

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Уфимский федеральный исследовательский центр
Институт геологии

Автономная некоммерческая организация Центр науки, просвещения,
экологии, культуры и туризма «Геопарк Торатау»



ТОРАТАУ ГЕО
ПАРК

Геология геопарка Торатау

Сборник статей

Уфа
2020

УДК 55(470.57)

ББК 26.3

Г 35

Г 35 **Геология геопарка Торатау:** Сборник статей / Институт геологии
УФИЦ РАН; АНО ЦНПЭКТ «Геопарк Торатау». - Уфа, 2020. -
304 с.

ISBN 978-5-9613-0663-7

В настоящем сборнике представлены материалы, опубликованные в специальных выпусках журнала Геологический вестник (№ 3 2019 год и № 1 2020 год), посвященных геологии геопарка Торатау. Адрес сайта журнала в сети Интернет: <http://geolvestnik.ufaras.ru>.

В статьях сборника детально рассмотрены особенности геологического строения, вопросы стратиграфии, палеонтологии, магматизма и гидрогеологии территории геопарка Торатау.

Описаны уникальные геологические объекты: многочисленные пещеры, карстовые формы рельефа, ландшафты, объекты космического происхождения, а также стратиграфические разрезы, характеризующие историю развития территории за 1 миллиард лет.

УДК 55(470.57)

ББК 26.3

ISBN 978-5-9613-0663-7

© Институт геологии УФИЦ РАН, 2020

© АНО ЦНПЭКТ «Геопарк Торатау», 2020

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation
Russian Academy of Sciences
Ufa Federal Research Centre
Institute of Geology

Autonomous non-commercial organization Centre for science, education,
ecology, culture and tourism "Toratau Geopark"



TORATAU GEO
PARK

Geology of the Toratau Geopark

Collected papers



Ufa
2020

УДК 55(470.57)

ББК 26.3

Г 35

Г 35 **Geology of the Toratau Geopark:** Collected papers / Institute of
Geology UFRC RAS; Autonomos non-commercial organization CSEECT
«Toratau Geopark». - Уфа, 2020. - 304 с.

ISBN 978-5-9613-0663-7

This collection presents materials published in special issues of the Geological Bulletin (No. 3 2019 and No. 1 2020) dedicated to the geology of the Toratau Geopark. The address of the journal's website on the Internet: <http://geolvestnik.ufaras.ru>.

In the articles of the collection, the features of the geological structure, questions of stratigraphy, paleontology, magmatism and hydrogeology of the territory of the Toratau Geopark are considered in detail.

Unique geological objects are described: numerous caves, karst landforms, landscapes, objects of space origin, as well as stratigraphic sections that characterize the history of the development of the territory for 1 billion years.

УДК 55(470.57)

ББК 26.3

ISBN 978-5-9613-0663-7

© Institute of Geology UFRC RAS, 2020
© Autonomos non-commercial organization
CSEECT «Toratau Geopark», 2020

Содержание

<i>Ковалев С. Г.</i> Геопарки как основа неиндустриального развития территорий	7
<i>Капков С. А., Лукашина Н. А., Третьякова Е. А.</i> Механизмы достижения целей устойчивого развития в геопарке «Торатау»	15
<i>Пучков В. Н.</i> Особенности геологического строения геопарка «Торатау»	20
<i>Сергеева Н. Д., Козлова О. В., Солодова С. А.</i> Основные черты геологического строения и стратиграфии отложений верхнего докембрия на территории геопарка «Торатау» (Южный Урал).....	47
<i>Сергеева Н. Д., Пучков В. Н.</i> Разрез ашинской серии по ручью Кукраук. Молассовая формация тиманского орогена на Южном Урале.....	57
<i>Горожанин В. М., Мичурин С. В., Войкина З. А., Шарипова А. А., Биктимерова З. Р., Султанова А. Г.</i> Марино-гляциальные отложения в Толпаровском разрезе верхнего докембрия (реки Зилим и Малый Толпар)	63
<i>Данукалов К. Н., Парфирьев Н. П., Голованова И. В., Сергеева Н. Д., Сальманова Р. Ю.</i> Красноцветные песчаники зиганской свиты верхнего венда — уникальный объект палеомагнитного изучения истории Земли	84
<i>Кулагина Е. И., Артюшкова О. В., Клименко Т. В., Тагариева Р. Ч.</i> Девон и карбон западного склона Южного Урала: стратиграфический обзор	91
<i>Сунгатуллина Г. М., Афанасьева М. С., Сунгатуллин Р.</i> Конодонты и радиолярии верхнего карбона разреза «Усолка» (Южный Урал).....	122
<i>Горожанин В. М., Горожанина Е. Н.</i> Нижняя пермь геопарка «Торатау»: ритмично-слоистые депрессионные и флишевые отложения Предуральского прогиба	130
<i>Горожанина Е. Н., Горожанин В. М.</i> Геопарк «Торатау»: памятники природы — пермские карбонатные массивы Тратау, Шахтау, Куштау, Юрактау	137
<i>Исакова Т. Н., Кулагина Е. И., Филимонова Т. В.</i> Раннепермская фораминиферовая биота рифового массива Шахтау и ее связи с биотами тетической и арктической областей.....	145
<i>Черных В. В., Котляр Г. В., Кутыгин Р. В., Филимонова Т. В., Сунгатуллина Г. М., Сунгатуллин Р. Х., Мизенс Г. А., Исакова Т. Н.</i> Палеонтологическая характеристика разреза «Дальний Тюлькас» (Южный Урал)	153
<i>Горожанин В. М.</i> Эвапоритовые отложения Приуральского солеродного бассейна на территории геопарка «Торатау» (состав, условия залегания, диапиризм).....	163
<i>Клименко Т. В., Кулагина Е. И.</i> Пермские континентальные отложения на юге Ишимбайского района Республики Башкортостан	184
<i>Данукалова Г. А., Осипова Е. М.</i> Отложения и основные события мезозоя и кайнозоя; современные опасные экзогенные геологические процессы на территории геопарка «Торатау» (Южное Предуралье, Россия)	193
<i>Ковалев С. Г., Горожанин В. М., Тимофеева Е. А.</i> Магматические породы территории геопарка «Торатау»	211
<i>Абдрахманов Р. Ф., Дурнаева В. Н., Полева А. О.</i> Гидрогеологические условия территории геопарка «Торатау»	222
<i>Смирнов А. И., Соколов Ю. В.</i> Карст и пещеры геопарка «Торатау».....	238
<i>Соколов Ю. В., Смирнов А. И.</i> Оценка научно-прикладной значимости карстовых пещер геопарка «Торатау» (принципы и методы определения ценности).....	256
<i>Данукалова Г. А., Осипова Е. М.</i> Основные формы рельефа на территории геопарка «Торатау» (Южное Предуралье, Россия).....	276
<i>Султанова А. Г., Горожанин В. М., Мичурин С. В.</i> Объекты космического происхождения на территории геопарка «Торатау»	296

Contents

<i>Kovalev S. G.</i> Geoparks as the basis of non-industrial development of territories	7
<i>Kapkov S. A., Lukashina N. A., Tretyakova E. A.</i> Mechanisms for achieving sustainable development goals in the “Toratau” geopark.....	15
<i>Puchkov V. N.</i> Geological features of geopark “Toratau”	20
<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).....	47
<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.....	57
<i>Gorozhanin V. M., Michurin S. V., Voikina Z. A., Sharipova A. A., Biktimerova Z. R., Sultanova A. G.</i> Marino-glacial deposits in the Tolparovo section of the upper precambrian (Zilim and Malyi Tolpar rivers).....	63
<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	84
<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	91
<i>Sungatullina G. M., Afanasieva M. S., Sungatullin R. Kh.</i> Condonts and radiolarian of the Upper Carboniferous of the “Usolka” section (Southern Urals)	122
<i>Gorozhanin V. M., Gorozhanina E. N.</i> The Lower Permian in “Toratau” Geopark: rhythmically layered depressional and flysch deposits of the Preuralian Foredeep	130
<i>Gorozhanina E. N., Gorozhanin V. M.</i> Geopark “Toratau”: natural monuments — Permian carbonate massifs Tratau, Shakhtau, Kushtau, Yuraktau.....	137
<i>Isakova T. N., Kulagina E. I., Filimonova T. V.</i> Early Permian foraminiferal biota of reefal massif Shakhtau and its relationship to same biota of the Paleotethyan and Arctic regions	145
<i>Chernykh V. V., Kotlyar G. V., Kutygin R. V., Filimonova T. V., Sungatullina G. M., Sungatullin R. Kh., Mizens G. A., Isakova T. N.</i> Paleontological characteristics of the “Dalniy Tyulkas” Section (Southern Urals).....	153
<i>Gorozhanin V. M.</i> Evaporite deposits of the Ural saline basin on the territory of the “Toratau” Geopark (composition, conditions of occurrence, diapirism).....	163
<i>Klimenko T. V., Kulagina E. I.</i> The Permian continental deposits in the south of the Ishimbay district of the Bashkortostan Republic	184
<i>Danukalova G. A., Osipova E. M.</i> Deposits and main events, of the Mesozoic and Cenozoic; modern geohazards on the “Toratau” Geopark territory (Southern Fore-Urals, Russia)	193
<i>Kovalev S. G., Gorozhanin V. M., Timofeeva E. A.</i> Magmatic rocks of the “Toratau” geopark.....	211
<i>Abdrakhmanov R. F., Durnaeva V. N., Poleva A. O.</i> Hydrogeological conditions of the territory of the “Toratau” geopark	222
<i>Smirnov A. I., Sokolov Yu. V.</i> Karst and caves of the “Toratau” geopark.....	238
<i>Sokolov Yu. V., Smirnov A. I.</i> Assessment of the scientific and applied significance of the karst caves of the “Toratau” geopark (principles and methods for determining value).....	256
<i>Danukalova G. A., Osipova E. M.</i> Main Landforms of the “Toratau” Geopark Territory (Southern Fore-Urals, Russia).....	276
<i>Sultanova A. G., Gorozhanin V. M., Michurin S. V.</i> Space objects on the territory of the “Toratau” geopark	296

УДК 551/502.17

ГЕОПАРКИ КАК ОСНОВА НЕИНДУСТРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

© 2020 г. С. Г. Ковалев

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

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 овековеченная история геологического развития региона, запечатленная в горных породах за более чем 1.5 миллиарда лет его существования. Дана 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

Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

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, Shikhans

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 влажных 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 биосферы Земли. Необходим переход к экологически устойчивому экономическому развитию, означающему неизбежность ограничения роста потребления материальных ресурсов, существенного повышения эффективности использования воды, энергии и других 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 км², 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 (уникальные 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 позднпротерозойскими авлакогенами, залегающими в архейско-раннепротерозойском фундаменте, перекрытым позднвендско-фанерозойским чехлом; *Предуральский прогиб*, заполненный пермской молассой, которая подстилается шельфовыми отложениями Восточно-Европейского континента; *Западно-Уральская мегазона*, представленная рифейско-вендскими метаморфизованными мелководными осадочными отложениями; *Центрально-Уральская мегазона* — выведенный на поверхность докембрийский складчато-метаморфический фундамент палеозойской континентальной окраины и высокометаморфизованные кристаллические комплексы (Белорецкий метаморфический комплекс); *Уралтауская антиформа*, состоящая из 2 частей: суванякского слабо метаморфизованного батинального 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 республики Башкортостан может быть описана в рамках пяти главных этажей, формирование которых отвечает пяти соответствующим стадиям развития (снизу вверх):

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

2. Позднепротерозойский (рифейско-вендский, 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 мегантиклинория 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

