuzhnogo Urala [Stratigraphy of the Lower Carboniferous deposits of the Sikaza River area on the Western slope of the Southern Urals] // Stratigrafiya i geologiya karbona Yuzhnogo Urala i Vostochnoy okrainy Russkoy platformy [Carboniferous stratigraphy and geology of the Southern Urals and the Eastern margins of the Russian Platform]. Ufa: BFAN SSSR, 1975. P. 40–57. (In Russian).

*Sinitsyna Z.A., Kulagina Ye.I., Klimenko T.V.* Vizeyskii yarus zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [The Visean stage of the Western slope of the South Urals] // Biostratigrafiya i nef-tegazonosnost' Paleozoya Bashkirskogo Priural'ya [Paleozoic biostratigraphy and oil and gas potential of the Bashkir Cis-Urals]: Sbornik nauchnykh trudov BashNIPIneft'. Ufa, 1997. Vol. 93. P. 21–31. (In Russian).

*Sinitsyna Z.A., Sinitsyn I.I., Kochetkova N.M.* Lower Carboniferous sequence along the Sikaza River // Guidebook for the South Urals. Excursion 047 "Upper Paleozoic of Southern Urals": 27 International Geological congress / O.L. Eenor (ed.). M.: Nauka, 1984. P. 98–108.

*Sinitsyna Z.A., Pazukhin V.N., Kulagina E.I., Kochetkova N.M., Klimenko T.V., Abramova A.N., Kozlov V.I.* Sikaza section // Guidebook of excursion for the Paleozoic and Upper Precambrian sections of the Western slope of the Southern Urals and Preuralian regions. / V.N. Puchkov (ed.). Miass: Geotur, 1995. P. 53–89.

*Smirnov G.I., Smirnova T.A.* Materialy k paleogeografiyi Urala. Turneyskii vek [Materials for the paleogeography of the Urals. Tournaisian age]. Sverdlovsk: Izd-vo UFAN SSSR, 1967. 202 p. (In Russian).

*Stepanov D.L.* Verkhniy paleozoy Bashkirskoy ASSR (kamennougl'nye i artinskie otlozheniya) [Upper Paleozoic of the Bashkiria ASSR (Carboniferous and Artinskian deposits)]. Leningrad, 1941. 98 p. (Trudy VNIGRI. Nov. Ser.; Vol. 20).

*Strakhov N.M.* Domanikovaya faziya Yuzhnogo Urala [Domanic facies of the South Urals]. M.: AN SSSR, 1939. 122 p. (Trudy In-ta geol. nauk AN SSSR. Vol. 16, geol. ser. No. 6). (In Russian).

Stratigraficheskie skhemy Urala [Stratigraphic charts of the Urals] / N.Y. Antsygin, B.A. Popov, B.I. Chuvashov (eds.) Ekaterinburg, 1993. (In Russian).

*Sultanayev A.A.* Opornye razrezy Turneiskogo yarusa Yuzhnogo Urala — Usuili, Ryauzyak, Zigan [Key stratigraphic sections of the Tournaisian in the Southern Urals — Usuili, Ryauzyak, Zigan] // Opornye razrezy i fauna Turneiskogo yarusa na Yuzhnym Urale [The Tournaisian key stratigraphic

sections and fauna in the Southern Urals]. Leningrad, 1973. P. 8–67. (Trudy VNIGRI; Vol. 346). (In Russian).

*Sungatullina G.M., Davydov V.I.* New data on conodonts from the Kasimovian Stage of the Usolka Section, Southern Ural Mountains // Paleont. J. 2015. Vol. 49. No. 10. P. 1142–1149. DOI: <https://doi.org/10.1134/s0031030115110106>.

*Sungatullina G.M., Davydov V.I., Sungatullin R.Kh., Barrick J.E., Shylovsy O.P.* Usolka section. Middle Pennsylvanian (Moskovian – Kasimovian) succession // Southern Urals. Deep water successions of the Carboniferous and Permian: Pre-Congress A3 Trip, 6–10 August, 2015. A Field Guidebook of XVIII International Congress on Carboniferous and Permian / D.K. Nurgaliyev (ed.). Kazan: Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan Press, 2015. P. 72–85.

*Tagarieva R.Ch.* Stratigraphic hiatuses at the Frasnian/Famennian boundary in South Ural's sections // The 6th International Siberian Early Career GeoScientists Conference: Proceedings of the Conference (9–23 June 2012, Novosibirsk, Russia). Novosibirsk, 2012. P. 189–190.

*Tagarieva R.Ch.* Famennian conodont zonation in the Barma and Makarovo deposits at the Kuk-Karauk-I section (South Urals) // International Field Symposium "The Devonian and Lower Carboniferous of northern Gondwana" in memory of Dr. Volker Ebbighausen, 22–29 March 2013: Abstracts book. 2013. P. 120–122.

*Tagarieva R.Ch., Mizens A.G.* Razrezy zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala, perspektivnye dlya vybora tochki regional'nogo stratotypa nizhnei granitsy famenskogo yarusa [Sections in the western slope of the south urals perspective for the choice of the famennian regional boundary stratotype point] // Lithosfera. 2015. No. 3. P. 33–56. (In Russian).

*Teodorovich G.I., Grozdilova L.P., Lebedeva N.S.* Podrazdeleniya bashkirskogo yarusa Gornoy Bashkirii po faune foraminifer [Subdivisions of the Bashkirian Stage of the Mountainous Bashkiria on foraminifers] // Dokl. AN SSSR. 1956. Vol. 3, No. 2. P. 1–3. (In Russian).

*Tikhvinskaya E.I.* K stratigrafi i tektonike verkhnego paleozoya po srednemu techeniyu r. Zigana [To stratigraphy and tectonics of the Upper Paleozoic along the middle course of the Zigan River] // Materialy po geologii Bashkirskoi ASSR: Bashkirskaya ekspediciya AN SSSR, 1928–1930 gg. [Materials on the geology of the Bashkir Autonomous Soviet Socialist Republic: Bashkir expedition of the USSR Academy of Sciences, 1928–1930]. Leningrad: AN SSSR, 1932. P. 149–166. (Trudy Soveta po izucheniyu proizvod. sil. Ser. Bashkirskaya; Vol. 1). (In Russian).

*Tyazheva A.P.* Stratigrafiya Devonskikh otlozheniy zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [The Stratigraphy of the Devonian deposits in the Western slope of the South Urals] // Devonskiye otlozheniya Bashkirii [The Devonian deposits of Bashkiria]. M.: Acad. Sc. USSR Publ. 1961. Pt. 1. P. 5–130. (In Russian).

Unifitsirovannye i korrelyatsionnye stratigraficheskie skhemy Urala [Unified and Correlative Stratigraphic schemes of the Urals]. Leningrad, 1968. (In Russian).

Unifitsirovannye i korrelyatsionnye stratigraficheskie skhemy Urala [Unified and Correlative Stratigraphic schemes of the Urals]. Sverdlovsk, 1980. 123 circuits. (In Russian).

*Сведения об авторах:*

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

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

**Клименко Тамара Васильевна**, Башкирский Государственный Университет, географический факультет, Уфа

**Тагариева Резеда Чулпановна**, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: trezeda88@mail.ru

*About the authors:*

**Kulagina Elena Ivanovna**, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia. E-mail: kulagina@ufars.ru

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

**Klimenko Tamara Vasilievna**, Bashkir State University, Faculty of Geography, Ufa, Russia

**Tagarieva Rezeda Chulpanovna**, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia. E-mail: trezeda88@mail.ru

УДК 551.736.1

DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-9>

## КОНОДОНТЫ И РАДИОЛЯРИИ ВЕРХНЕГО КАРБОНА РАЗРЕЗА «УСОЛКА» (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

© 2018 г. Г.М. Сунгатуллина, М.С. Афанасьева, Р.Х. Сунгатуллин

**Реферат.** В 2018 году разрез «Усолка», расположенный в Гафурийском районе Республики Башкортостан, получил статус эталона (GSSP — Global Stratotype Section and Point или «золотой гвоздь») нижней границы сакмарского яруса пермской системы Международной стратиграфической шкалы (МСШ). На разрезе в последнее время проводится также изучение границ касимовского и гжельского ярусов каменноугольной системы. Рассмотрены виды, маркирующие нижние границы ярусов верхнего карбона: *Swadelina subexcelsa* (Alekseev et Goreva) и *Streptognathodus simulator* Ellison. Впервые на границе касимовского и гжельского ярусов выделены экозоны по радиоляриям (*Haplodiacanthus circinatus*—*Albaillella protractosegmentata*, *Astroentactinia luxuria*—*Triactofenestrella nicolica* и *Entactinia austrouralica*—*Polyentactinia multifora*). Установлен высокий потенциал разреза как эталона границ ярусов верхнего карбона МСШ.

**Ключевые слова:** разрез «Усолка», каменноугольная система, касимовский ярус, гжельский ярус, конодонты, радиолярии, GSSP

## CONDONTS AND RADIOLARIANS OF THE UPPER CARBONIFEROUS OF THE “USOLKA” SECTION (SOUTHERN URALS)

© 2019 Г.М. Sungatullina, М.С. Afanasieva, Р.Х. Sungatullin

**Abstract.** In 2018, the Usolka section received the GSSP (Global Stratotype Section and Point) status of the lower boundary of the Sakmarian Stage of the Permian system of the International Stratigraphic Scale. This section is also the object for study of boundaries of Kasimovian and Gzhelian stages of the Carboniferous system. Species marking the lower boundaries of the Kasimovian and Gzhelian stages are considered: *Swadelina subexcelsa* (Alekseev et Goreva) and *Streptognathodus simulator* Ellison. For the first time, radiolarian ecozones (*Haplodiacanthus circinatus*—*Albaillella protractosegmentata*, *Astroentactinia luxuria*—*Triactofenestrella nicolica* and *Entactinia austrouralica*—*Polyentactinia multifora*) were distinguished at the Kasimovian and Gzhelian boundary. High potential of the section as a standard for stage boundaries of the Upper Carboniferous of International Stratigraphic scale is revealed.

**Key words:** “Usolka” section, Carboniferous, Kasimovian Stage, Gzhelian Stage, conodonts, radiolarians, GSSP

### Введение

Геологический разрез «Усолка», расположенный в Гафурийском районе Республики Башкортостан (рис. 1), в 2018 г. получил статус первого «золотого» гвоздя на территории России, став эталоном нижней границы сакмарского яруса пермской системы МСШ [Chernykh et al., 2016]. Разрез сложен терригенно-карбонатными породами в стратигра-

тическом диапазоне от московского яруса карбона до сакмарского яруса перми (включительно); не имеет перерывов в осадконакоплении [Чувашов и др., 1983; Чувашов, Черных, 2002]; содержит туфовые прослои с цирконами, по которым установлен абсолютный возраст отложений [Schmitz, Davydov, 2012]; породы богаты разнообразными фоссилиями (рис. 2): здесь встречаются как бентосные группы (кораллы, брахиоподы, гастроподы,

**Для цитирования:** Сунгатуллина Г.М., Афанасьева М.С., Сунгатуллин Р.Х. Конодонты и радиолярии верхнего карбона разреза «Усолка» (Южный Урал) // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 143–152. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-9>.

**For citation:** Sungatullina G. M., Afanasieva M. S., Sungatullin R. Kh. Condonts and radiolarian of the Upper Carboniferous of the “Usolka” section (Southern Urals) // Geologicheskii vestnik. 2019. No. 3. P. 143–152. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-9>.

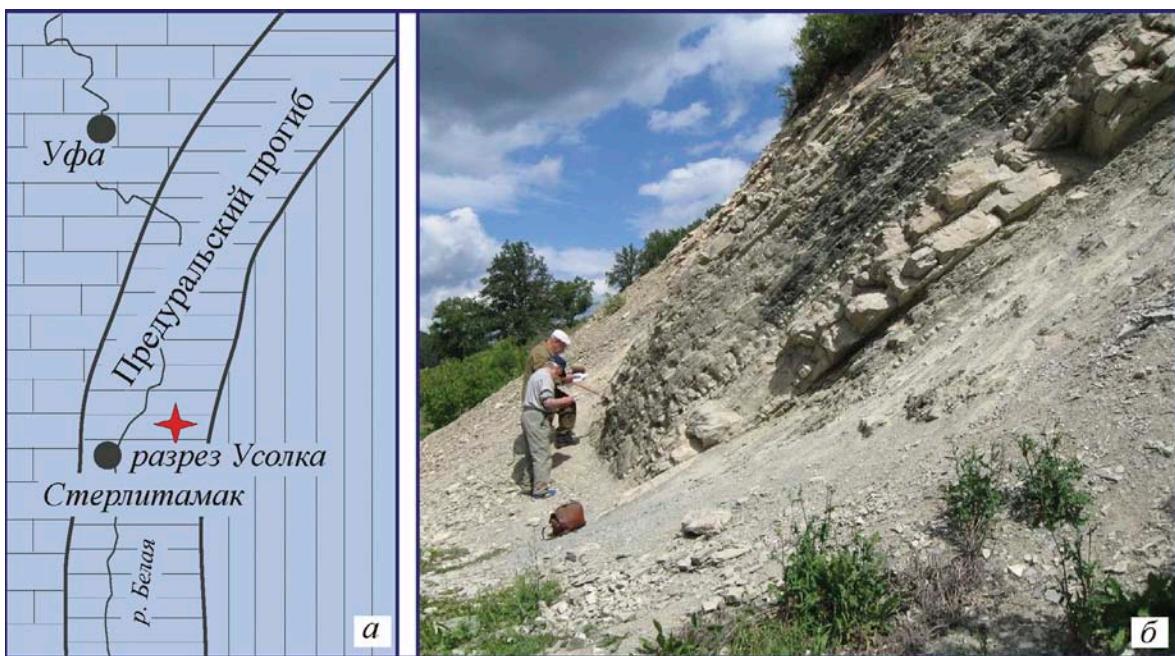


Рис. 1. Разрез «Усолка». а — местоположение, б — общий вид.