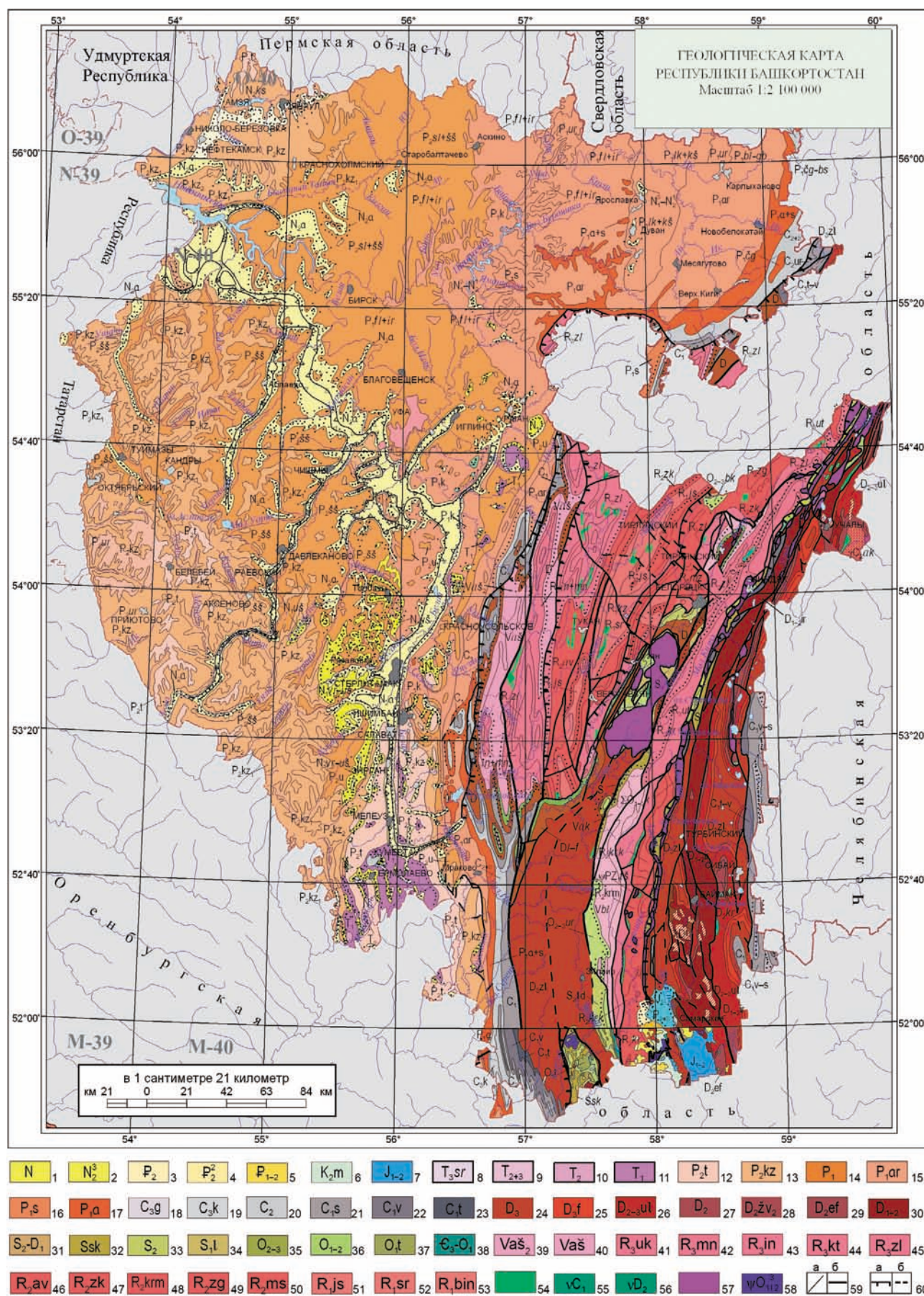
изотопными датировками. В целом разрезы характеризуют историю геологического развития региона на протяжении миллиарда(!) лет. По полноте стратиграфических подразделений и их сохранности рифей Южного Урала не имеет аналогов в мире.

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, Чувазов, 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), аммоноидей, конодонтов, остракод, брахиопод, рыб, каламитов, известковых водорослей. Разрез является кандидатом в глобальные стратотипы нижней границы кунгурского яруса [Чувазов, Черных, 2011].

Шиханы Тратау и Юрактау, 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 ассельского, 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 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 (Тратау) и стерлитамакского горизонта сакмарского яруса (Шахтау) [Кулагина и др., 2015б].

Каменноугольная система. Нижний отдел. Разрез «Верхняя Кардаилловка» 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 микритовых известняков, обильные комплексы конодонтов, редкие прослои турбидитовых грейнстоунов 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 минерального

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; Devonian system: 24 верхний девон, нерасчлененные отложения, Zilair Formation; 25 франкий ярус; 26 средний отдел, Ulutau Formation; 27 нерасчлененные отложения; 28 живетский ярус; 29 эйфельский ярус; 30 нижний средний отделы, нерасчлененные отложения; Silurian system: 31 верхний силур нижний девон; 32 нерасчлененные отложения, Sakmara Formation; 33 нерасчлененные отложения; 34 нижний отдел, Llandoveryian stage; Ordovician system: 35 средний верхний отделы; 36 нижний средний отделы; 37 нижний отдел, Tremadocian stage; 38 верхний кембрий нижний ордовик; Vendian system: 39 аршинская свита, Akbiiskaya Formation, Belekeyevskaya Formation; 40 ашинская серия, Bakeevskaya, Uryuk, Basu, Kukkarauk and Zigan Formations undivided; Upper Riphean: 41 укская свита; 42 миньярская, Arvyak Formations; 43 инзерская, Mazarinskaya Formations; 44 катавская свита; 45 зильмердакская, Uytash, Kurtash Formations; Middle Riphean: 46 авзянская, Urenga, Utkal Formations; 47 zigazino Komarov Formation; 48 Karamalinskaya Formation; 49 Zigalga Formation; 50 Mashak, Ayusapkan and Beletar Formations undivided; Lower Riphean: 51 юшинская свита; 52 суранская свита; 53 большеинзерская свита; 54 интрузивные породы основного состава нерасчлененные; 55 раннекаменноугольные габбро, габбро диабазы, габбро диориты, (Magnitogorsk, Tekelitan complexes and their analogues); 56 среднедевонские (Velikhov complex and its analogues alkaline gabbros, monzonites); 57 ультраосновные породы (lherzolites, harzburgites, dunites) undivided; 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 Visian 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, Llandoveryian 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, Akbiiskaya series, Belekeyevskaya 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 Bolsheinsker Formation; 54 intrusive rocks of the main composition are undivided; 55 early carboxylic gabbro, gabbro diabase, gabbro diorite (Magnitogorsk, Tekelitan 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 (a), main (long lived) faults (b); 60 overthrusts (a), hidden faults (b).

каждого из этажей имеет свою специфику, отличающуюся, 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, медистые песчаники, а также медно-никелевые, медно-кобальтовые, золото-магнетитовые 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-вкрапленных 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 ещё 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 Нурлы и Горький Ключ (источник № 12 курорта Красноусольск), Юматовская, Белебеевская-2, Соловьиный

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 Куткантауской 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» служит 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 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 геологических объектов: Лаклинская, Идрисовская и Урмантауская пещеры, источник Кургазак, Куселяровские сернистые источники, каменные ворота у с. Лаклы, Яхинский разрез, Лимоновский гребень и др.; информация об этих объектах размещена в сети Интернет по адресу [<http://geopark-yangantau.ru/o-geoparke/>].

12 декабря 2018 г. Глава республики Башкортостан издал указ об образовании нового геопарка — «Торатау», в состав которого включены уникальней-

шие 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.



Рис. 2. Геопарки на территории республики Башкортостан

Fig. 2. Geoparks in the Republic of Bashkortostan

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 Кардаилловка 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. P. 32-37.

УДК 913+574.22

МЕХАНИЗМЫ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В ГЕОПАРКЕ «ТОРАТАУ»

© 2020 г. С. А. Капков, Н. А. Лукашина, Е. А. Третьякова

¹ Учебно научная лаборатория «Центр исследований экономики культуры, городского развития и креативных индустрий», экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова² Центр аналитики города, г. Москва

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 Тау» 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. Kapkov¹, N.A. Lukashina², E.A. Tretyakova²¹ Educational and research laboratory “Center for the Study of the Economics of Culture, Urban Development and Creative Industries”, Faculty of Economics, Moscow State University² Center for Urban Analytics, Moscow

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, 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. Гаревым [2004]; В.И. Козловым, З.А. Синецкой,

Е.И. Кулагиной [Козлов и др., 1995]; В.Н. Пучковым [2010]; В.В. Черных, В.И. Чувашовым, С.-З. Шен, С.М. Хендерсон [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 шиханы 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 позволят 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 празднествами и этно-фестивалями, 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 полицентричная 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 музейными 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 жителям 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 парашюте 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 объезд и мониторинг территории, 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 пять 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 позволят 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 коллаборации 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. Идеи инициативной группы ложатся 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 активизирует 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 geopark при создании туристической инфраструктуры. Наконец, реализация концепции geopark «Торатау» приведет к развитию устойчивых сообществ и населенных пунктов на территории geopark.

В целом создание geopark будет способствовать социально-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., Лясников Н.В., Масленникова О.А. Агро и экотуризм: особенности становления и развития // Научный вестник МГИИТ. 2017. № 6(30). С. 8–17.
- Козлов В.И., Сеницына З.А., Кулагина Е.И., Пазухин В.Н., Кочеткова Н.М., Абрамова А.Н., Клименко Т.В., Ларочкина 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.
- Макичан Г.Т. Влияние экотуризма на краснокнижные виды орнитофауны национальных парков Арпи Лич и Севан: эколого фаунистический анализ // Вестник Российского Армянского (Славянского) Университета: 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 АН Республики Башкортостан. 2014. № 19(2). С. 40–47.
- Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики, металлогении). Уфа: ДизайнПортЛитСервис, 2010. 208 с.
- Султангареева Р.А. Священная гора Торатау: постижение обычаев и норм неприкосновенности (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. No. 63. P. 4–18.
- UNESCO Global Geoparks. доступен: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/>.

УДК 551.71

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ГЕОПАРКА «ТОРАТАУ»

© 2020 г. В. Н. Пучков

*Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, г. Уфа;
Институт геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого Уральского Отделения РАН, г. Екатеринбург.*

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

*Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences;
The Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg*

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 Paleoproterozoic, 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 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 субмеридионального течения, и ее притоков — левых (Ашкадар, Сухайля, Стерля, Куганак) и правых (Урюк, Зиган, Усолка, Зилим). В административном делении территория 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 мегантиклинорием (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-вендской, 1800–540 млн лет), завершившейся образованием складчатой области тиманид; палеозойско-раннемезозойской (540–175 млн лет) — времени формирования складчатой системы уралид; среднеюрско-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, эндебритами, эвлизитами, железистыми кварцитами, гнейсами, гранитоидами, а в зонах расланцевания 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 ± 86 млн лет. В палеопротерозое земная кора территории подверглась мощному воздействию амфиболитового метаморфизма и гранитизации. Наиболее поздний этап гранитизации датирован как 1777 ± 79 млн лет [Пучков, 2010 и ссылки в этой 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, пересекающих 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 (грабенной) 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).

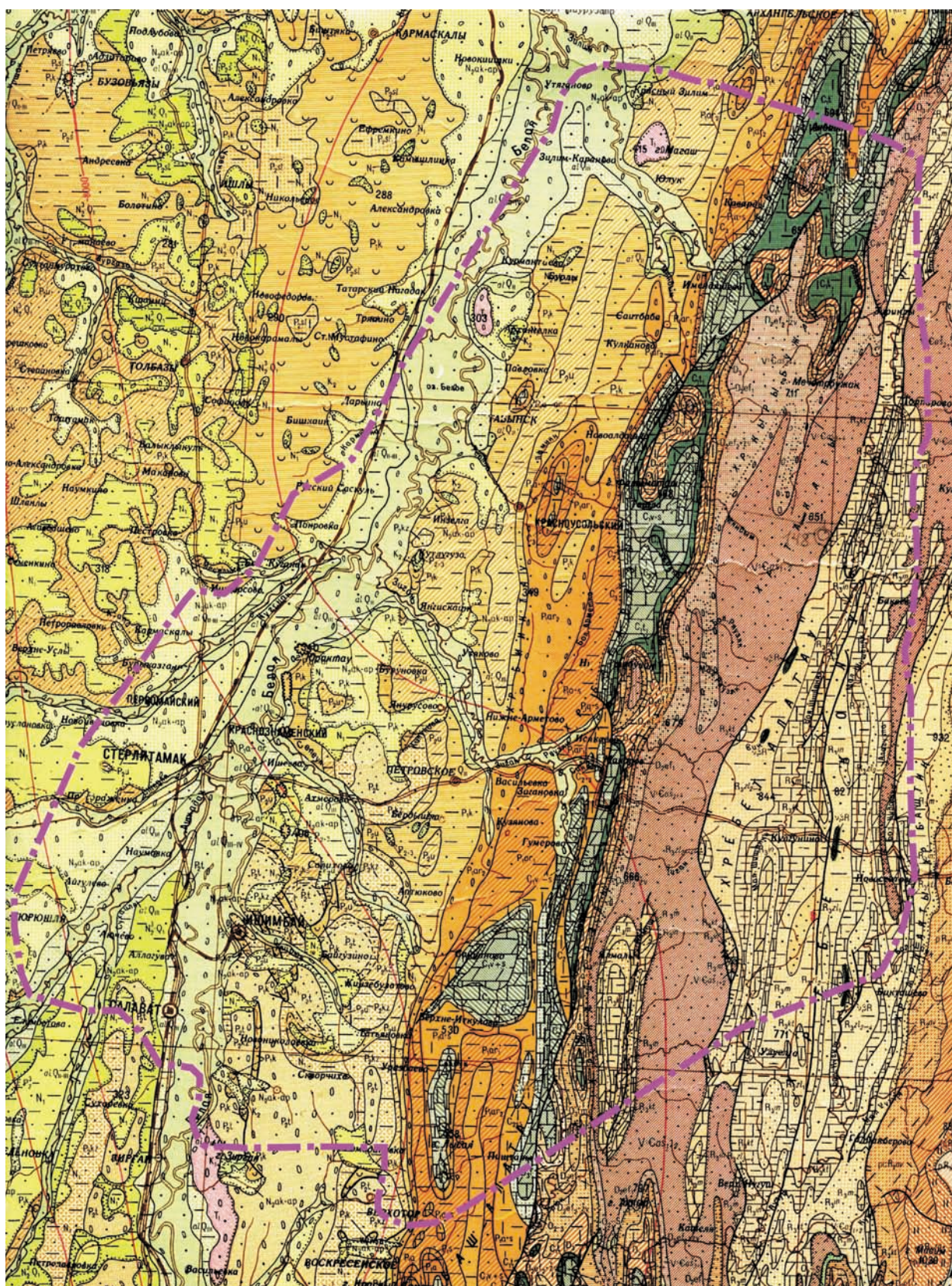


Рис. 1. Выкопировка из геологической карты Урала, м-ба 1:500 000, под ред. И.Д. Соболева. Пунктиром показаны предполагаемые границы геопарка (возможно, подлежат некоторому уточнению в дальнейшем)

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

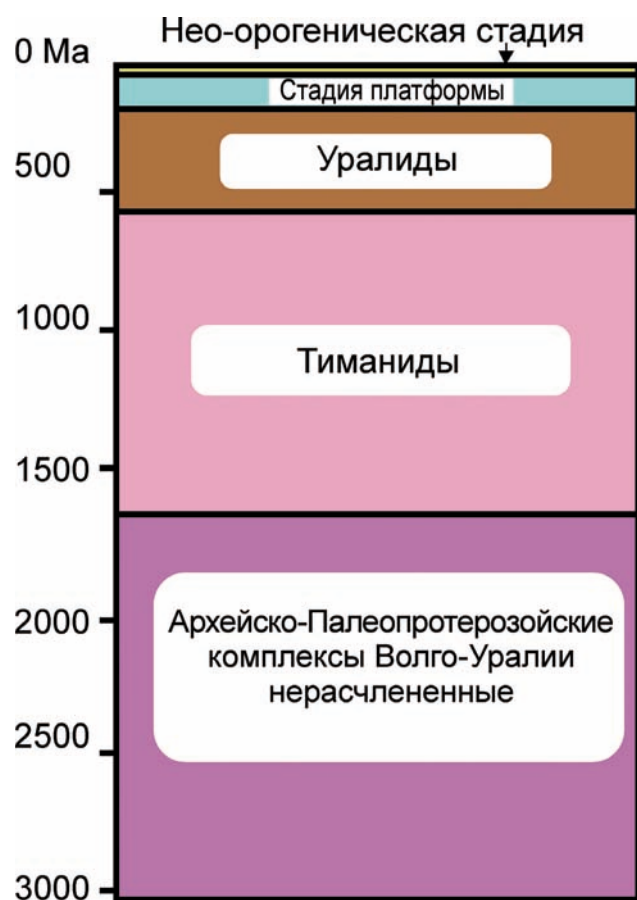


Рис. 2. Стадии развития и структурные этажи Урала [Пучков, 2010]

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

Рифей

В рифейском структурном плане территория 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 уралитов; 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



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

Условные обозначения: 1 - области развития рифейских отложений; 2 - площади распространения рифей ранневендских 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 - сводов (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 - freas 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 Pricaspiian.

(бурзяний), средний (юрматиний), верхний (каратавий) и завершающий, или терминальный (аршиний) (рис. 5, колонка справа). Серии делятся на свиты и в ряде случаев на подсвиты. При этом бурзяний, разделенный на айскую, саткинскую и бакальскую свиты в северной части БМА, испытывает определенные фациальные изменения, позволяющие в более южных районах (включающих территорию геопарка) выделять,

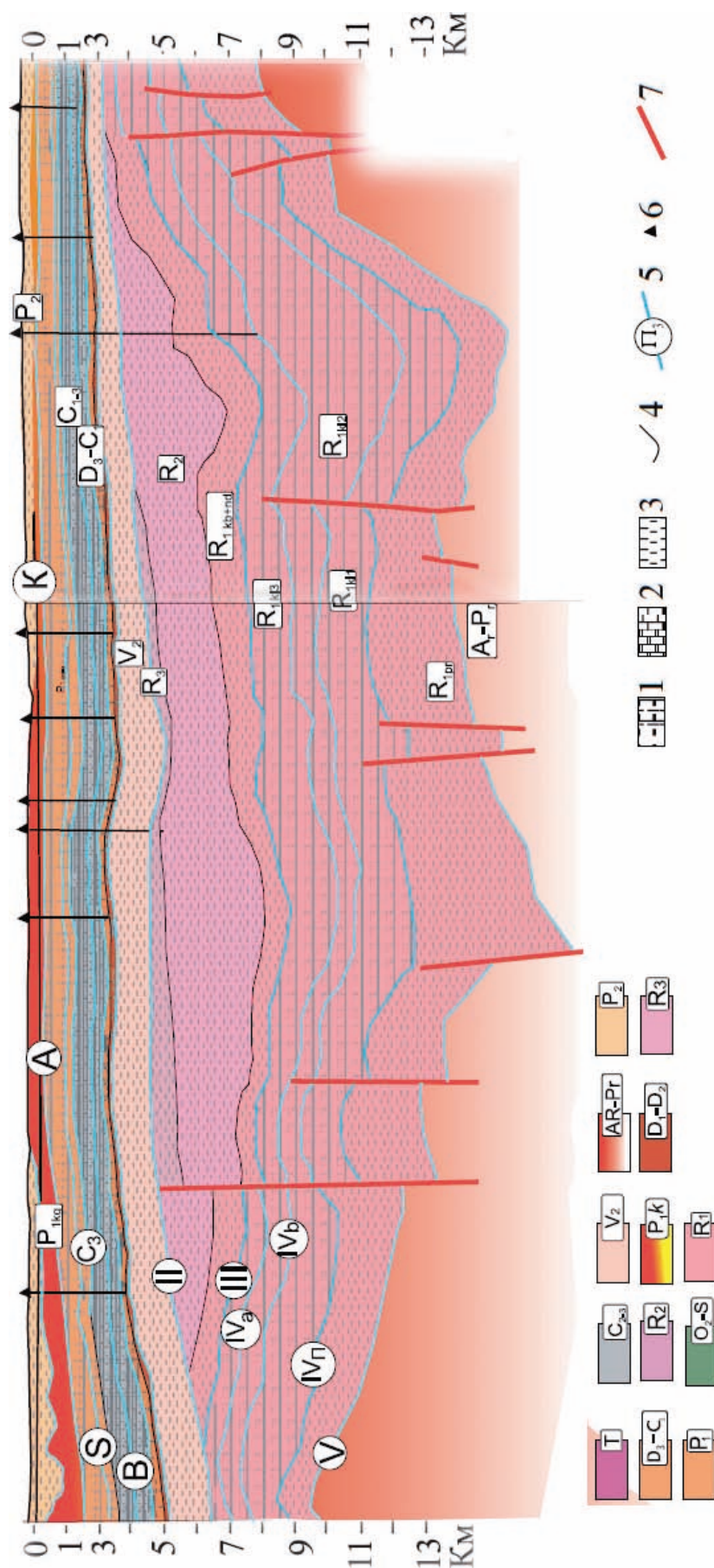


Рис. 4. Фрагмент геолого-сейсмического профиля, проходящего вдоль западного края геопарка «Торатау» (линия I-I на рис. 3, ее отрезок между Уфой и Оренбургом). Составил В.Н. Пучков [2003] по данным ОАО Башнефтегеофизика, Оренбурггазпром, Института Геологии УНЦ РАН, КамНИИКИГС и др.