Fig. 1. “Usolka” Section. а — location, б — general view.

фораминиферы, морские лилии), так и обитатели пелагиали (рыбы, аммоноидеи, радиолярии, конодонты). Еще одним несомненным преимуществом разреза «Усолка» является его выгодное расположение в непосредственной близости от санатория «Красноусольск», что делает его в инфраструктурном отношении доступным для изучения и посещения туристами.

Первые страницы в истории изучения Усольского разреза были написаны около 40 лет назад сотрудниками Института геологии и геохимии УрО РАН Б.И. Чувашовым и В.В. Черных [Чувашов и др., 1983] (см. рис. 1 б). В течение длительного времени они занимались изучением отложений карбона и перми разреза, привлекая коллег из разных городов России и зарубежья [Черных, 2008; Chernykh et al., 2006; Davydov et al., 1999; Davydov, Wardlaw, 2005]. Работы Б.И. Чувашова и В.В. Черных принесли мировую славу Усольскому разрезу. В итоге их многолетний и нелегкий труд увенчался международным признанием: летом 2018 г. Международный союз геологических наук (IUGS) единогласно проголосовал за принятие GSSP сакмарского яруса в разрезе «Усолка» [Котляр, 2019].

Параллельно с изучением нижнепермских отложений, в разрезе «Усолка» проводится изучение и границ ярусов каменноугольной системы. То обстоятельство, что отложения карбона разреза «Усол-

ка» содержат большое количество конодонтов, дает возможность рассматривать его в качестве кандидата GSSP для гжельского [Chernykh et al., 2006] и, возможно, касимовского [Sungatullina, Davydov, 2015] ярусов карбона.

## Материал и методика

**Для изучения конодонтов в разрезе «Усолка» выполнен послойный отбор образцов весом до 15–20 кг. Известняки и доломиты обработаны по стандартной методике извлечения конодонтов растворением карбонатов в 10% уксусной кислоте. Глинистые породы замачивались в воде, отмывались от глинистых частиц, высушивались, просеивались, просматривались под бинокуляром. Совместно с конодонтами отбирались и другие группы фоссилий, обнаруженные в нерастворимом остатке (радиолярии, аммоноидеи, зубы и чешуя рыб). Описание разреза представлено в путеводителе геологической экскурсии [Chernykh et al., 2015].**

## Результаты и обсуждение

У каждого «золотого гвоздя» (GSSP) МСШ имеется свой биомаркер границы. В карбоне и перми их выбирают среди конодонтов, которые в разрезе «Усолка» встречаются по всему разрезу и обладают

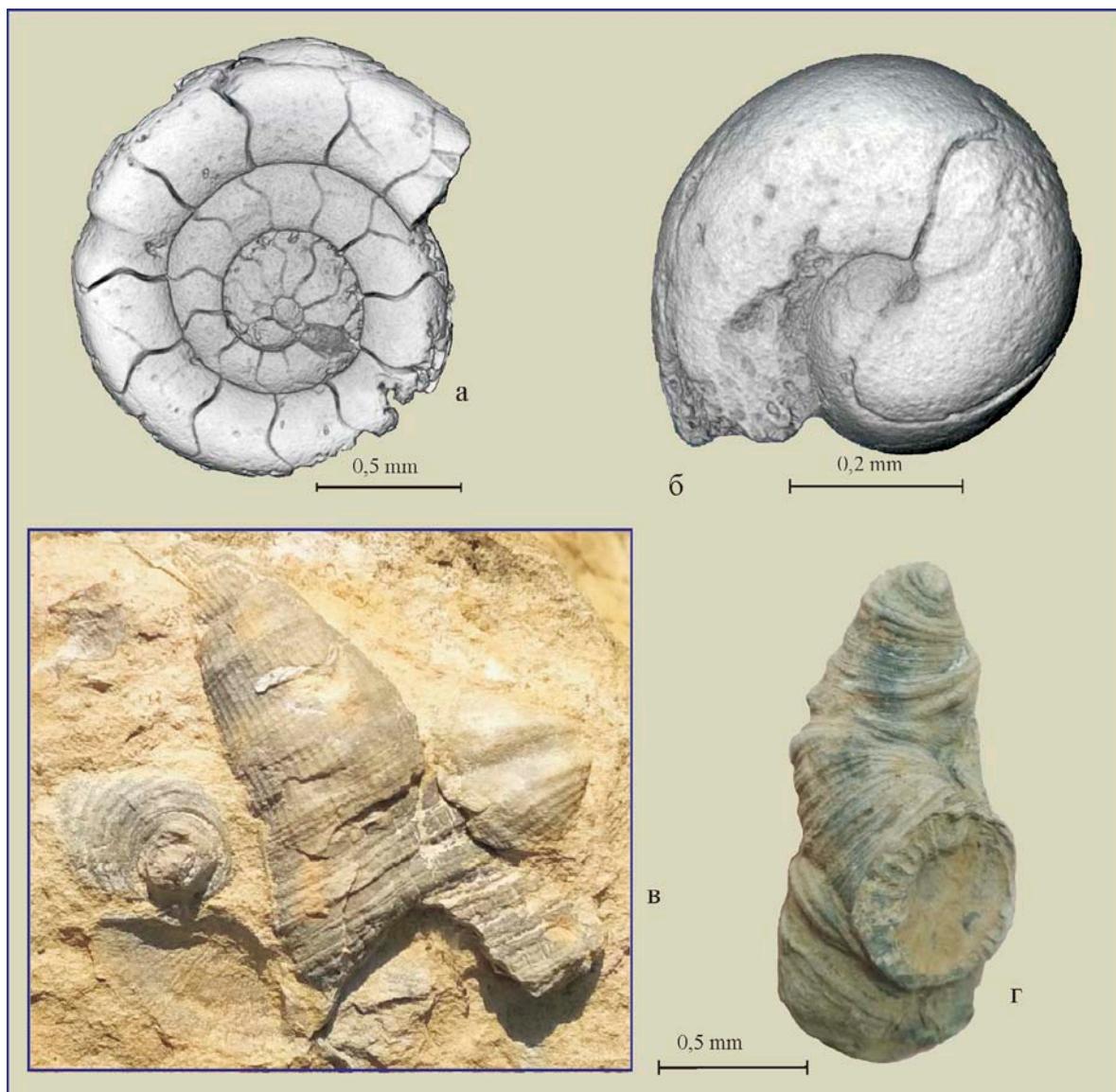


Рис. 2. Окаменелости разреза «Усолка»

а, б — аммоноидеи [Chernykh et al., 2015]; в — кораллы и брахиоподы; г — кораллы.

Fig. 2. Fossils of the “Usolka” section

а, б — ammonoidea [Chernykh et al., 2015]; в — corals and brachiopods; г — corals.

хорошой сохранностью. Именно по рубежам существенного изменения морфологии конодонтов и проводятся границы ярусов каменноугольной и пермской систем МСШ. Так, например, нижняя граница сакмарского яруса (GSSP) пермской системы МСШ устанавливается по первому появлению конодонтов *Mesogondolella monstra* Chernykh (рис. 3) [Chernykh et al., 2016], граница гжельского яруса — по виду *Streptognathodus simulator* Ellison (рис. 4) [Chernykh et al., 2006; Sungatullina et al., 2016], граница касимовского яруса — по виду *Swadelina subexcelsa*

(Alekseev et Goreva) (рис. 5) [Sungatullina, Davydov, 2015; Sungatullina et al., 2018]. Последний вид пока не имеет статуса международного маркера касимовской границы по ряду причин, одной из которых является эндемичность конодонтов в начале касимовского века во многих регионах [Алексеев, Горева, 2012]. В последнее время на разрезе «Усолка» возобновлены исследования границ ярусов каменноугольной системы [Sungatullina, Davydov, 2015; Sungatullina et al., 2018], начатые В.В. Черных в конце прошлого века.

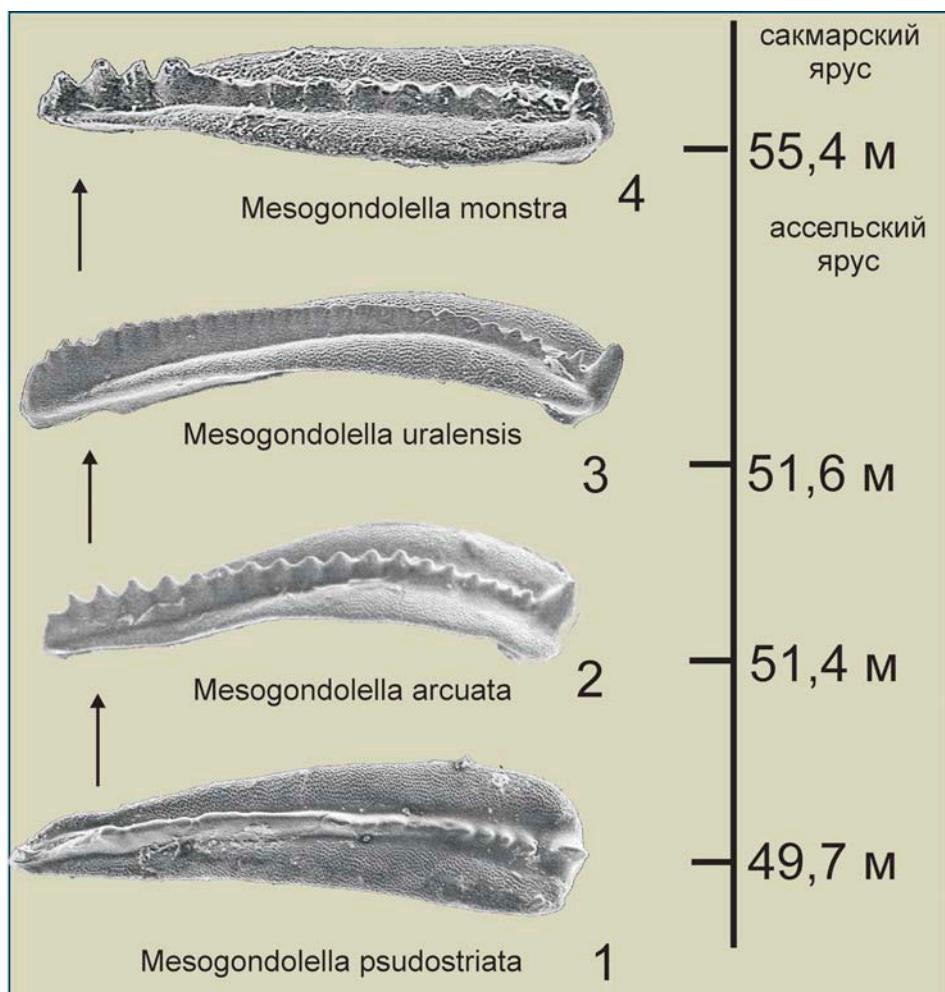


Рис. 3. Конодонты на границе ассельского и сакмарского ярусов перми [Chernykh et al., 2015]

Fig. 3. Conodonts on the Asselian/Sakmarian boundary [Chernykh et al., 2015]

### Нижняя граница касимовского яруса

В разрезе «Усолка» пограничный московско-касимовский интервал охарактеризован разнообразным, многочисленным и довольно близким комплексом конодонтов, существенным отличием которого является появление в начале касимовского века вида *Swadelina subexcelsa* (Alekseev et Goreva), несущего неглубокий желоб на платформе. Совместно с ним присутствуют многочисленные идиогнатодусы, подвергшиеся в различной степени процессу «желобообразования». Поэтому среди конодонтов-желобообладателей, вероятно, и нужно искать вид, определяющий основание касимова. Наиболее предпочтительным представляется *Swadelina subexcelsa* (Alekseev et Goreva), предком которого предлагаются *Idiognathodus podolskensis* Goreva (см. рис. 5). Вероятно, от него произошел вид *Swadelina*

*subexcelsa* (Alekseev et Goreva) путем углубления центрального понижения и разрыва ребер в центре платформы с образованием срединного желоба [Sungatullina, Davydov, 2015].

В конце касимовского века происходит обновление видового состава конодонтов, здесь впервые в каменноугольной истории начинает доминировать род *Streptognathodus*, представленный видами *S. crassus* Chernykh, *S. firmus* Kozitskaya, *S. gracilis* Stauffer and Plummer, *S. pawhuskaensis* Harris and Hollingsworth, *S. praenuntius* Chernykh, *S. zethus* Chernykh and Reshetkova. Также присутствуют *Idiognathodus excedus* Chernykh, *I. magnificus* Stauffer and Plummer, *I. toretzianus* Kozitskaya, *I. undatus* Chernykh.