Условные обозначения: 1 — известняки доломитизированные; 2 — известняки доломитизированные; 3 — комплексы терригенного состава; 4 — границы литолого-стратиграфических комплексов; 5 — то же, одновременно опорные отражающие горизонты; 6 — скважины; 7 — разломы. Опорные отражающие горизонты: V — кровля кристаллического фундамента, IV — границы подразделений нижнего рифея, III — основание среднего рифея, Д — диахронное основание девонских песчаников, У — свита C_{1h}, В — башкирский ярус, S — кровля верхнего карбона, А — кровля ассельско-сакмарских известняков, К — кровля кунгурских эвапоритов

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 — limestone 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, Д — a diachronous base of the Devonian sandstones, У — the C_{1h} Formation, в — Bashkirian Stage, S — the top of the Upper Carboniferous, А — the top of the Asselian-Sakmarian limestones, К — the top of the Kungurian evaporites

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 бурзяния, юматиния 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 бадделейту. 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 навышская подсвита айской свиты, датированная как 1752 ± 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). Вулканиды игонинской свиты, залегающие в средней части аршиния и представленные базальтами и их туфами, с прослоями терригенных пород, датированы двумя рубежами — 707.0 ± 2.3 и 732.1 ± 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. Нугуш 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. Шишениак 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. Нугуш выше устья р. Кудашки находится опорный разрез укской 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 подразделений этих двух районов. В разрезах рифея отложений платформы выделяются три серии — кыргинская, серафимовская и абдулинская, коррелируемые с бурзянием, юматинием 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 (что казалось вполне логичным). Однако при этом им пришлось выделить новые старосайтовскую (до-юшинскую) и кулгунинскую (до-зильмердакскую) свиты, состав которых резко отличается от одно-возрастных 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

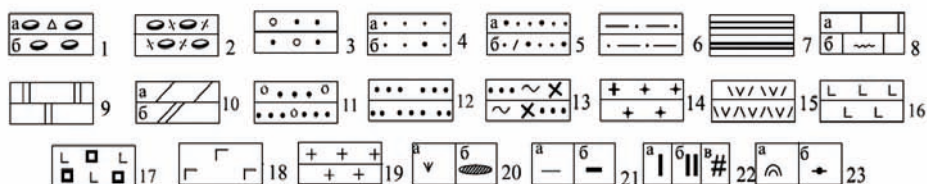
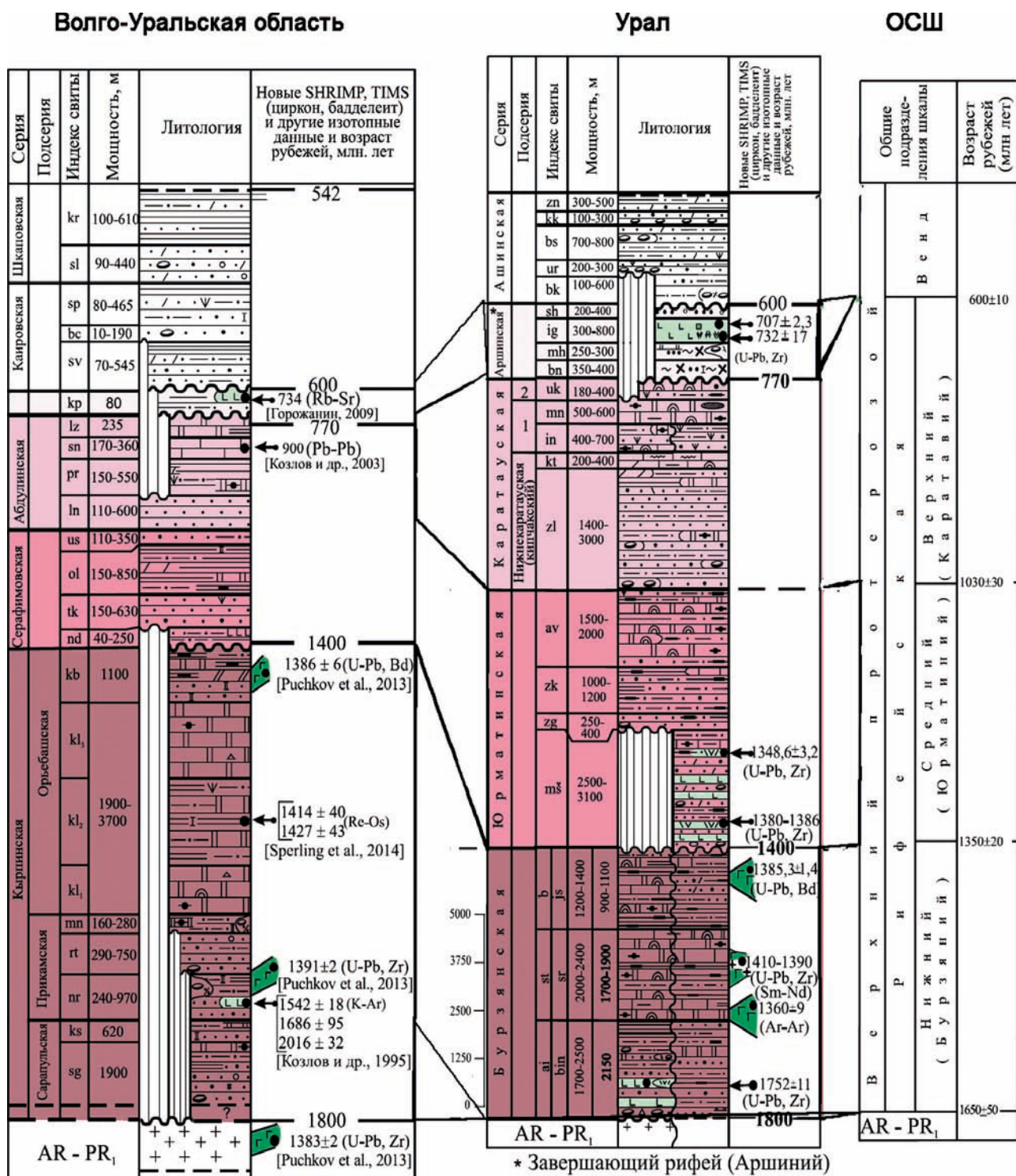


Рис. 5. Общие подразделения Стратиграфической шкалы верхнего докембрия России (ОСШ) [Семихатов и др., 1991; Стратиграфический кодекс..., 2019] и Сводные литолого-стратиграфические колонки верхнедокембрийских образований Южного Урала и Волго-Уральской области [Пучков и др., 2016, 2017; Сергеева, Пучков,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

Условные обозначения: 1 конгломерато брекчий (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 слюдисто хлорито кварцевые сланцы; 14 граниты; 15 риолиты и риодациты; 16 метабазальты; 17 метабазальтовые порфириды; 18 габброидериты; 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 куккараукская, 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 леонидовская, 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 (b); 2 tillites and tilloids; 3 gravelstones; 4 quartz (a) and feldspar quartz (b); 5 arkozic (a) and polymictic (b); 6 siltstones; 7 shales; 8 limestones (a) and laminar limestones (b); 9 dolomites; 10 marls: calcareous (a) and dolomitic (b); 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 (a), and cherts (b), 21 argillaceous (a) and carbonaceous (b), 22 calcitization (a), dolomitization (b) and anhydritization (v), 23 paleontological remains stromatolites (a) and microphytolites (b). *The names of the Formations on the columns:* Urals (from below): ai Ai, bin Bolsheinzher, 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 Minaevo, kl Kaltasy, kb Kabakovo, nd Nadezhdino, tk Tukaev, ol Olkhovka, us Usinsk, ln Leonidovo, pr Priyutovo, sn Shikhan, lz Leuza, kp Kipchak, sv Sergeev, bc Baykibashevo, sp Staropetrovsk, sl Salikhovo, kr Karlin.

рифей «уральского» разреза и вскрыла приютовскую свиту (возрастной аналог зильмердакской свиты) абдулинской серии верхнего, ольховскую и тукаевскую (серафимовская серия) среднего и кабаковскую (кыргинская серия) нижнего рифей «платформенного» разреза Волго-Уральской области. Анализ сейсмических материалов позволяет предполагать отсутствие значительных тектонических смещений между этими двумя типами разреза. По сути дела, «уральский» тип разреза — тоже платформенный, но эта часть платформы была захвачена складчатостью в позднем палеозое, тогда как в рифее была 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 прослоями сланцев, принадлежащие бакеевской и урюкской свитам. Rb-Sr изохронный возраст наиболее сохранной фракции глауконитов, выделенной по усовершенствованной методике, составил 642 ± 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 пересмотру. 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 укской свиты каратавия 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 мягкотелыми многоклеточными 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 ихнофоссилий, описанных ранее Ю.Р. Беккером на Южном Урале, в том числе в пределах геопарка (местонахождения в верховьях рр. Зиган, Кукраук, Рязук 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 аркозовых песчаников полимиктовыми (формирование молассы) с момента образования басинской свиты означает начало орогенических движений в складчатой области тиманид, которые поставляли незрелый обломочный материал в поздневендский 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 ± 6.1 млн лет, что близко к датировкам Бурангуловского 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-Катава датирован как 548.2 ± 7.6 млн лет. Тиманские деформации, судя по присутствию угловых несогласий между палеозойскими и рифейскими отложениями в восточной части Башкирского антиклинория и отсутствию — в западной (в пределах геопарка) (рис. 4 в [Пучков, 2010]), захватили не весь рифейско-вендский осадочный бассейн, а лишь его восточную часть. БМА сформировался лишь в позднем палеозое как складчатая структура уралид.

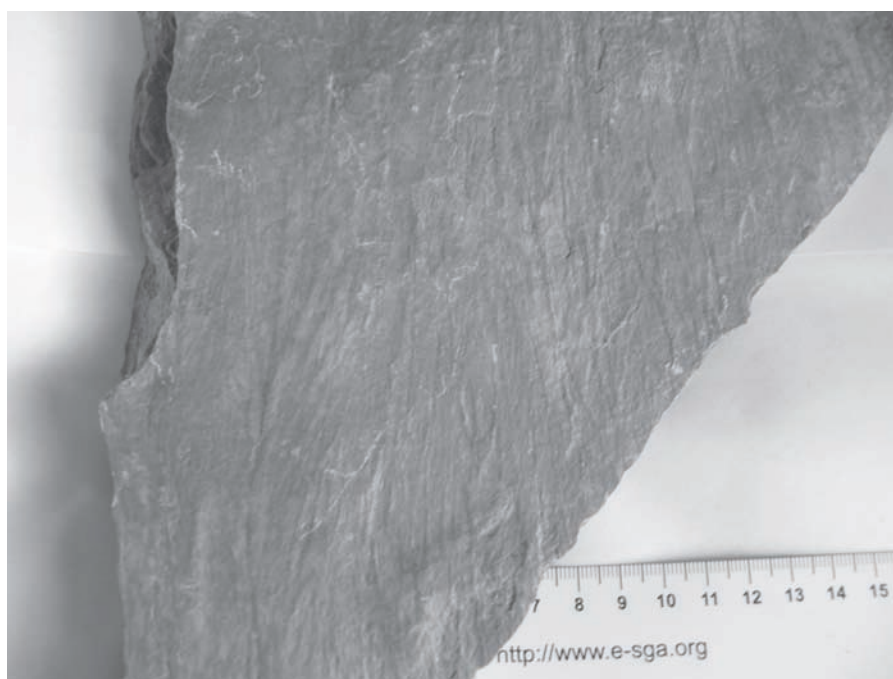


Рис. 6. Представитель эдиакарской биоты *Arumberia banksi* из коллекции В.Н. Пучкова (выходы басинской свиты на строящейся дороге Макарово–Авзян). Здесь и далее фото В.Н. Пучкова, кроме специально оговоренных случаев

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

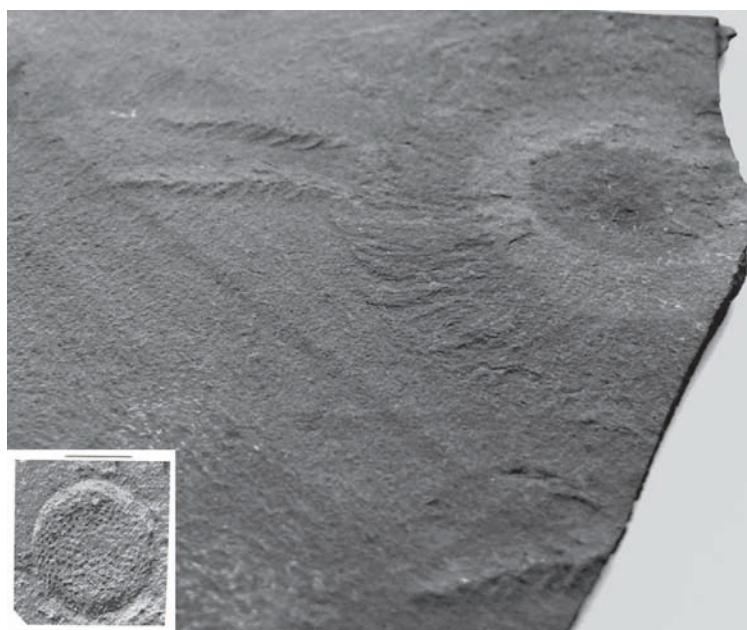


Рис. 7. *Spicodiscus siganus* Bekker, 1990 из коллекции Ю.Р. Беккера. Местонахождение на р. Зиган. Врезка в левом нижнем углу *Kuckaraukia multituberculata* Ivantsov, Novikov et Razumovskiy, местонахождение Куккараук (копия фотографии из [Иванцов и др., 2018]). Длина масштабного отрезка 1 см