В верхней части касимовского яруса впервые обнаружены радиолярии, отвечающие двум экозонам:

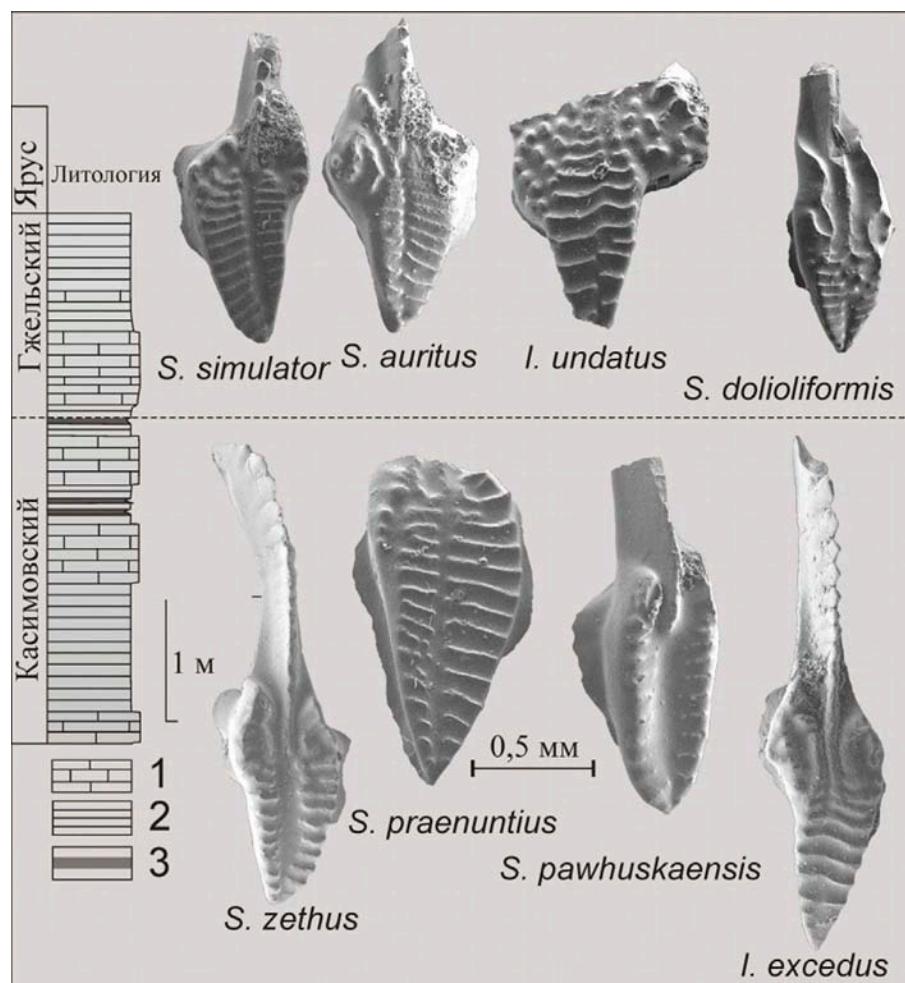


Рис. 4. Конодонты на границе касимовского и гжельского ярусов карбона

Fig. 4. Conodonts on the Kasimovian/Gzhelian boundary

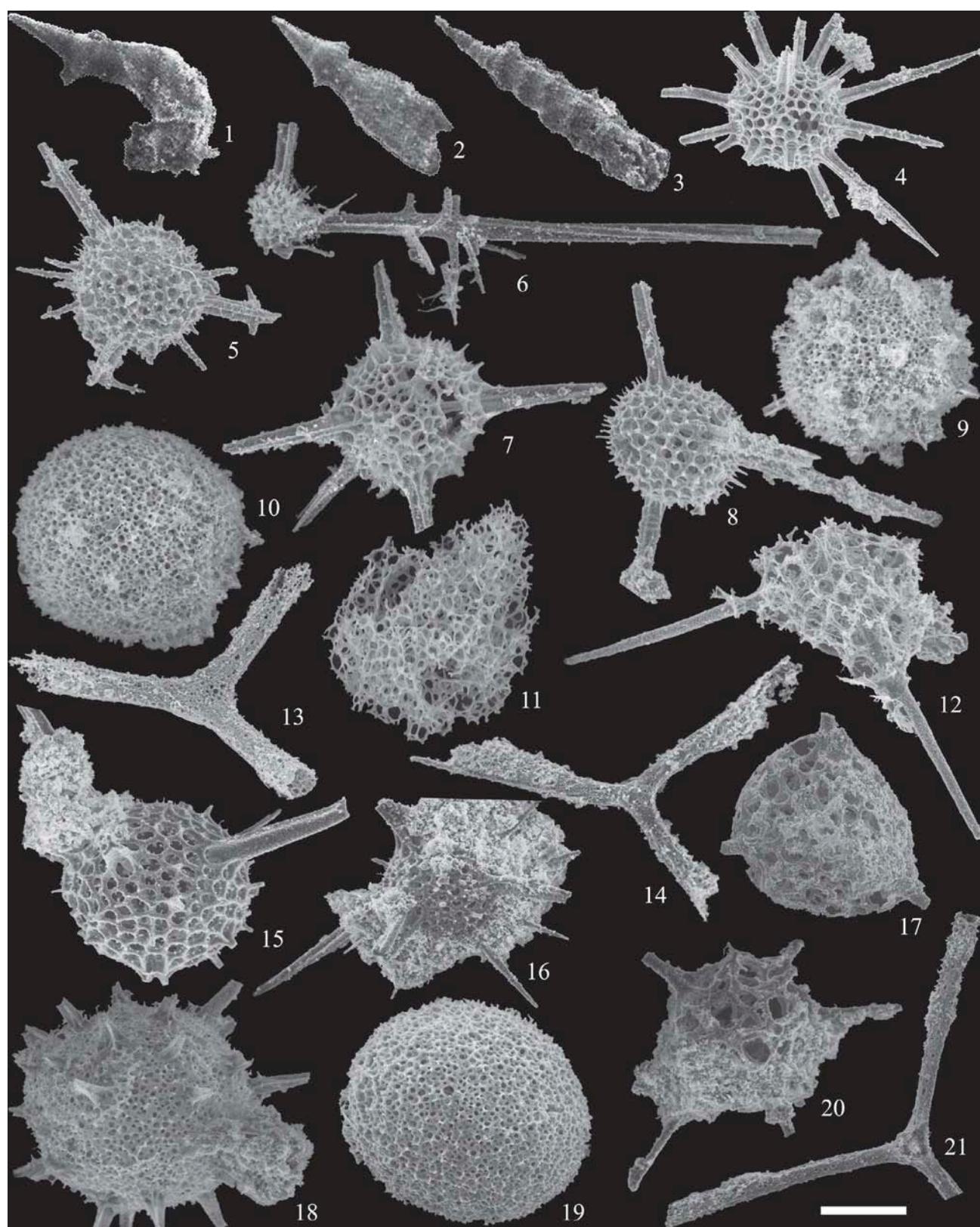
Экозона *Haplodiacanthus circinatus*–*Albaillella protractosegmentata*, включающая, наряду с зональными, вид *Parafolliciculus fusiformis* Holdsworth et Jones, 1980 (рис. 6, фиг. 1–3) [Афанасьева и др., 2002].

Новая экозона *Astroentactinia luxuria*–*Triactofenestrella nicolica*, охарактеризованная более разнообразным составом радиолярий: *Astroentactinia luxuria* Nazarov et Ormiston, 1985, *Apophysiacus sakmaraensis* (Kozur et Mostler, 1989), *A. pycnoclada* (Nazarov et Ormiston, 1985), *Entactinis* sp., *Bientactinosphaera inusitata* (Foreman, 1963), *Copicyntra acilaxa* Nazarov in Isakova

Рис. 5. Конодонты на границе московского и касимовского ярусов карбона

Fig. 5. Conodonts on the Moskovian/Kasimovian boundary





**Рис. 6. Радиолярии разреза «Усолка»**  
**Fig. 6. Radiolarians of the “Usolka” section**

et Nazarov, 1986, *C. fragilispinosa* Kozur et Mostler, 1989, *Latentifistula neotenica* Nazarov et Ormiston, 1985, *Somphoentactinia saecularis* Afanasieva et Amon, 2016, *Tetragregnon pyramidatum* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, *Triactofenestrella nicolica* Nazarov et Ormiston, 1984 (см. рис. 6, фиг. 4–14).

### Нижняя граница гжельского яруса

Выше по разрезу в основании гжельского яруса одновременно появляется группа коротко существующих конодонтов с асимметрично размещенной на платформе срединной бороздой: *Streptognathodus auritus* Chernykh, *S. gravis* Chernykh, *S. simulator* Ellison, *S. sinistrum* Chernykh. Также присутствуют *Idiognathodus toretzianus* Kozitskaya, *I. verus* Chernykh, *I. undatus* Chernykh, *Streptognathodus crassus* Chernykh, *S. dolioliformis* Chernykh, *S. gracilis* Stauffer et Plummer. Нижняя граница гжельского яруса маркируется видом *Streptognathodus simulator* Ellison [Chernykh et al., 2006].

В основании гжельского яруса обнаружены радиолярии *Copicyntra fragilispinosa* Kozur et Mostler, 1989, *Tetragregnon pyramidatum* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, *Entactinia spinifera* Amon, Braun et Chuvashov, 1990, *Entactinia austrouralica* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, *Copicyntra robustodentata* Kozur et Mostler, 1989, *Polyentactinia multifora*

Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, *Quadriremis* sp. (см. рис. 6, фиг. 15–21), позволяющие выделить новую экозону *Entactinia austrouralica*–*Polyentactinia multifora*.

### Заключение

Проведенное исследование показало, что московско-касимовский и касимовско-гжельский интервалы разреза «Усолка» характеризуются массовым развитием и разнообразием конодонтов. А первые находки радиолярий на касимовско-гжельской границе способствуют увеличению корреляционного потенциала разреза. Богатый и разнообразный состав окаменелостей, возможность установления абсолютного возраста, непрерывная морская седиментация делают обоснованными претензии Усольского разреза на роль эталона (GSSP) гжельского и, возможно, касимовского ярусов карбона.

В заключение необходимо отметить, что статус GSSP сакмарского яруса, полученный разрезом «Усолка», является большим достижением российской геологии. В настоящее время при активной поддержке руководства Республики Башкортостан, Гафурийского района и санатория «Красноусольск» ведутся работы по подготовке разреза к визиту членов Международной подкомиссии по пермской системе (рис. 7). Администрацией Гафурийского

**К рис. 6. Фиг. 1.** *Haplodiacanthus circinatus* Nazarov et Ormiston, 1985, экз. № 5508/361, штрих = 120 мкм. **Фиг. 2.** *Parafollicucullus fusiformis* Holdsworth et Jones, экз. № 5508/364, штрих = 120 мкм. **Фиг. 3.** *Albaillella protractosegmentata* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, экз. № 5508/363, штрих = 120 мкм. **Фиг. 4.** *Astroentactinia luxuria* Nazarov et Ormiston, 1985, экз. № 359-158-1, штрих = 114 мкм. **Фиг. 5.** *Apophysiacus sakmaraensis* (Kozur et Mostler, 1989), экз. № 256-158-6, штрих = 95 мкм. **Фиг. 6.** *Apophysiacus pycnoclada* (Nazarov et Ormiston, 1985), экз. № 176-158-14, штрих = 90 мкм. **Фиг. 7.** *Bientactinosphaera inusitata* (Foreman, 1963), экз. № 020-158-15, штрих = 130 мкм. **Фиг. 8.** *Entactinis* sp., экз. № 353-158-5, штрих = 79 мкм. **Фиг. 9.** *Copicyntra acilaxa* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, экз. № 201-158-17, штрих = 142 мкм. **Фиг. 10.** *Copicyntra fragilispinosa* Kozur et Mostler, 1989, экз. № 256-158-12, штрих = 129 мкм. **Фиг. 11.** *Somphoentactinia saecularis* Afanasieva et Amon, 2016, экз. № 278-158-13, штрих = 93 мкм. **Фиг. 12.** *Tetragregnon pyramidatum* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, экз. № 244-158-4, штрих = 129 мкм. **Фиг. 13.** *Triactofenestrella nicolica* Nazarov et Ormiston, 1984, экз. № 309-158-11, штрих = 131 мкм. **Фиг. 14.** *Latentifistula neotenica* Nazarov et Ormiston, 1990, экз. № 271-171-1, штрих = 74 мкм. **Фиг. 15.** *Entactinia spinifera* Amon, Braun et Chuvashov, 1990, экз. № 273-171-9, штрих = 84 мкм. **Фиг. 16.** *Entactinia austrouralica* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, экз. № 244-171-5, штрих = 128 мкм. **Фиг. 17.** *Tetragregnon pyramidatum* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, экз. № 255-171-2, штрих = 67 мкм. **Фиг. 18.** *Copicyntra robustodentata* Kozur et Mostler, 1989, экз. № 256-171-7, штрих = 66 мкм. **Фиг. 19.** *Copicyntra fragilispinosa* Kozur et Mostler, 1989, экз. № 360-171-4, штрих = 76 мкм. **Фиг. 20.** *Polyentactinia multifora* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, экз. № 360-171-4, штрих = 186 мкм.

**To fig. 6.** 1. *Haplodiacanthus circinatus* Nazarov et Ormiston, 1985, no. 5508/361, line = 120 µm. 2. *Parafollicucullus fusiformis* Holdsworth et Jones, no. 5508/364, line = 120 µm. 3. *Albaillella protractosegmentata* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, no. 5508/363, line = 120 µm. 4. *Astroentactinia luxuria* Nazarov et Ormiston, 1985, no. 359-158-1, line = 114 µm. 5. *Apophysiacus sakmaraensis* (Kozur et Mostler, 1989), no. 256-158-6, line = 95 µm. 6. *Apophysiacus pycnoclada* (Nazarov et Ormiston, 1985), no. 176-158-14, line = 90 µm. 7. *Bientactinosphaera inusitata* (Foreman, 1963), no. 020-158-15, line = 130 µm. 8. *Entactinis* sp., no. 353-158-5, line = 79 µm. 9. *Copicyntra acilaxa* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, no. 201-158-17, line = 142 µm. 10. *Copicyntra fragilispinosa* Kozur et Mostler, 1989, no. 256-158-12, line = 129 µm. 11. *Somphoentactinia saecularis* Afanasieva et Amon, 2016, no. 278-158-13, line = 93 µm. 12. *Tetragregnon pyramidatum* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, no. 244-158-4, line = 129 µm. 13. *Triactofenestrella nicolica* Nazarov et Ormiston, 1984, no. 309-158-11, line = 131 µm. 14. *Latentifistula neotenica* Nazarov et Ormiston, 1985, no. 247-158-16, line = 84 µm. 15. *Entactinia spinifera* Amon, Braun et Chuvashov, 1990, no. 271-171-1, line = 74 µm. 16. *Entactinia austrouralica* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, no. 273-171-9, line = 84 µm. 17. *Tetragregnon pyramidatum* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, no. 244-171-5, line = 128 µm. 18. *Copicyntra robustodentata* Kozur et Mostler, 1989, no. 255-171-2, line = 67 µm. 19. *Copicyntra fragilispinosa* Kozur et Mostler, 1989, no. 256-171-7, line = 66 µm. 20. *Polyentactinia multifora* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, no. 360-171-4, line = 76 µm. 21. *Quadriremis* sp., экз. № 250-171-6, line = 186 µm.



**Рис. 7. Общий вид разреза «Усолка» после расчистки. Фото С.С. Сухова**  
а — отложения верхнего карбона; б — отложения нижней перми.

**Fig. 7. General view of the “Usolka” section. Photo of S.S. Sukhov**  
а — Upper Carboniferous deposits; б — Lower Permian deposits.



района проведена масштабная дополнительная расчистка разреза «Усолка» на протяжении 150 м и установлен монумент с описанием статуса обнажения (рис. 8). Проведение работ по благоустройству территории стало возможным благодаря включению разреза «Усолка» в состав геопарка «Торатау» в качестве основного объекта международного значения. Подобная поддержка геологических исследований региональными и местными органами власти способствует повышению престижа российской геологии на международном уровне, а также дает новые возможности экономического роста регионам Республики Башкортостан за счет развития геотуризма, что можно успешно применять и в других регионах Российской Федерации.

**Рис. 8. Монумент, установленный на разрезе «Усолка». Фото Р.Р. Ахметова**

**Fig. 8. Monument, mounted on the “Usolka” section. Photo of R.R. Akhmetov**

*Работа выполнена за счет средств субсидий, выделенных Казанскому (Приволжскому) федеральному университету в рамках государственной поддержки в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров и для выполнения проектной части государственного задания в сфере научной деятельности.*

#### Список литературы:

Алексеев А.С., Горева Н.В. Конодонты пограничного интервала московского и касимовского ярусов (карбон) на Южном Урале // Труды XV Всероссийского микропалеонтологического совещания «Современная микропалеонтология». – Геленджик, 2012. – С. 189–193.

Афанасьева М.С., Амон Э.О., Чувашов Б.И. Радиолярии в биостратиграфии и палеогеографии карбона Прикаспия и Южного Предуралья // Литосфера. – 2002. – № 4. – С. 22–62.

Котляр Г.В. Глобальный стратотипический разрез и точка (ГСРТ) нижней границы сакмарского яруса приуральского отдела пермской системы (Южный Урал, Россия) // Региональная геология и металлогения. – 2019. – № 77. – С. 6–10.

Черных В.В. Определение ярусных границ Международной стратиграфической шкалы по конодонтам // Литосфера. – 2008. – № 1. – С. 3–17.

Чувашов Б.И., Черных В.В. Разрез «Красноусольский» // Путеводитель геологических экскурсий по карбону Урала. – Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2002. – Ч. 1: Южноуральская экскурсия. – С. 18–33.

Чувашов Б.И., Мизенс Г.А., Дютина Г.В., Черных В.В. Опорные разрезы верхнего карбона и нижней перми центральной части Бельской впадины. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. – 56 с.

Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Henderson C.M., Shen S., Schmitz M.D., Sungatullina G.M., Sungatullin R.Kh., Barrick J.E., Shilovsky O.P. Southern Urals. Deep water successions of the Carboniferous and Permian // A Field Guidebook of 18th International Congress on Carboniferous and Permian. Pre-Congress A3 Trip. – Kazan: Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan Press, 2015. – 88 p.

Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Schmitz M., Snyder W.S. Usolka section (Southern Urals, Russia): a potential candidate for GSSP to define the base of the Gzhelian Stage in the global chronostratigraphic scale // Geologija. – 2006. – No. 49. – P. 205–217.

Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Shen S.Z., Henderson C.M. Proposal for the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base-Sakmarian Stage (Lower Permian) // Permophiles. – 2016. – Vol. 63. – P. 4–18.

Davydov V.I., Wardlaw B.R. Progress on the Cisuralian (Lower Permian) timescale, Southern Urals, Russia // Permophiles. – 2005. – Vol. 45. – P. 9–11.

Davydov V.I., Leven E.Y., Chuvashov B.I. Fusulinid Biostratigraphy in Asselian – Sakmarian transition in stratotype area Southern Urals, Russia // Permophiles. – 1999. – Vol. 35. – P. 30–31.

Schmitz M.D., Davydov V.I. Quantitative radiometric and biostratigraphic calibration of the Pennsylvanian – Early Permian (Cisuralian) time scale and pan-Euramerican chronostratigraphic correlation // Geological Society of America Bulletin. – 2012. – Vol. 124. – P. 549–577.

Sungatullina G.M., Davydov V.I. New data on conodonts from the Kasimovian Stage of the Usolka section, southern Ural Mountains // Paleontological Journal. – 2015. – Vol. 49, Is. 10. – P. 1142–1149.

Sungatullina G.M., Davydov V.I., Barrick J.E., Sungatullin R.Kh. Conodonts of Kasimovian-Gzhelian transition, Usolka section, Southern Urals, Russia: New data // Newsletter on Carboniferous Stratigraphy. – 2016. – Vol. 32. – P. 54–57.

Sungatullina G., Sungatullin R., Shilovsky O., Statsenco E., Aysina R., Karimullina I. Kasimovian Conodonts and Ammonoids of the Usolka Section (Southern Urals) // A Proceedings Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting “Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources”. – Bologna: Filodiritto Publisher, 2018. – P. 230–238.

#### References:

Alekseev A.S., Goreva N.V. Conodonty pogranichnogo intervala moskovskogo i kasimovskogo yarusov (carbon) na Yuzhnom Urale [Conodonts of the Moscow/Kasimovian boundary interval (Carboniferous) of the South Urals] // Trudy XV Vserossiiskogo mikropaleontologicheskogo soveshchaniya “Sovremennaya micropaleontologiya”. Gelendzhik, 2012. P. 189–193. (In Russian with English abstract).

Afanasieva M.S., Amon E.O., Chuvashov B.I. Radiolarii v biosratigraphii i paleogeographii carbona Prikaspia i Yuzhnogo Predural'ya [Radiolarians in Carboniferous Stratigraphy and Paleobiogeography in Eastern Europe (Precaspian and Southern Cis-Urals)] // Lithosphere. 2002. No. 4. P. 22–62. (In Russian).

Chernykh V.V. Opredelenie yarusnykh granits Mezdunarodnoi stratigraficheskoi shkaly po conodontam [The determination of the stage boundaries of the International Stratigraphic Scale by conodonts] // Lithosphere. 2008. No. 1. P. 3–17. (In Russian).

Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Henderson C.M., Shen S., Schmitz M.D., Sungatullina G.M., Sungatullin R.Kh., Barrick J.E., Shilovsky O.P. Southern Urals. Deep water successions of the Carboniferous and Permian // A Field Guidebook of 18th International Congress on Carboniferous and Permian. Pre-Congress A3 Trip. Kazan: Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan Press, 2015. 88 p.

Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Schmitz M., Snyder W.S. Usolka section (Southern Urals, Russia): a potential candidate for GSSP to define the base of the Gzhelian Stage in the global chronostratigraphic scale // Geologija. 2006. No. 49. P. 205–217.

Chuvashov B.I., Chernykh V.V. Razrez “Krasnousolskii” // Putevoditel' geologicheskikh ekskursii po karbonu Urala. // Yekaterinburg, IGG UB RAS, 2002. Part 1: South Ural tour. P. 18–33. (In Russian).

Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Shen S.Z., Henderson C.M. Proposal for the Global Stratotype Section and Point (GSSP)

for the base-Sakmarian Stage (Lower Permian) // *Permophiles*. 2016. Vol. 63. P. 4–18.

*Chuvashov B.I., Mizens G.A., Dyupina G.V., Chernykh V.V.* Opornye razrezy verkhnego karbona i nizhnei permi tsentral'noi chasti Bel'skoi vpadiny [Key-sections of the Upper Carboniferous and Lower Permian central part of the Belsk depression]. Sverdlovsk: USC AS USSR, 1983. 56 p. (In Russian).

*Davydov V.I., Wardlaw B.R.* Progress on the Cisuralian (Lower Permian) timescale, Southern Urals, Russia // *Permophiles*. 2005. Vol. 45. P. 9–11.

*Davydov V.I., Leven E.Y., Chuvashov B.I.* Fusulinid Biostratigraphy in Asselian – Sakmarian transition in stratotype area Southern Urals, Russia // *Permophiles*. 1999. Vol. 35. P. 30–31.

*Kotlyar G.V.* Globalnyi stratotipicheskii razrez i tochka (GSSP) nizhnei granitsy sakmarskogo yarusa priural'skogo otdela permskoi sistemy (Yuzhnyi Ural, Rossia) [Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the lower boundary of the Sakmarian Stage of the Cisuralian, the Permian (South Urals, Russia)] // Regionalnaya geologiya i metallogeniya. 2019. No. 77. P. 6–10. (In Russian).

*Schmitz M.D., Davydov V.I.* Quantitative radiometric and biostratigraphic calibration of the Pennsylvanian – Early Permian (Cisuralian) time scale and pan-Euramerican chronostratigraphic correlation // *Geological Society of America Bulletin*. 2012. Vol. 124. P. 549–577.

*Sungatullina G.M., Davydov V.I.* New data on conodonts from the Kasimovian Stage of the Usolka section, southern Ural Mountains // *Paleontological Journal*. 2015. Vol. 49, Is. 10. P. 1142–1149.

*Sungatullina G.M., Davydov V.I., Barrick J.E., Sungatullin R.Kh.* Conodonts of Kasimovian-Gzhelian transition, Usolka section, Southern Urals, Russia: New data // *Newsletter on Carboniferous Stratigraphy*. 2016. Vol. 32. P. 54–57.

*Sungatullina G., Sungatullin R., Shilovsky O., Statsenco E., Aysina R., Karimullina I.* Kasimovian Conodonts and Ammonoids of the Usolka Section (Southern Urals) // A Proceedings Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting “Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources”. Bologna: Filodiritto Publisher, 2018. P. 230–238.