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



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

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 формирование пассивной континентальной окраины, открытой в Палеоуральский океан (реликты вещественных комплексов-индикаторов этих событий сохранились в зоне ГУР, Зилаирском синклинии, Сакмарской и Магнитогорской зонах, но отсутствуют на территории геопарка). Непрерывный разрез палеозоя на рассматриваемой территории начинается с кварцевых песчаников эмского 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 вие. 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 песчани-

ками, образованными суспензионными 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 простирацию на юге и севере Западно-Уральской зоны складчатости замещаются маломощными глубоководными глинистыми и кремнистыми сланцами, известняками и граувакковыми песчаниками флишевого

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

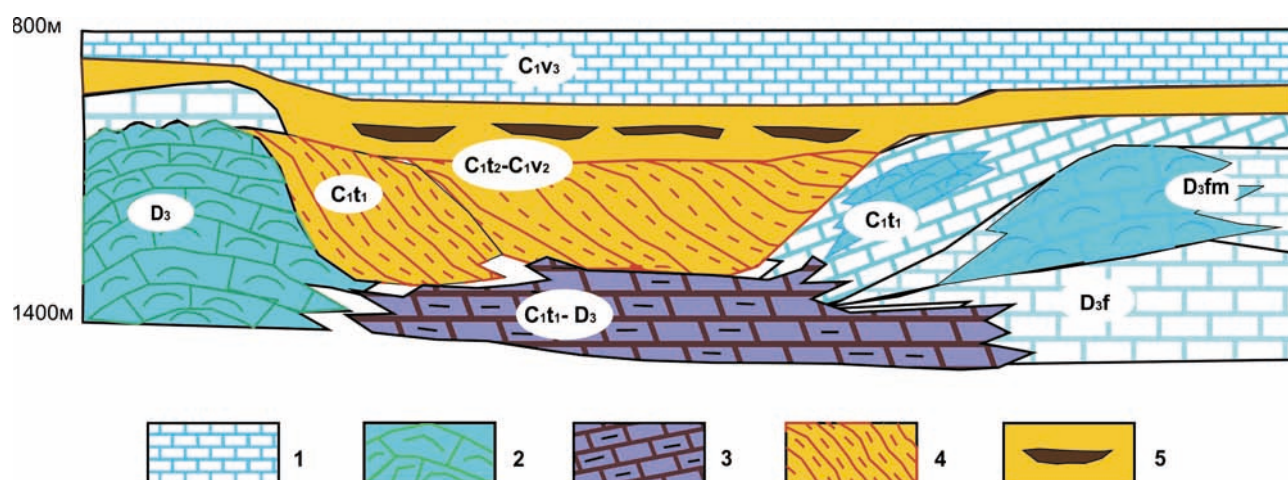


Рис. 10. Принципиальная схема строения Камско-Кинельской впадины

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.

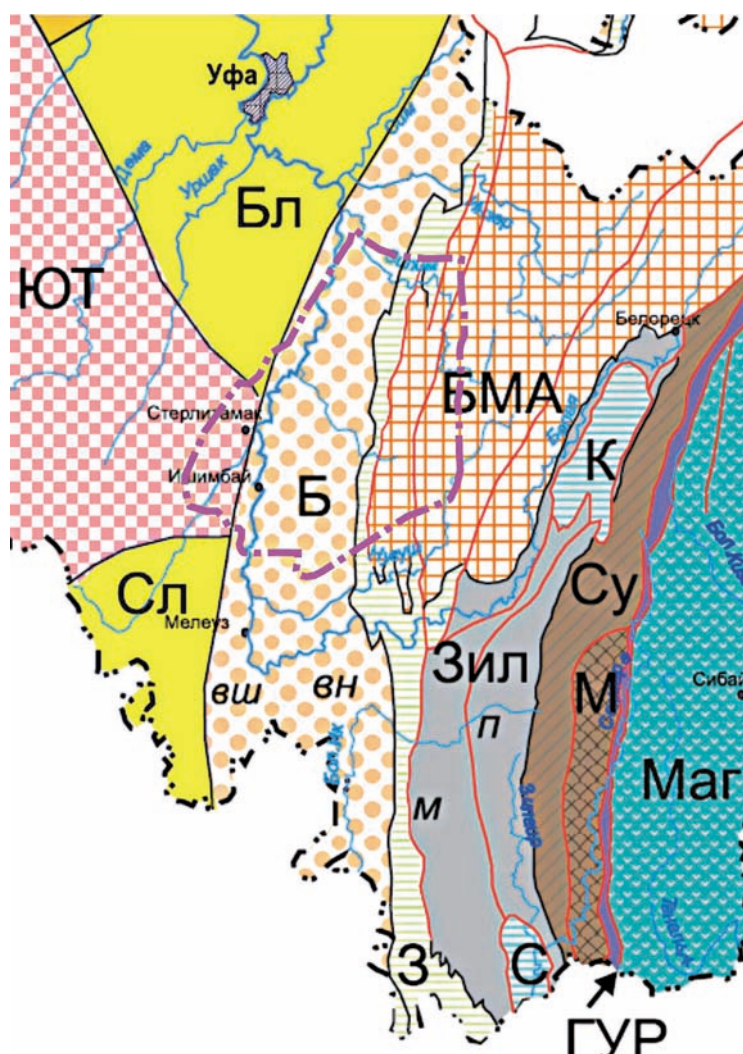


Рис. 11. Фрагмент схемы палеозойской тектонической зональности Башкирии (геопарк «Торатау» и его окружение) [Пучков, 2014]

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: 3 Западноуральская складчатая зона, БМА Башкирский мегантиклинорий, Зил Зилаирский синклиний (М Мурадымовская зона, П Покровская зона). Аллохтоны: К Кракинский, С Сакмарский. Уралтауский антиклинорий (антиформа): Су Суваниянский комплекс, М Максютковский комплекс. МАГ Магнитогорский синклиний. 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: 3 West Uralian zone of folding, БМА Bashkirian meganticlinorium, Зил Zilair synform (М Muradimovo zone, П Pokrovsk zone). Allochthons: К Kraka, С Sakmara. Uraltau antiform: Су Suvanyak complex, М Maksyutovo complex. МАГ Magnitogorsk synclinorium. Black lines normal boundaries, red faults. The bold dash line shows the contour of the geosite.

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 данные по эволюции руководящих групп органических остатков (конодонты, гониатиты, остракоды, фораминиферы 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 была ратифицирована 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 «Месягутово», 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 Сикася (рис. 15). Для установления точки регионального стратотипа границы франа и фамена здесь считаются перспективными разрезы «Большая Барма», «Аккыр», «Ряузьяк» и «Кук-Караук» [Тагариева, Мизенс, 2015]. Следует также отметить стратотип мандымского горизонта франа у пос. Мендим. Не менее важны и разрезы башкирского яруса, впервые описанные на Южном Урале. Так, разрез башкирского яруса на р. Аскын (разрез «Солонцы») непосредственно к северу от границы Гафурийского района считается стратотипическим. В целом в обнажениях долины р. Аскын выходят отложения среднего и верхнего девона, всего карбона и нижней перми [Artyushkova и др., 2011; Алексеев и др., 2010; Kulagina et al.,

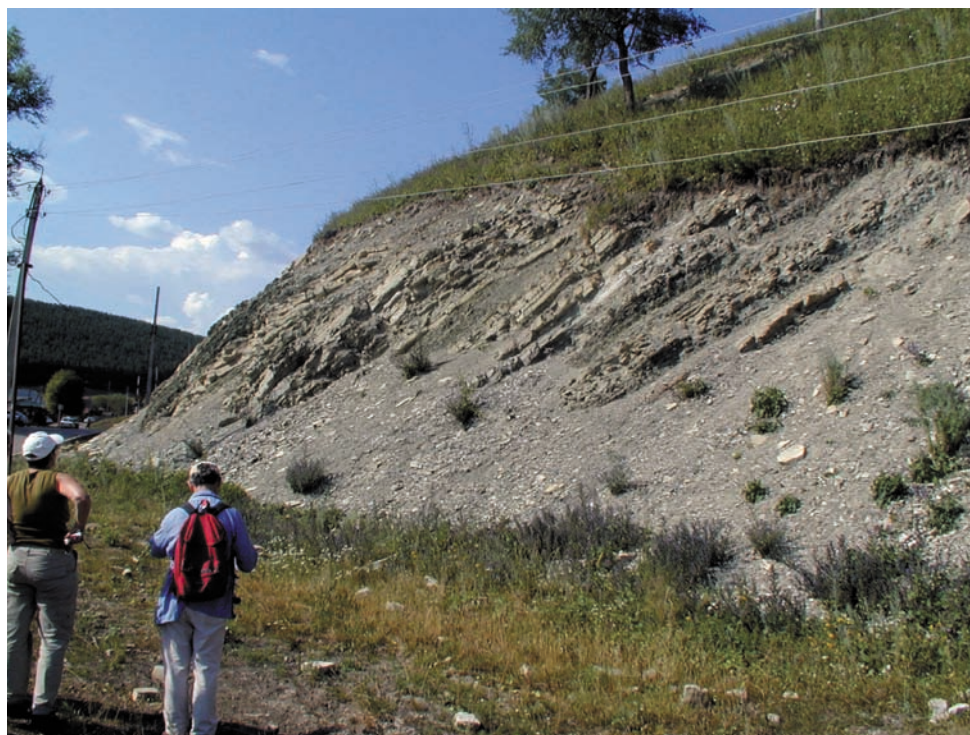


Рис. 12. Разрез «Усолка». Основание сакмарского яруса, где забит первый в России «золотой гвоздь» (GSSP сакмарского яруса)

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

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. Таш-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.