#### *Сведения об авторах:*

**Сунгатуллина Гузель Марсовна**, кандидат геол.-мин. наук, Казанский федеральный университет (КФУ), E-mail: Guzel.Sungatullina@kpfu.ru

**Афанасьева Марина Спартаковна**, доктор геол.-мин. наук, Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН (ПИН РАН), E-mail: afanasieva@paleo.ru

**Сунгатуллин Рафаэль Харисович**, доктор геол.-мин. наук, Казанский федеральный университет (КФУ), E-mail: Rafael.Sungatullin@kpfu.ru

#### *About the autors:*

**Sungatullina Guzal Marsovna**, candidate of geol.-miner. sciences, Kazan Federal University (KFU), E-mail: Guzel.Sungatullina@kpfu.ru

**Afanasieva Marina Spartakovna**, doctor of geol.-miner. sciences, Borissiak Institute of Paleontology, Russian Academy of Sciences (PIN PAS), E-mail: afanasieva@paleo.ru

**Sungatullin Rafael Kharisovich**, doctor of geol.-miner. sciences, Kazan Federal University (KFU), E-mail: Rafael.Sungatullin@kpfu.ru

УДК 551.263.23:736 (470.57)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Введение

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

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

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

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

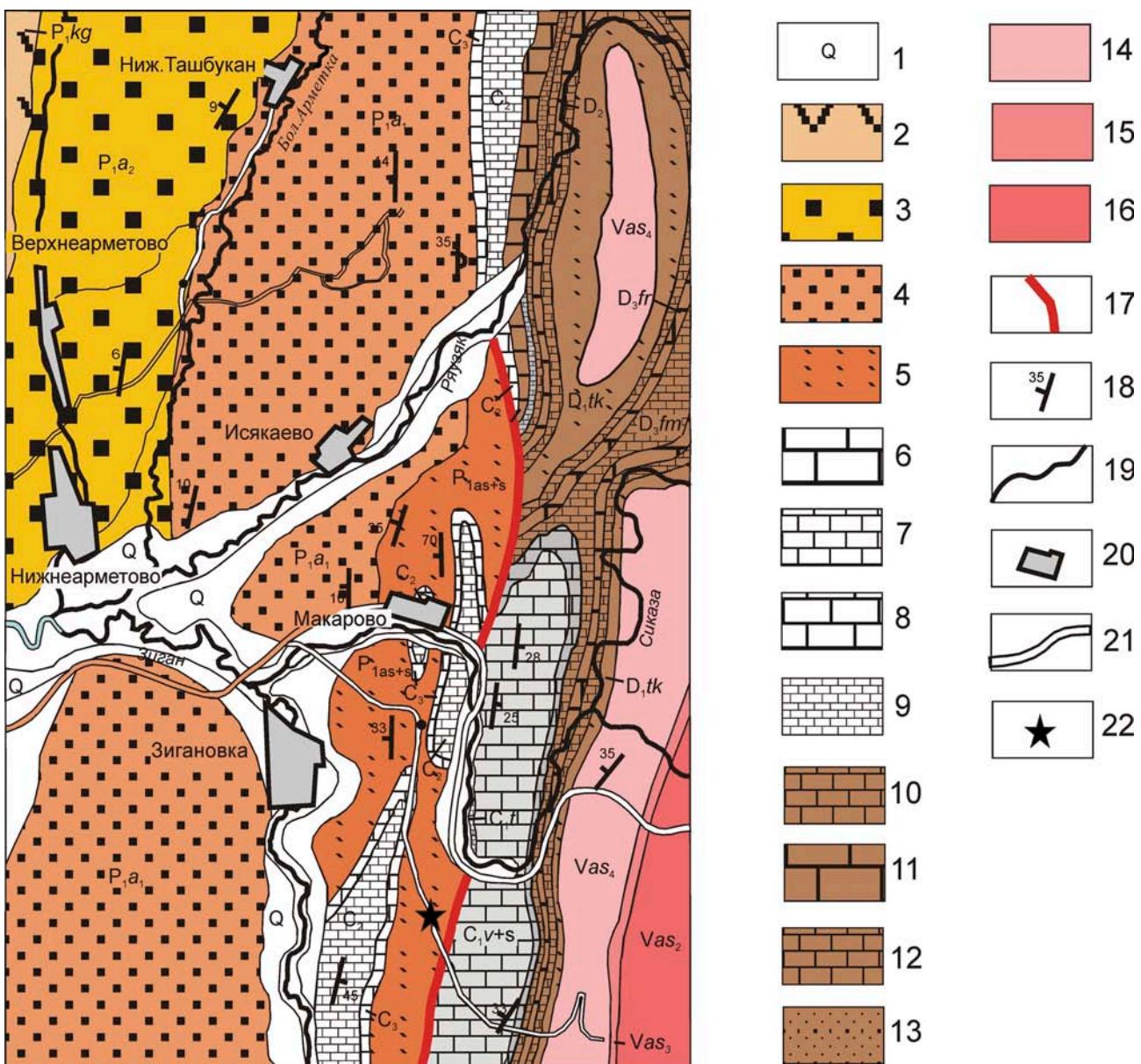


Рис. 1. Геологическое строение Ишимбайского Приуралья (фрагмент геологической карты N-40-XXI масштаба 1:200 000, И.И. Синицын, 1962 г.)

Условные обозначения: 1 — четвертичные отложения; 2—4 — нижняя пермь: 2 — кунгурский ярус ( $P_{1k}$ ), гипсонасочные осадки, 3—4 — артинский ярус ( $P_{1ar_1}$ ,  $P_{1ar_2}$ ), терригенные флишевые и молассовые осадки; 5 — ассельский и сакмарский ярусы ( $P_{1a+s}$ ), терригенно-карбонатные флишевые осадки; 6—9 — известняки верхнего ( $C_3$ ), среднего ( $C_2$ ) и нижнего ( $C_1t$ ,  $C_1v+s$ ) карбона; 10—12 — известняки верхнего ( $D_3fm$ ,  $D_3f$ ) и среднего ( $D_2$ ) девона; 13 — песчаники такатинского горизонта нижнего девона ( $D_1tk$ ); 14—16 — ашинская свита верхнего протерозоя ( $Vaš$ ); 17 — разломы; 18 — элементы залегания; 19 — реки; 20 — населенные пункты; 21 — дороги; 22 — точки наблюдений.

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

Legend: 1 — Quaternary deposits; 2—4 — Lower Permian: 2 — Kunguran ( $P_{1k}$ ), gypsum bearing sediments; 3—4 — Artinskian ( $P_{1ar_1}$ ,  $P_{1ar_2}$ ), terrigenous flysch and molasses sediments; 5 — Asselian and Sakmarian( $P_{1a+s}$ ) terrigenous-carbonate flysch sediments; 6—9 — limestone of the Upper ( $C_3$ ), Middle ( $C_2$ ) and Lower ( $C_1t$ ,  $C_1v+s$ ) Carboniferous; 10—12 — Upper ( $D_3fm$ ,  $D_3f$ ) and middle ( $D_2$ ) Devonian limestones; 13 — sandstones of the Takata horizon of the lower Devonian ( $D_1tk$ ); 14—16 — Asha Series of the Upper Proterozoic ( $Vaš$ ); 17 — faults; 18 — elements of strike; 19 — rivers; 20 — settlements; 21 — roads; 22 — observation point.

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

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

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

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

### Характеристика пород

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

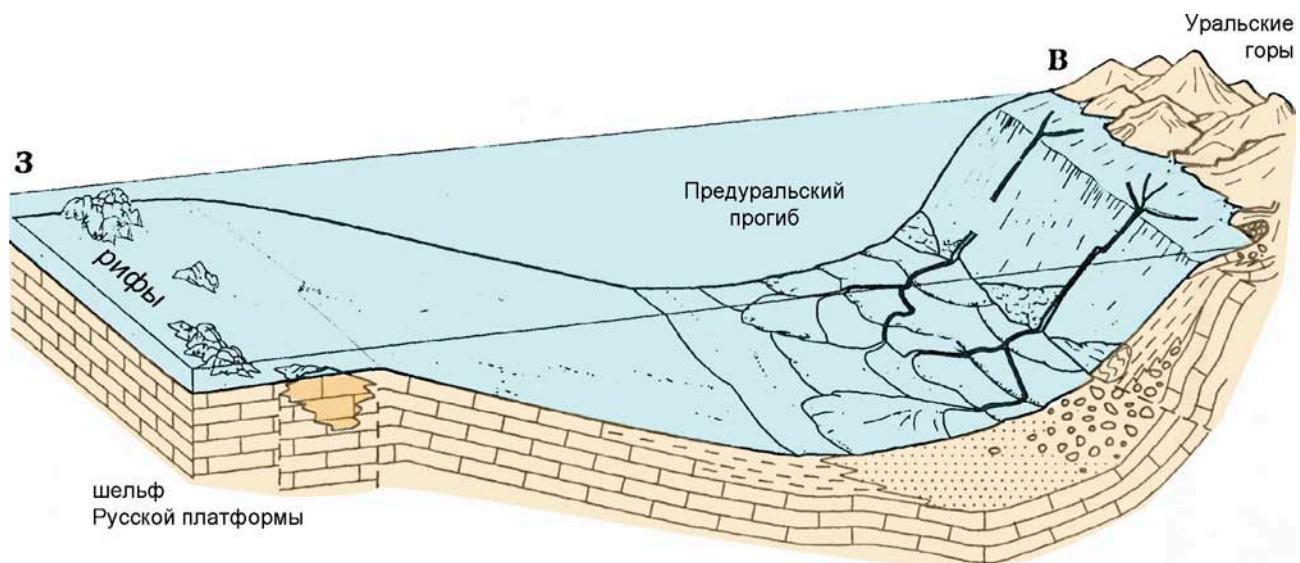


Рис. 2. Модель строения и типы осадков Предуральского краевого прогиба в раннепермское время [Мизенс, 1997]

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

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

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

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

### Описание обнажений

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

сложно, но, как показывает опыт изучения песчаных морено-глациальных отложений вендинского возраста [Горожанин, Канипова, 2017], вполне возможно.

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

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

## Заключение

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

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

#### Список литературы:

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

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

*Келлер Б.М. Флишевая формация палеозоя в Зилаирском синклиниории на Южном Урале и сходные с ней образования. – М.: Изд-во АН СССР, 1949.196 с.*

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

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

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

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

#### References:

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

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

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

*Keller B.M. Flishevaya formaciya paleozoya v Zilairskom sinklinorii na Juzhnym Urale i shodnye s nej obrazovaniya [Flysch formation of the Paleozoic in the Zilair synclinorium at the Southern Urals and similar education]. M.: AN SSSR Publ, 1974.196 p. (In Russian).*

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

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

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

#### Сведения об авторах:

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

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

#### About the authors:

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

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

УДК 551.736; 551.83; 552.54.(470.57)

DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-11>

## ГЕОПАРК «ТОРАТАУ»: ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ — ПЕРМСКИЕ КАРБОНАТНЫЕ МАССИВЫ ТРАТАУ, ШАХТАУ, КУШТАУ, ЮРАКТАУ

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

**Реферат.** Горы-одиночки Юрактау, Куштау, Шахтау, Тратая, расположенные на территории геопарка «Торатау» около г. Стерлитамак, сложены массивными органогенными известняками. Они представляют собой фрагменты гигантской ископаемой рифовой системы, которая формировалась 299–285 млн лет назад в течение ранней (приуральской) эпохи пермского периода.

**Ключевые слова:** карбонатный массив, пермь, памятник природы, тубифитесы, палеоаплизыны, фораминиферы, вторичная минерализация, тектоническая раздробленность, месторождения нефти

## GEOPARK “TORATAU”: NATURAL MONUMENTS — PERMIAN CARBONATE MASSIFS TRATAU, SHAKHTAU, KUSHTAU, YURAKTAU

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

**Abstract.** Single mountains Tratau, Shakhtau, Kushtau, Yuraktau located at the territory of “Toratau” Geopark near Sterlitamak town are composed of massive organogenic limestones. They represent fragments of huge paleo-reef system, which was formed 299–285 Ma in the Early (Preuralian) Permian epoch.

**Key words:** carbonate massif, Permian, natural monument, tubifites, Palaeoaplysina, foraminifera, secondary mineralization, tectonic fragmentation, oil pools

Горы-одиночки Юрактау, Куштау, Шахтау, Тратая, расположенные цепочкой вдоль правого берега р. Белой около г. Стерлитамак (рис. 1), сложены массивными органогенными известняками. Они представляют собой фрагменты гигантской ископаемой рифовой системы, которая формировалась 299–285 млн лет назад в течение ранней (приуральской) эпохи пермского периода (ассельский, сакмарский и начало раннеартинского века) (рис. 2). Зона нижнепермских барьерных рифов протягивается узкой полосой от Северного Прикаспия до Полярного Урала и, возможно, далее — до Шпицбергена и Западной Канады. На всем протяжении отложения погружены на различные глубины, перекрыты более молодыми осадками, и лишь в Башкирии — близ городов Стерлитамак

и Ишимбай, а также в Дуванском районе [Гареев, 2004] выведены на поверхность Земли в результате тектонических движений относительно недавно — в неогене, примерно 5 млн лет назад [Кулагина и др., 2015]. В Стерлитамакском районе их можно видеть в виде четырех отдельно стоящих гор куполовидной формы, которые на местном диалекте именуются «шиханами». Эти уникальные образования привлекают внимание геологов, начиная со времен первых научных экспедиций (П.С. Паллас, 1773; Р. Мурчинсон, 1841), и являются объектами многочисленных геологических экскурсий, в том числе Международных геологических конгрессов (1937, 1975 и 1984 гг.). Геологическая и палеонтологическая характеристика массивов дана в серии публикаций [Блохин, Карпенко, 1937;

**Для цитирования:** Горожанина Е. Н., Горожанин В. М. Геопарк «Торатау»: памятники природы — пермские карбонатные массивы Тратая, Шахтау, Куштау, Юрактау // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 161–170. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-11>.

**For citation:** Gorozhanina E.N., Gorozhanin V.M. Geopark “Toratau”: natural monuments — Permian carbonate massifs Tratau, Shakhtau, Kushtau, Yuraktau // Geologicheskii vestnik. 2019. No. 3. P. 161–170. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-11>.

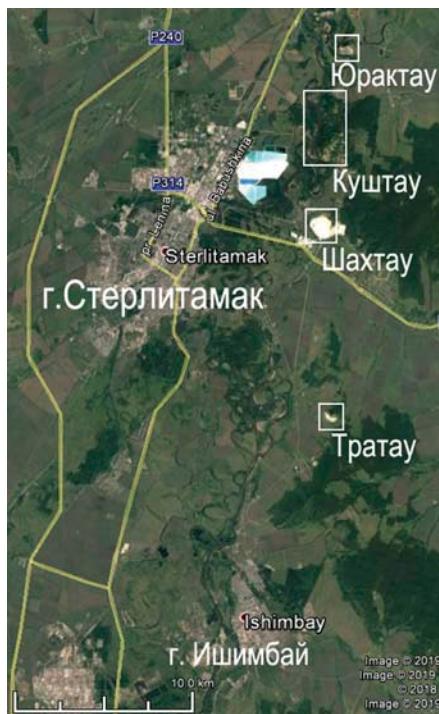


Рис. 1. Местоположение Стерлитамакских шиханов (Google Earth)  
Fig. 1. The location of Sterlitamak Shihans (Google Earth)

Микрюков, 1937; Сошкина и др., 1941; Шамов, 1957, 1984; Королюк, 1985; Королюк, Щекотова, 1989; Раузер-Черноусова, Королюк, 1991; Чувашов и др., 1996; Уникальные..., 2014; Кулагина и др., 2015].

Карбонатные массивы гор-одиночек образуют единый тектонический блок (Шиханская седловина), приподнятый над погруженными частями борта Предуральского прогиба к югу и к северу от него. Представления о его строении и генезисе до сих пор являются дискуссионными, несмотря на пробуренные скважины и сейсмические данные.

Наибольшая информация о массивах была получена во время нефтепоисковых работ под руководством А.А. Блохина, увенчавшаяся открытием Ишимбайского месторождения нефти в 1932 г. [Блохин, Карпенко, 1937]. Один из карбонатных массивов — гора Тратай, находится недалеко от г. Ишимбай — места, где была открыта первая нефть на территории Башкирии, как говорили в те времена — «Второго Баку». Нефть была обнаружена в карбонатном массиве

Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Индекс	Литология	Мощность, м	Характеристика пород
Пермская	Приуральский	Кунгурский		kg	V V V V V		Гипсоносная толща
					— — —	до 25	Мергели, кладохонусовые и криноидные известняки Мшанковые известняки
		Артинский		art <sub>2</sub>	— — —		
				art <sub>1</sub>	— — —		
		Сакмарский	Стерлитамакский	st <sub>2</sub>	— — — — — —	до 150	Палеоаплизиново-мшанковые биогермные и биокластовые известняки
				st <sub>1</sub>	— — — — — —		
			Тастубский	ts <sub>3</sub> ts <sub>2</sub> ts <sub>1</sub>	— — — — — —	100-150	Поликомпонентные биогермные и биокластовые известняки
		Ассельский	Шиханский	shk	— — — — — —	40-50	Тубифитес-мшанковые биогермные и биокластовые известняки
			Холодноложский	kh	— — — — — —	70	Слоистые известняки
Карбон	Верхний	Гжельский	Мелеховский	ml	— — — — — —	50-100	Известняки

Рис. 2. Стратиграфическая колонка нижнепермских отложений Стерлитамакских шиханов (по [Шамов, 1984; Королюк, 1985], с изменениями)

Fig. 2. Stratigraphic column of the Lower Permian deposits of Sterlitamak shihans (according to [Shamov, 1984; Korolyuk, 1985], with changes)

раннепермского возраста, залегающем на глубине 500 м.

В честь этого события в городе башкирских нефтяников открыт мемориал, посвященный скважине № 702 — первооткрывательнице (рис. 3). Он располагается в южной части города на крутом правом берегу р. Белой. В пермских и третичных отложениях берегового обрыва ранее можно было найти проявления битума и асфальтита, которые и послужили первыми поисковыми признаками нефти.

**Гора Тратай** — самая южная в Шиханском тектоническом блоке. Абсолютная высота 406 м, относительная 280 м. Гора имеет форму купола с крутым юго-западным и пологим северо-восточным склоном. В средней части склона наблюдается пласт известняков, смятый в небольшие фестончатые складки. Гора сложена светлыми биогермными известняками с многочисленными фаунистическими остатками: мшанками, брахиоподами, известковыми губками, наутилоидеями, водорослями и проблемными организмами бактериальной при-

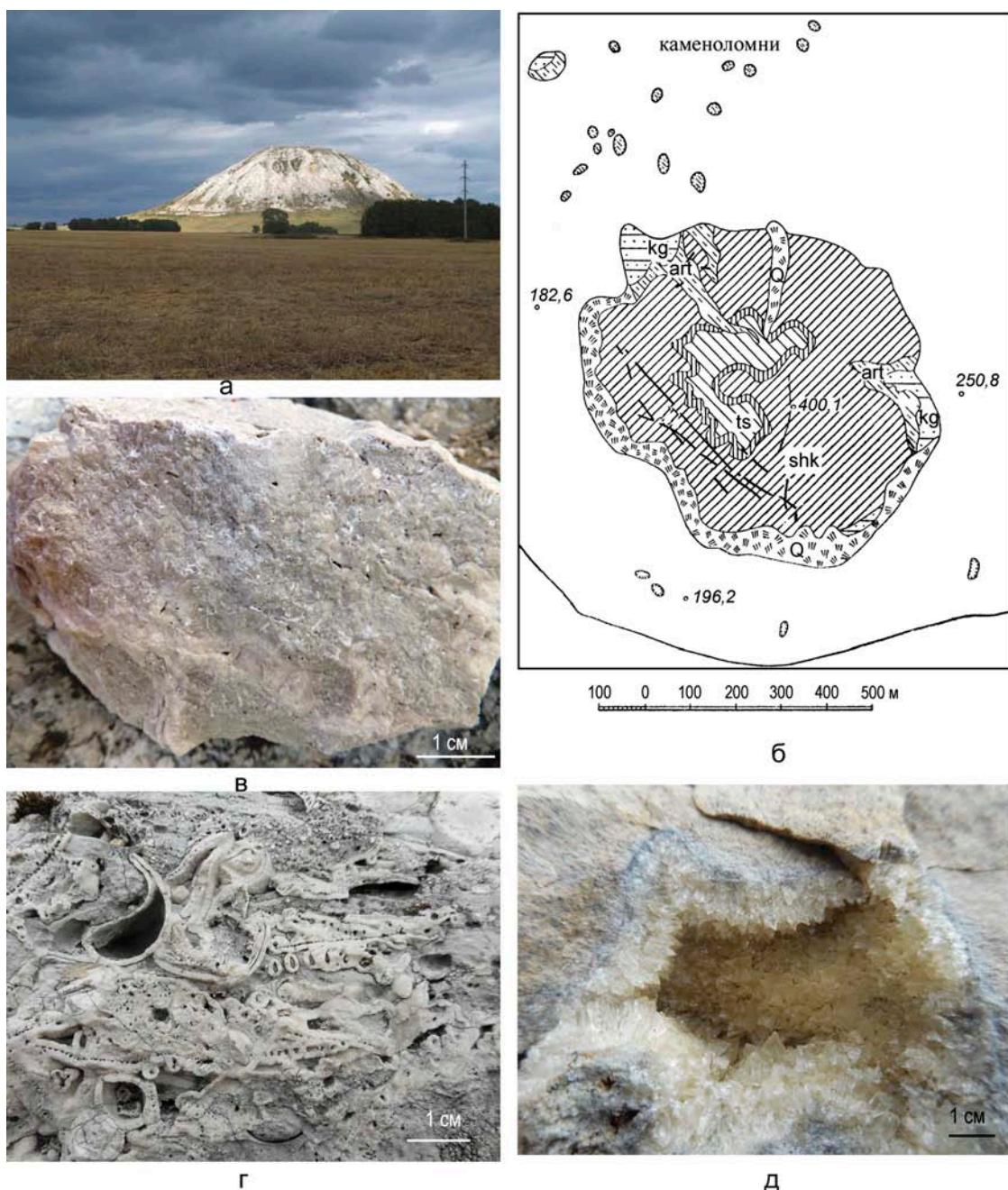
роды — тубифитесами (ранее считавшимися водорослями шамовеллами), представленными мелкими белыми вермишелеобразными трубочками обволакивающих организмов (рис. 4). Именно этими тубифитовыми известняками сложен шиханский горизонт верхней части ассельского яруса, стратотип которого описан здесь, на г. Тратай. Полости и трещины в перекристаллизованных известняках инкрустированы крупнокристаллическим друзовым кальцитом, а также содержат пленки деградированного битума.

**Карьер Шахтау** расположен на восточной окраине г. Стерлитамак на месте горы Шахтау (рис. 5). Первоначальное превышение ее над долиной р. Белой было около 200 м. Гора, сложенная чистыми биогермными известняками, пригодными для использования в химической промышленности, разрабатывается с 40-х годов прошлого века. Сейчас карьер принадлежит АО «Сырьевая компания», добывающей известняк для нужд ОАО «Сода». Известняки богаты разнообразной фауной. В процессе разработки массив Шахтау планомерно изучался



Рис. 3. Город Ишимбай. Мемориальный комплекс «Вышка-бабушка». Скважина № 702 — первооткрывательница нефти «Второго Баку»

Fig. 3. Ishimbay town. The memorial complex “The Oil rig — grandmother”. Well No. 702 — discoverer of “Second Baku” oil



**Рис. 4. Гора Тратай**

а — общий вид; б — геологическая карта г. Тратай (по М.Ф. Микрюкову [1937]): снизу вверх тубифитовые известняки шиханского (shk) горизонта ассельского яруса сменяются криноидными (маркирующий пласт около 20 м толщиной смят в мелкие складки), на вершине горы залегают органогенные известняки тастубского и стерлитамакского горизонтов (ts) сакмарского яруса с многочисленными мшанками, брахиоподами, фузулиниами, кораллами и обломками палеоаплизин; art — отложения артинского яруса; kg — гипсоносные осадки кунгурского яруса; Q — четвертичные осадки; в — тубифитовые известняки ассельского яруса на г. Тратай, г — мшанковые известняки; д — кrustификационные кристаллы кальцита в полостях выщелачивания.

**Fig. 4. Tratau Mountain**

а — general view; б — geological map of Tratau Mountain (after M.F. Mikrjukov [1937]): from bottom to top — tubiphitic limestone, Shikhanian (shk) horizon of the Asselian stage are replaced by crinoidal limestones (marking layer about 20 m thick crushed into small folds), at the top of the mountain it is overlain by organogenic limestones of the Tastubian and Sterlitamakian horizons (ts) of the Sakmarian stage with numerous bryozoans, brachiopods, fusulines, corals and fragments of palaeoaplysines; art — Artinskian deposits; kg — Kungurian gypsum, Q — Quaternary sediments; в — tubiphitic limestone of the Asselian stage on the Tratau mountain; г — bryozoan limestone; д — crustified calcite crystals in the leaching cavities.