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 отношении отвечающих верхам ассельского, сакмарскому и нижней части артинского ярусов. На восточных склонах рифов происходило образование олистостромов. В осевой части прогиба отлагались разновозрастные с рифами глубоководные осадки, представленные глинистыми сланцами, горючими сланцами, кремнями, мергелями с угнетенной макрофауной, мощностью первые десятки метров. Разница в мощности рифов и разновозрастных 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

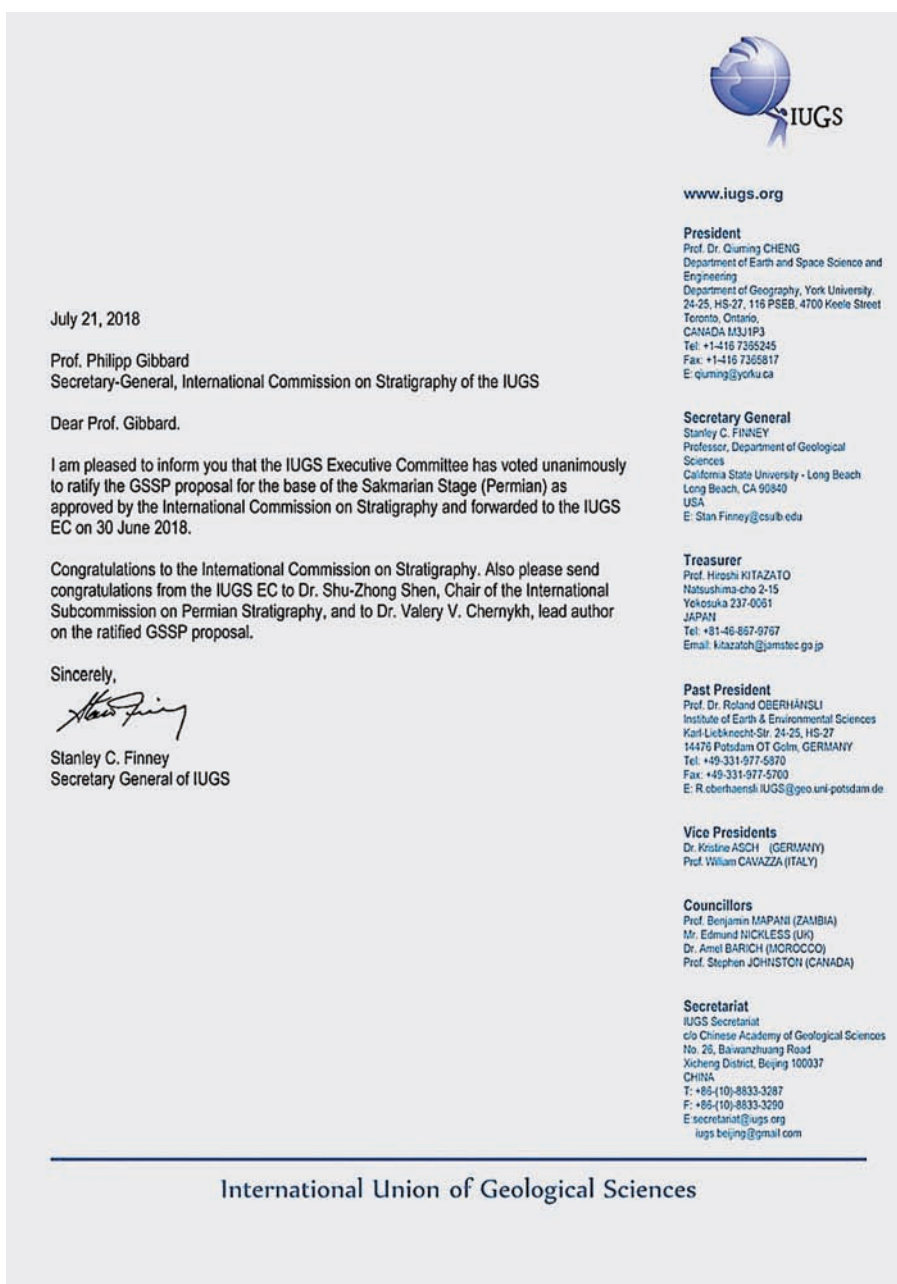


Рис. 14. Документ о ратификации GSSP на р. Усолке Международным Союзом геологических наук

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

образованию суспензионных 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 только окончательно заполнивших впадину прогиба, но и распространившихся 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, с которыми связаны складчатые дислокации;

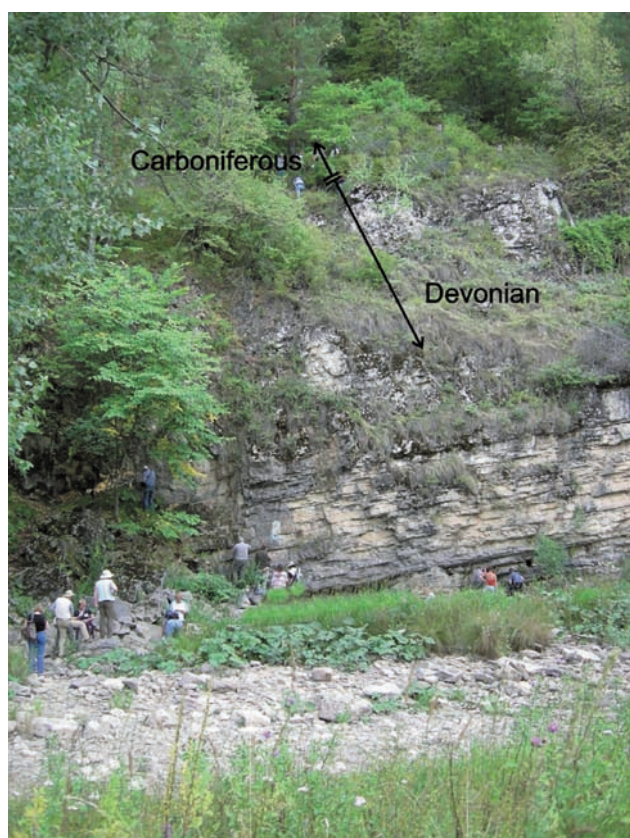


Рис. 15. Граница девона и карбона. Разрез р. Сикася [Artiushkova et al., 2011]

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

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): Тратау, Шах-тау, Куш-тау и Юрак-тау. Шах-тау в настоящее время не существует (срыт 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.

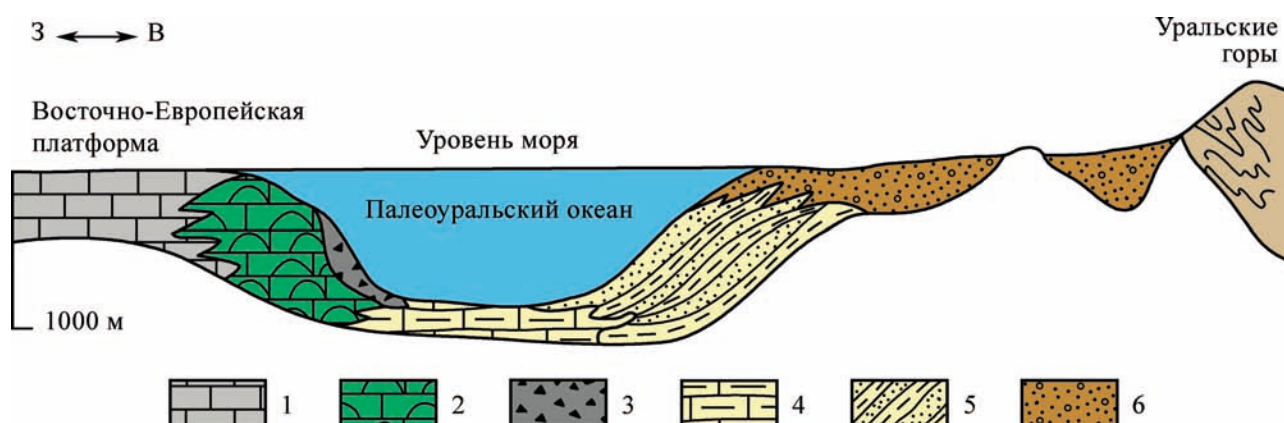


Рис. 16. Схема строения Предуральского краевого прогиба в начале пермского периода (поперечное пересечение)

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.

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 месторожде-

ний 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. Королук, 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

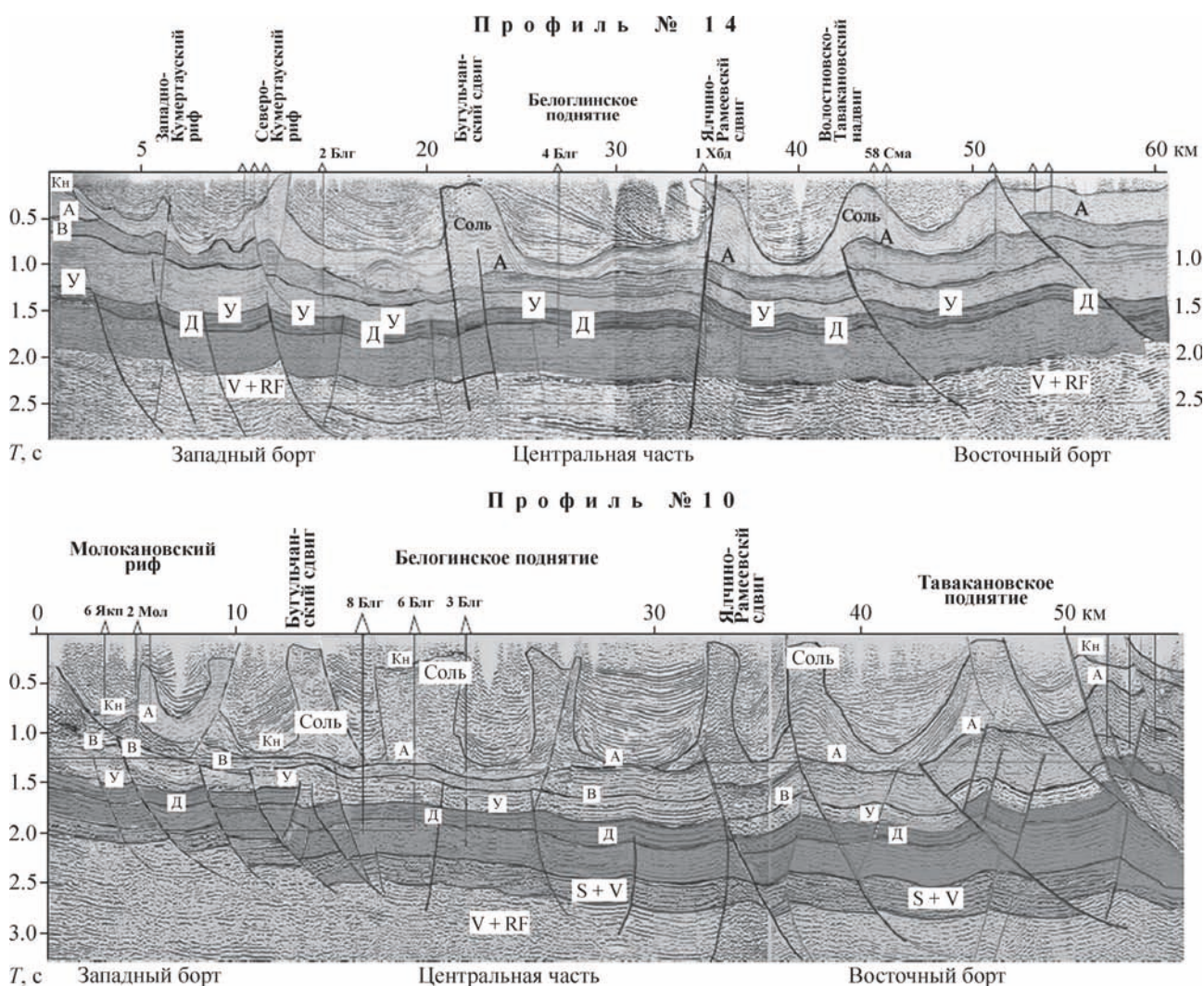


Рис. 17. Сейсмические профили № 14 и 10 через Предуральский краевой прогиб, непосредственно к югу от геопарка «Торатау» [Светлакова и др., 2008]

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-силурийских отложений; V+R — рифейско-вендские 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.

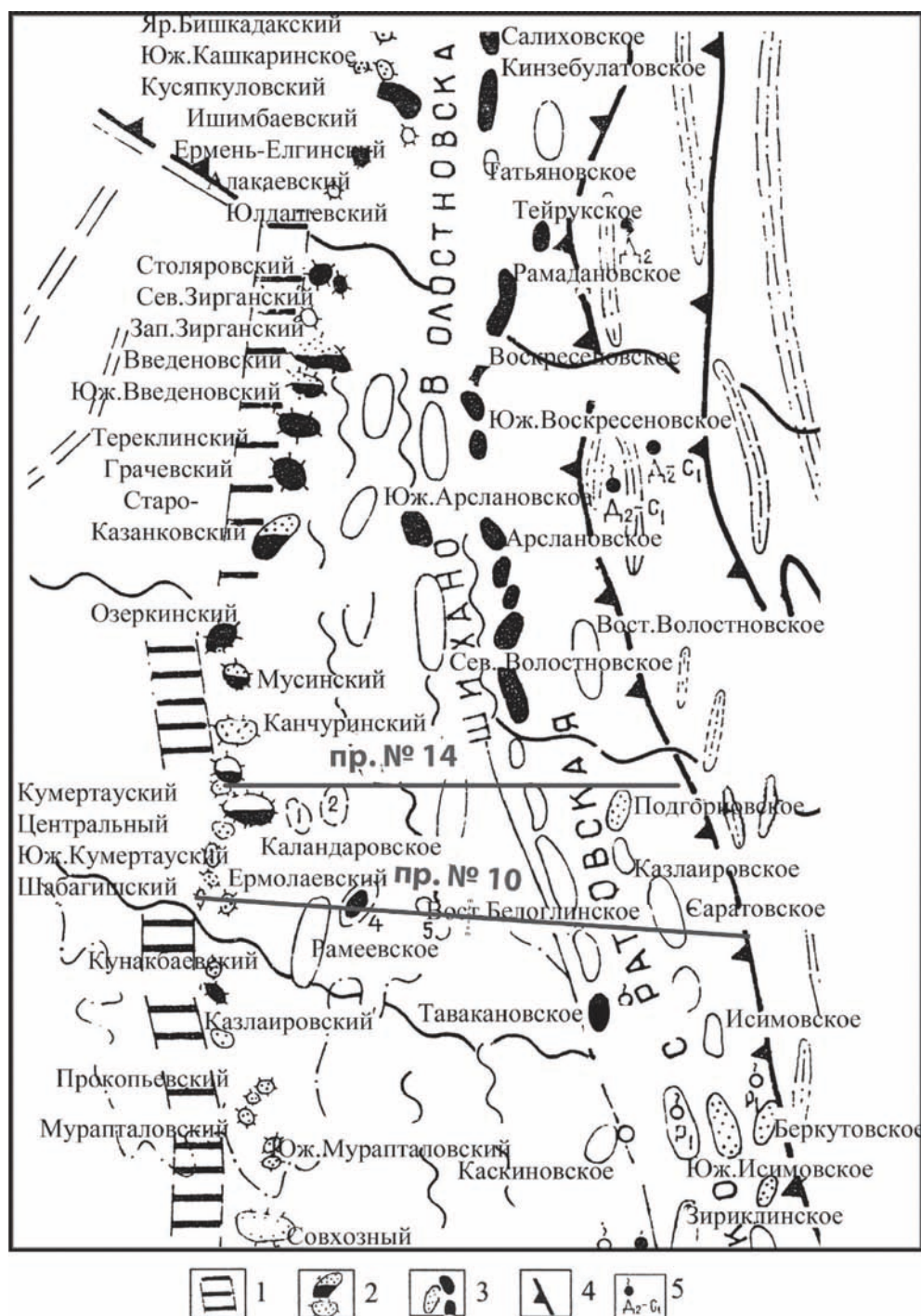


Рис. 18. Схема расположения профилей № 14 и 10 относительно цепочек нефтегазоносных структур: карбонатных рифов на западном краю Предуралья прогиба и антиклиналей, связанных с надвигами на восточном краю [Светлакова и др., 2007]

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.

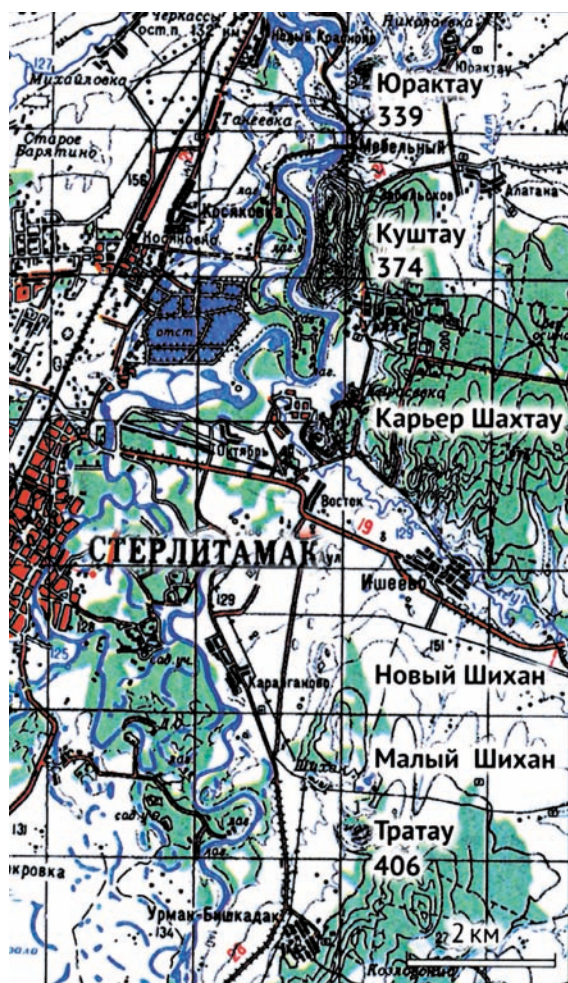
Fig. 18. The position of the seismic profiles No. 14 and 10 in relation of chains of oil and gas structures: carbonate reefs at the western margin of the Preuralian foredeep and anticlines, connected with thrusts at the eastern margin [Svetlakova et al., 2007]

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 – Kinsebulatovo 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 принавивовые 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



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 развели залежи очень чистого известняка, пригодного для химической промышленности. Вместе с расположенным рядом (в пределах геопарка) крупнейшим Ярбишдакским 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 Тратау 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.

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

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



Рис. 21. Шихан Тратау (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

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

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.

Среднеюрско-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. Мезо-кайнозойские и палеогеновые отложения развиты на территории РБ очень слабо. В основном они представлены маломощными континентальными и отчасти прибрежно-морскими отложениями или отсутствуют. В периоды трансгрессий



Рис. 24. Озеро Тугар-Салган, вид с г. Тратау. 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

(поздняя юра, поздний мел, ранний эоцен) море краем заходило на территорию Предуральяского краевого прогиба, образуя с юга так называемый Башкирский залив. В момент максимума трансгрессии в сантон-кампанское 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 бурогоугольного 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 Курбантау, где в верхней части наблюдаются конгломераты и песчаники нижнего триаса). Кутлутузинские обнажения верхнемеловых, сантонских пород описаны в бывшем песчаном карьере Красноуфимского 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 правом берегу 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 бурогоугольного 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 — ограниченные по площади, блюдцеобразные синклинали, приуроченные к пермским антиклиналям с кунгурскими эвапоритами 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, алевроитов, 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 размыв, 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 (нео-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.
- ♦ Аскынская 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. Рязяк 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 закарстован-

ности, 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 настоящем сборнике.

Особую группу природных геолого-гидрологических памятников составляют минеральные источники (подробнее — см. статью Р.Ф. Абдрахманова в этом сборнике). 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 ассельского яруса, в 30 км к юго-востоку от г. Ишимбай (д. Уразбаево). Наконец, в южной части геопарка, в частности на правом берегу 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 этом сборнике).

Объекты космического происхождения на территории геопарка «Торатау»

Краткий обзор материалов по объектам космического происхождения на территории геопарка «Торатау» приведен ниже в статье А.Г. Султановой и др. К таким объектам относится железный метеорит «Стерлита-

мак» 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 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. Карла Маркса, 6). Институт Геологии, добывший метеорит и затративший на это четверть своего годового бюджета, к сожалению, даже не упомянут, и ученые 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



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

и др., 2002]. Место падения метеорита сохранилось и представляет сейчас небольшое озерко: оно образовалось за счет того, что карьер, вырытый для из-

влечения метеорита, по размерам был значительно больше первичного кратера (рис. 27). Географические координаты: N 55°36'50", E 55°36'50".



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>)

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, тектоники, палеонтологии, литологии, палеогеографии, гидрогеологии, 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: Тау, 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., Канитова З.А., Биктимирова З.Р. Литологические особенности диамиктитов 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.
- 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 минералогические 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., Бушари на С.В. U–Pb (SHRIMP) возраст цирконов из гранитоидной гальки конгломератов кукаркауской свиты ашинской серии венда Алатауского антиклинория (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, седиментогенез, литогенез, минералогия, геологические памятники природы). Екатеринбург: ИГГ 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.
- Миц 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 докембрия 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 металлогении). 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. Плюмы – 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., Кузнецов Н.Б., Яшунский 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. Еришова / ФГУП Уралгеодезия. Екатеринбург, 2010. Т. 2: Юг Республики. 180 с.

Светлакова А.Н., Горожанкина 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 ресурсах АН РБ. 2007. № 11. С. 51–56.

Светлакова А.Н., Разуваев В.И., Горожанкина Е.Н., Пучков В.Н., Днистрянский В.И., Гореликов В.И., Побережский С.М., Горожанин В.М. Новые данные о строении южной части Предуралья 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., Сезько 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: Материалы Межведомственного рабочего совещания, 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 прилегающих регионов: сегодня и завтра: Труды 12-го Уральского литологического совещания. Екатеринбург, 2018. С. 342–343.

Тагариева 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: Информреклама, 2002. 105 с.

Яхимович В.Л., Адрианова О.С. Южноуральский бурый угольный бассейн // Кайнозой Башкирского Предуралья. Уфа: ГТИ 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., Kononova 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.

УДК 551.71/72(234.853)

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

© 2020 г. Н.Д. Сергеева, О.В. Козлова, С.А. Солодова

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

Реферат. На территории геопарка «Торатау» докембрийские 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 докембрия, составляющих ядро и крылья Алатауского антиклинория, который осложняет западное крыло Башкирского мегантиклинория – наиболее крупной структуры Центрально-Уральской мегазоны. При характеристике стратиграфии отложений докембрия 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 антиклинория 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 антиклинории, 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

Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

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.

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 антиклиз, Предуральский краевой прогиб и Уральская складчатая система [Геологическая..., 2002] (рис. 1).

В пределах восточной окраины Восточно-Европейской платформы докембрийские (рифейско-венд-

ские) осадочные комплексы и архейско-раннепротерозойские 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 антиклинорию, включающему здесь Алатаускую, Рязякскую, Ялмаш-Урюкскую антиклинали и антиклиналь хребта Калу и Кулгунинскую и Зилимо-Шишиньякскую синклинали [Геологическая..., 2002].

Принимаемая стратиграфическая схема

В Общей стратиграфической шкале докембрия России [Стратиграфический..., 2006] (рис. 2А) верхний протерозой 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 докембрия» состоялась первая большая геологическая экскурсия иностранных ученых по разрезам докембрийских отложений Южного Урала, которая имела решающее значение для признания рифея как единицы Международной шкалы докембрия.