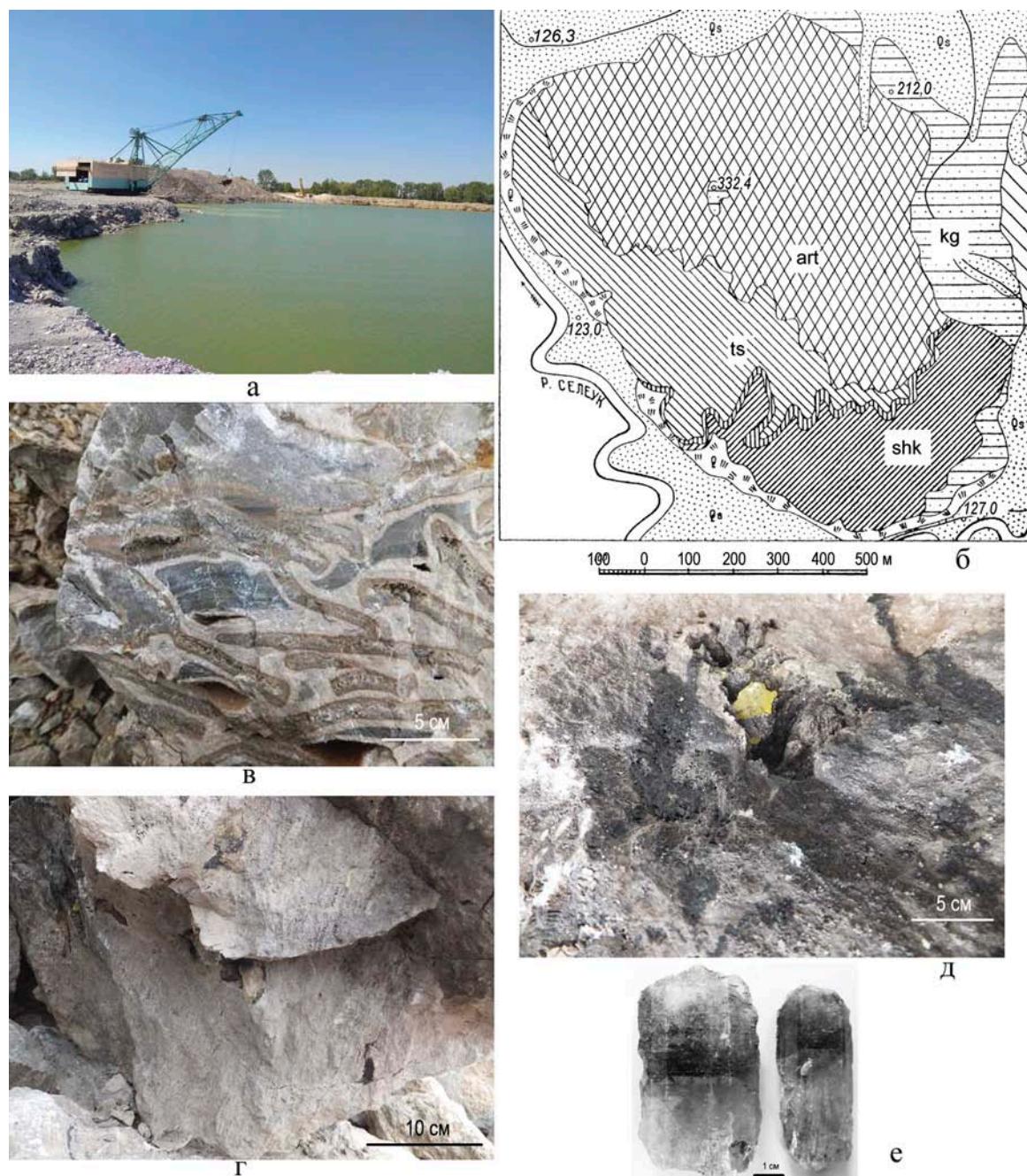


Рис. 5. Карьер Шахтау

а — общий вид; б — геологическая карта г. Шахтау (по М.Ф. Микрюкову [1937]): shk — известняки шиханского горизонта ассельского яруса, ts — известняки тастубского и стерлитамакского горизонтов сакмарского яруса, art — отложения артинского яруса, kg — гипсоносные осадки кунгурского яруса, Q — четвертичные осадки долины р. Селеук; в — палеоаплизыновый биогермный известняк; г — пористый коралл, перекристаллизованный с примазками черного битума и желтой серы по трещинам; д — битум (черное) и самородная сера (желтый кристалл) в карбонате; е — кристаллы зонального битумом-содержащего целестина из жил по тектоническим трещинам.

Fig. 5. Sakhtau Quarry

a — general view; б — geological map of Sakhtau Mount (after M.F. Mikrjukov [1937]): shk — limestones of the Shikhanian horizon, ts — limestones of the Tastubian and Sterlitamakian horizons of the Sakmarian stage, art — Artinskian stage deposits, kg — Kungurian gypsum bearing sediments, Q — Quaternary sediments of the Seleuk river valley; в — palaeoaplysine bioherm limestone; г — porous recrystallized coral with black bitumen and yellow sulfur crystal in cracks; д — bitumen (black) and native sulfur (yellow crystal) in the carbonate; е — crystals of zonal bitumen-containing celestine from veins along tectonic cracks.

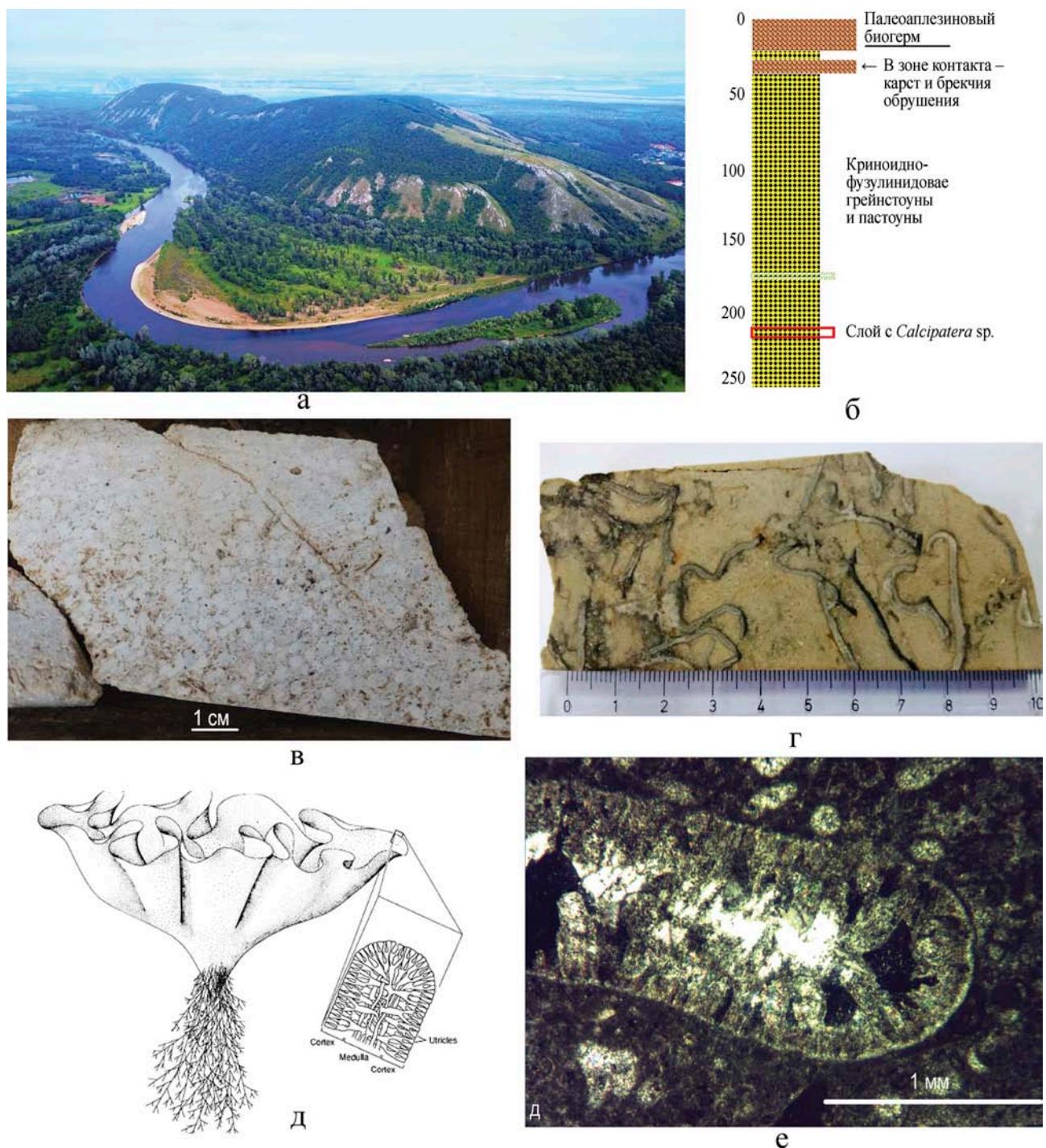
разными специалистами, что сделало его всемирно известным [Кулагина и др., 2015]. На Шахтау описано около 30 различных разновидностей известняков [Королюк, 1985]. По преобладанию типа фауны в органогенных известняках выделяют фаации: мшанковую, криноидную, водорослевую, гидроидную, фузулиновую [Блохин, Карпенко, 1937]. Приуроченность фаций к стратиграфическим горизонтам отмечена И.К. Королюк [1985]: в асельском ярусе распространена мшанково-тубифитовая фация, в сакмарском — мшанково-криноидная, гидроидная (палеоаплизиновая), криноидно-фузулиновая, в артинском — спикуловая с одиночными кораллами кладохонусами. В известняках наблюдается также вторичная минерализация в виде самородной серы, стяжений ангидрита, кристаллов целестина, крупно-кристаллического друзового кальцита, сульфидов, родохрозита и других минералов, образовавшихся в трещинах и кавернах при прохождении гидротермальных и метасоматических растворов, возможно, содержащих нефть и углеводородные флюиды.

**Музей камня им. Ивана Скуина.** Разработка карьера горы Шахтау обнажила богатый органический мир раннепермского моря. Он запечатлен в многочисленных и разнообразных палеонтологических остатках, которые можно увидеть в витринах музея. Окаменелые раковины ископаемых морских организмов, различные типы пород, разнообразные минералы — все это составляет основу музейной экспозиции в Музее камня, организованном при карьере Шахтау АО «Сыревая компания». Инициатором сбора коллекций и организации музея был участковый геолог И.А. Скуин. В настоящее время музей камня носит его имя [Кулагина и др., 2015].

**Карбонатный массив г. Куштау** возвышается в виде субмеридионального хребта с тремя вершинами (абс. высота 357 м, относительная 251 м), в отличие от других гор-одиночек, сильно залесен, поэтому детали его геологического строения до последнего времени оставалось неясными (рис. 6а). По представлениям геологов, изучавших район в 1942 г. (данные И.В. Хворовой), этот массив имеет вид асимметричной складки с крутым западным крылом и пологим восточным. В 2017 г. АО «Сыревая компания» выполнила на этом массиве поисково-оценочные работы на известняк, пробурив более десятка разведочных скважин. Разрезы этих скважин показывают, что гора Куштау сложена фузулинидовыми, мшанковыми и палеоаплизиновыми известняками сакмарского яруса. Разрез одной из них (№ 21), пробуренной в центральной части

массива, представлен на рисунке (рис. 6 б, в). В керне были найдены реликты водоросли кальциптера (*Calcipatera sp.*), обнаруженной ранее только в нижнепермских известняках Приразломного поднятия — продолжения Ваандзей-Адзвинской зоны в Печорском море [Горожанин, Горожанина, 2018]. Это крупная, макроскопически хорошо различимая филлоидная водоросль достигает 10–20 см в длину (рис. 6г–е) при толщине листа 1–2 мм. Присутствие ее указывает на существование карбонатного шельфа значительной протяженности. Данные бурения дают возможность проследить характер осадконакопления снизу вверх по разрезу.

**Карбонатный массив г. Юрактау** расположен на северном окончании Шиханского тектонического блока. Высота горы над долиной р. Белой — около 216 м, размер 1000×850 м [Уникальные..., 2014]. На горе Юрактау наиболее ярко проявлено тектоническое строение массива (рис. 7). Отчетливо различима антиклинальная структура массива, связанная с разломной зоной, находящейся в его юго-западной части. Складки более мелкого размера, амплитудой в несколько метров, резко асимметричные, можно видеть непосредственно у подножья горы Юрактау. По данным Б.И. Чувашова, слои, сложенные органогенно-обломочными известняками, в верхней части чередуются со слоями темно-серых микривальных известняков, содержащими конодонты и радиолярии артинского яруса. Это указывает на затопление карбонатного массива в конце артинского времени. Интенсивная тектоническая раздробленность массива Юрактау привела к тому, что часть карбонатного массива, прилегающая к зоне разломов, почти нацело доломитизирована. В доломитах развиты участки интенсивного выщелачивания. По сути, это зоны циркуляции гидротермальных растворов. Гора Юрактау примечательна также тем, что дает возможность наблюдать особенности развития вторичной пустотности вагового (кавернового) типа. Такая пористость развита во всех четырех горах-одиночках, однако только на горе Юрактау размеры каверн достигают особо крупных размеров до 10–20 м, т. е. это уже небольшие пещеры. Также видно, что причиной их появления являются кливажные трещины — кливаж осевой поверхности складок и кливаж зоны разлома. На внутренней поверхности полостей каверн различимы реликты битума, сильно деградированного и окисленного в поверхностных условиях. Очевидно, битум фиксирует момент в геологической истории, когда полости были заполнены нефтью.

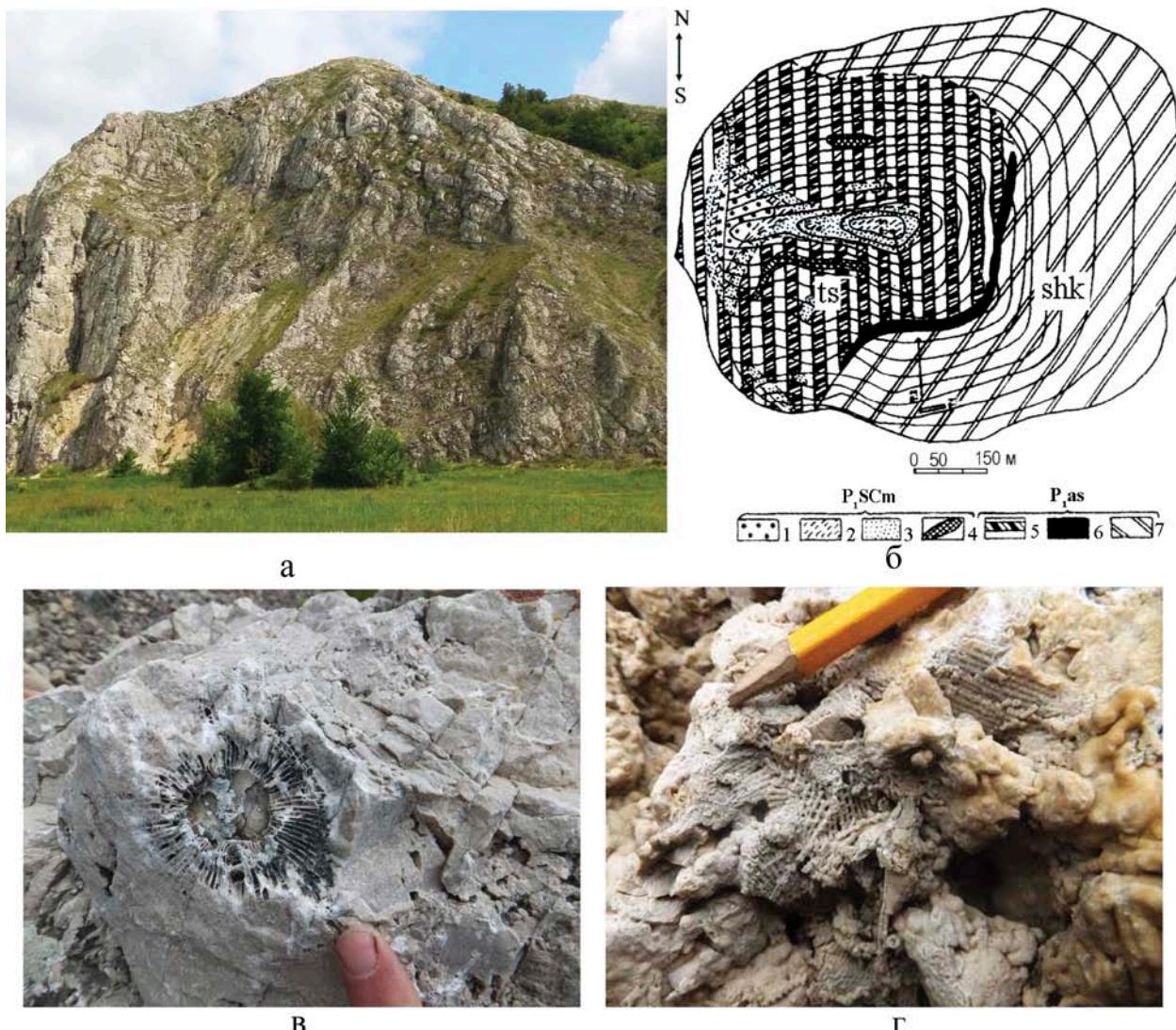


**Рис. 6. Гора Куштау**

а — общий вид (интернет-ресурс <https://ufa1.ru/text/economics/66270640/>), б — разрез скв. 21; в — фузулинидовый известняк; г — реликты водоросли *Calcipatera* sp.; д — реконструкция и строение листа *Calcipatera* sp., по [Torres et al., 1992], е — строение стенки листа в образце из керна скв. 21 Куштау, гл. 221 м., шлиф, увел. ×100. Найдена идентифицирована как *Calcipatera cottonwoodensis* [Torres et al., 1992], описанная в Пермском бассейне США.

**Fig. 6. Kushtau Mount**

а — general view (internet-resource <https://ufa1.ru/text/economics/66270640/>), б — section of borehole 21; в — fusulinida limestone; г — relics of algae *Calcipatera* sp.; д — reconstruction and structure of *Calcipatera* sp. sheet, by [Torres et al., 1992], е — structure of a sheet wall in the core-sample from borehole 21 Kushtau, depth 221 m, thin section, ×100. The find was identified as *Calcipatera cottonwoodensis* [Torres et al., 1992], described in the Permian basin of the USA.



**Рис. 7. Гора Юрактау**

а — общий вид со структурами складок; б — геологическая карта г. Юрактау (по Сошкиной и др. [1941] из работы Е.И. Кулагиной и др. [2015]): shk — карбонаты шиханского горизонта асельского яруса; ts — породы тастубского и стерлитамакского горизонтов сакмарского яруса; в — коралл в доломитизированном известняке; г — мшанковый известняк перекристаллизованный с натечным кальцитом.

**Fig. 7. Yuraktau Mountain**

а — general view of the structure of the folds; б — geological map of Yuraktau Mountain (after [Soshkina et al. [1941], from the publication after E.I. Kulagina et al. [2015]]: shk — limestones of the Shikhansky horizon; ts — limestones of the Tastubian and Sterlitamakian horizons of the Sakmarian stage; в — coral in dolomitized limestone; г — recrystallized bryozoan limestone with calcite speleothems.

**Заключение.** Стерлитамакские шиханы являются уникальными памятниками природы. В них сохранилась информация о геологической истории развития Земли почти 300 млн лет назад, о существовании в это время на Урале теплого шельфового моря с многочисленными рифами-биогермами, похожими на Барьерный риф на востоке Австралии. В последующее время рифы были погребены толщей осадков, а 5 млн лет назад Стерлитамакский

блок с фрагментами карбонатных построек был выведен на поверхность в результате тектонических движений. Прохождение минерализованных растворов, возможно с нефтью и углеводородными газами, вызвало вторичные преобразования биогермных известняков: выщелачивание, перекристаллизацию и минерализацию. Каждый из трех оставшихся шиханов представляет собой уникальный объект, запечатлевший отдельную страницу геологической

истории. Таким образом, Стерлитамакские шиханы являются геоморфологическими, геологическими, стратиграфическими, палеонтологическими, тектоническими и минералогическими объектами, нуждающимися в охране. Они вызывают интерес у нефтяников в связи с выяснением условий образования месторождений нефти и газа. Эти красивые горы интересны не только ученым и специалистам, но и школьникам, студентам и, особенно, туристам.

#### Список литературы:

*Блохин А.А., Карпенко Н.М. Ишимбайский нефтяной промысел имени С.М. Кирова // Пермская экскурсия, южный маршрут: Международный геологический конгресс, XVII сессия. — М., 1937. — С. 66–80.*

*Гареев Э.З. Геологические памятники природы республики Башкортостан. — Уфа: Tay, 2004. — 296 с.*

*Горожанин В.М., Горожанина Е.Н. Филлоидная водоросль рода *Calcipatera* в нижнепермских отложениях Приуралья // Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Моск. отд. Палеонтологического общества при РАН. Москва, 29–31 янв. 2018 г.: Программа и тезисы докладов / А.С. Алексеев (ред.). — М.: Изд-во ПИН РАН, 2018. — С. 26.*

*Королюк И.К. Методика и результаты изучения пермского рифогенного массива Шахтау (Приуралье). — М.: Наука, 1985. — 111 с.*

*Королюк И.К., Щекотова И.А. Путеводитель полевой экскурсии по раннепермским рифам — Стерлитамакским шиханам. — М.: Наука, 1989. — 31 с.*

*Кулагина Е.И., Скуин И.А., Косовая О.Л. Пермский риф Шахтау. — Уфа: Белая река, 2015.— 72 с.*

*Микрюков М.Ф. Стерлитамакские шиханы // Пермская экскурсия, южный маршрут: Международный геологический конгресс, XVII сессия. — М., 1937. — С. 81–92.*

*Раузер-Черноусова Д.М., Королюк И.К. Стерлитамакские шиханы — раннепермские рифы // Международный конгресс «Пермская система Земного шара»: Путеводитель геологических экскурсий. Ч. 2: Южноуральская экскурсия. — Свердловск, 1991. — С. 47–71.*

*Сошкина Е.А., Добролюбова Т.А., Порфириев Г.С. Пермские ругозы Европейской части СССР. — М.; Л.: Издво АН СССР, 1941. — 304 с. — (Палеонтология СССР; Т. 5, Ч. 3, Вып. 1).*

Уникальные памятники природы — шиханы Тратай и Юрактау / Под ред. А.И. Мелентьева, В.Б. Мартыненко. Уфа: Гилем, Башк. энциклопедия, 2014. — 312 с.

*Чувашов Б.И., Пруст Ж.-Н., БуассоТ., Веннан Е., Черных В.В. К истории формирования стерлитамакских шиханов (Раннепермские рифовые массивы южного Предуралья) // Ежегодник—1995 / ИГиГ им. акад. А.Н. Заварицкого. — Екатеринбург: Уро РАН, 1996. — С. 25–34.*

*Шамов Д.Ф. Фации сакмаро-артинских отложений Ишимбайского Приуралья // Труды УФНИИ. — 1957. — Вып. 2. — С. 3–76.*

*Шамов Д.Ф. Разрез перми гор-одиночек Шахтау и Тратай // Путеводитель экскурсий 047 XXVII Международного геологического конгресса: Южный Урал. / Отв. ред. О.Л. Эйнер. — М.: Наука, 1984. — С. 22–25.*

*Torres A.M., West R.R., Sawin R.S. *Calcipatera cottonwoodensis*, a new membranous late Paleozoic calcareous alga // Journal of Paleontology. — 1992. — Vol. 66, Is. 4. — P. 678–681. — DOI: <https://doi.org/10.1017/S0022336000024537>.*

#### References:

*Blokhin A.A., Karpenko N.M. Ishimbaiskii neftyanoii promysel imeni S.M. Kirova [Ishimbay oil field named after S.M. Kirov] // Permskaya ekskursiya, yuzhnyi marshrut [Perm tour of the southern route]: International geological Congress, XVII session. M., 1937. P. 66–80. (In Russian).*

*Gareyev E.Z. Geologicheskie pamyatniki prirody Respubliki Bashkortostan [Geological natural monuments of the Republic of Bashkortostan]. Ufa: Tau, 2004. 296 p. (In Russian).*

*Gorozhanin V.M., Gorozhanina E.N. Filloidnaya vodorosli roda *Calcipatera* v nizhnepermeskikh otlozheniyah Priural'ya [Filoid algae of the genus *Calcipatera* in the lower Permian deposits of the Urals] // The Annual meeting (conference) of paleontological section of MOIP and Moscow otd. Paleontological society at the RAS. Moscow, 29–31 January 2018: Program and abstracts / A.S. Alekseev (ed.). M.: Paleontological Institute RAS, 2018. P. 26. (In Russian).*

*Korolyuk I.K. Metodika i rezul'taty izucheniya permskogo rifogennoi massiva Shahtau (Priural'e) [Technique and results of a study of the Shakhtau Permian reef massif (the Pre-Urals)]. M.: Science, 1985. 111 p. (In Russian).*

*Korolyuk I.K., Shchekotova I.A. Putevoditel' polevoi ekskursii po rannepermanskim rifam — Sterlitamakskim shihanam [Guide of field excursion on the Early Permian reefs — Sterlitamak shihans]. M.: Science, 1989. 31 p. (In Russian).*

*Kulagina E.I., Skuin I.A., Kosovaya O. L. Permskii rif Shahtau [Permian reef Shakhtau]. Ufa: White River Publ., 2015. 72 p. (In Russian).*

*Mikryukov M.F. Sterlitamakskie shihany [Sterlitamak Shikhans]. Perm tour of the southern route: International geological Congress, XVII session. M., 1937. — P. 81–92. (In Russian).*

*Rauser-Chernousova D.M., Korolyuk I.K. Sterlitamakskie shihany — rannepermiske rify [Sterlitamak Shihans — The Early Permian reefs] // Mezhdunarodnyi kongress «Permskaya sistema Zemnogo shara» [International Congress «Perm system of the Globe»]: Guide of geological excursions. Sverdlovsk, 1991. Part 2: South Ural excursion. P. 47–71. (In Russian).*

*Soshkina E.A., Dobrolyubova T.A., Porfiriev G.S. Permskie rugozy Evropeiskoi chasti SSSR [Permian rugoses of the European part of the USSR]. M.; L.: AN SSSR Publ., 1941. 304 p. (Paleontology of the USSR; Vol. 5, Part 3, Is. 1). (In Russian).*

*Unikal'nye pamyatniki prirody — shihany Tratau i Yuraktau [Unique monuments of nature — Shikhany Tratau and Yuraktau] / A.I. Melent'ev, V.B. Martynenko (eds.). Ufa: Gilem, Bashkir Encyclopedia, 2014. 312 p. (In Russian).*

*Chuvashov B.I., Proust J.-N., Boisso T., Vennan E., Chernykh V.V. K istorii formirovaniya sterlitamakskih shihanov*

(Rannepermskie rifovye massivy yuzhnogo Predural'ya). [On the history of the formation of Sterlitamak shihans (The Early Permian reef massifs of the Southern Urals)]. Ezhegodnik—1995 [Yearbook—1995 / Institute of Geology and Geochemistry. acad. A.N. Zavaritsky: Information collection of scientific papers]. Ekaterinburg: Uro RAS. 1996. P. 25–34 p. (In Russian).

Shamov D.F. Facii sakmaro-artinskikh otlozhenii Ishimbaiskogo Priural'ya [Facies of the Sakmara-Artinskian deposits of the Ishimbay Pre-Urals] // Trudy UFNII. 1957. Is. 2. P. 3–76. (In Russian).

Shamov D.F. Razrez permi gor-odinochek Shahtau i Tratau [The section of the Permian single mountains, Shahtau and Tratau] // Putevoditel' ekskursii 047 XXVII Mezhdunarodnogo geologicheskogo kongressa: Yuzhnyi Ural [Guidebook of excursions 047 XXVII International geological Congress: Southern Urals] / O.L. Einor (ed.). M.: Science, 1984. P. 22–25. (In Russian).

Torres A.M., West R.R., Sawin R.S. *Calcipatera cottonwoodensis*, a new membranous late Paleozoic calcareous alga // Journal of Paleontology. – 1992. – Vol. 66, Is. 4. – P. 678–681. – DOI: <https://doi.org/10.1017/S0022336000024537>.

*Сведения об авторах:*

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

*About the authors:*

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