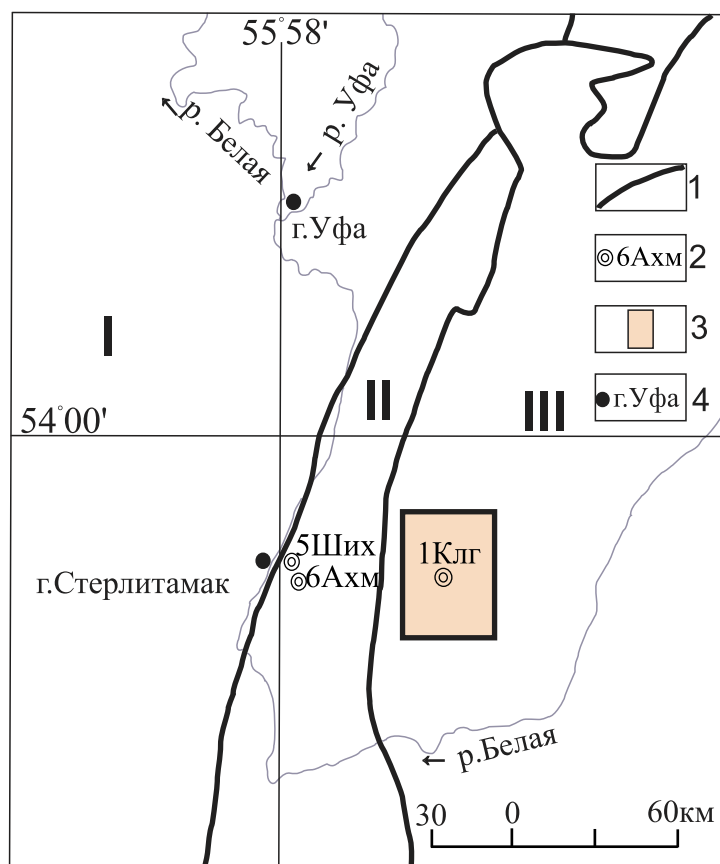


Рис. 1. Схема основных структур и местоположение участка с развитием отложений докембрия на территории геопарка «Торатау»

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 (Ахм — Akhmerovskaya, Ших — Shikhanskaya, Клг — Kulguninskaya); 3 location of the site; 4 cities.

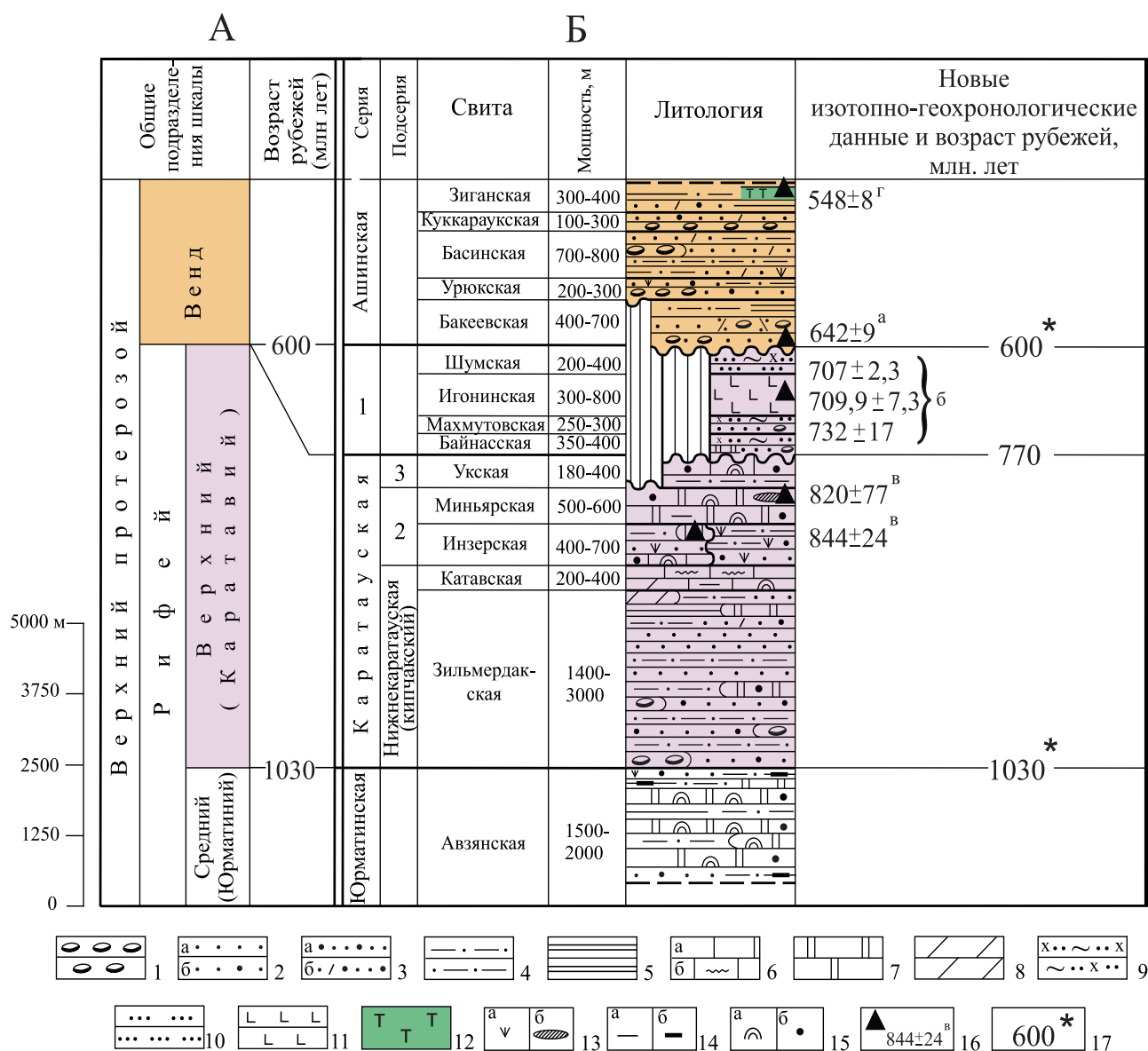


Рис. 2. А Общая стратиграфическая шкала докембрия России [Стратиграфический..., 2006], **Б** уточненная стратиграфическая схема и сводный литолого-стратиграфический разрез верхнего и завершающего рифея и венда Башкирского мегантиклинория (Южный Урал) [Козлов и др., 2008], с дополнениями и изменениями

Условные обозначения: 1 конгломераты; 2 3 песчаники: 2 кварцевые (а), полевошпат кварцевые (б); 3 аркозовые (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, RF₄); 2 среднекаратауская подсерия (тангаурский 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 volcanogenic 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: a Rb Sr age of glauconite [Zaitseva et al., 2019], b U Pb age of zircon [Krasnobaev et al., 2012]; c Pb Pb age of limestones and dolomites [Kuznetsov et al., 2017], d 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, RF₄); 2 the Middle Karatau subseries (Tangaur horizon); 3 Upper Karatau subseries (Kudash horizon).

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» докембрийские 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 докембрия в границах геопарка «Торатау» нами используются: Общая шкала докембрия России [Стратиграфический..., 2006] и региональная стратиграфическая схема докембрия 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 рифее только три эратемы: нижняя (бурзяний), средняя (юрматиний) и верхняя (каратавий) (см. рис. 2А).

В уточненной стратиграфической схеме (см. рис. 2Б) в верхнем протерозое Южного Урала (на восточном крыле Башкирского мегантиклинория) на основе новых SHRIMP-датировок 707.0 ± 2.3 млн лет и 732.1 ± 1.7 млн лет (U-Pb метод) по цирконам из аршинских вулканитов в Тирлянском районе [Краснобаев и др., 2012] выделен новый надкаратауский (но довендский) стратон — аршиний (завершающий рифей с индексом RF₄ [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 аршиния — нового стратона завершающего рифея не входит в противоречие с возрастом (Pb-Pb метод) подстилающих карбонатных пород миньярской (820 ± 77 млн лет) и инзерской (844 ± 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 ± 9 млн лет по глаукониту [Зайцева и др., 2019] из песчаников баетеевской свиты основания венда (см. рис. 2Б).

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

На территории геопарка «Торатау» рифейско-вендские образования слагают ядро и крылья Алатауского антиклинория и представлены отложениями каратауской 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 каратауской серии представлен отложениями зильмердакской, катавской, инзерской и миньярской свит, залегающими в ядре Алатауского антиклинория.

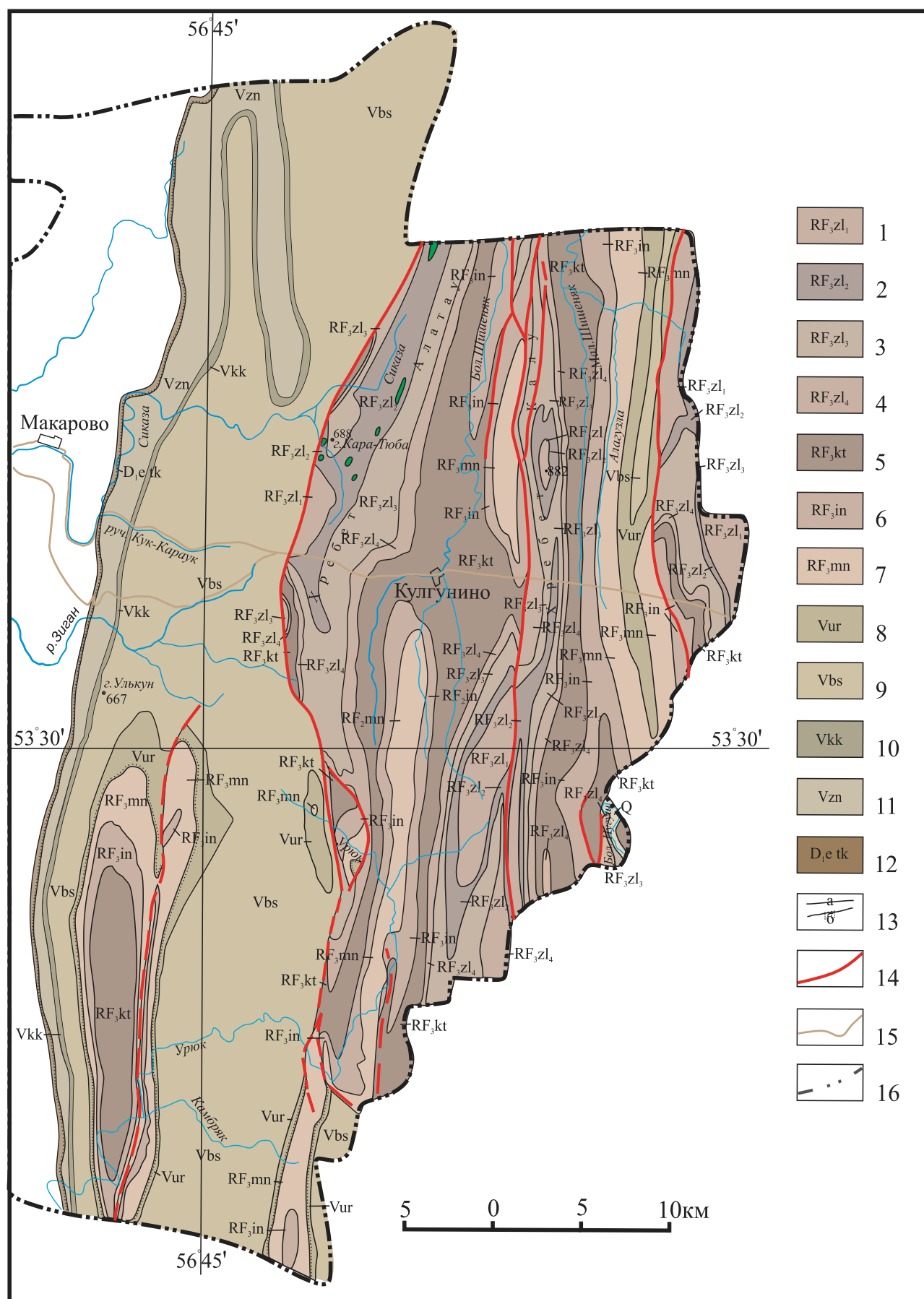
Зильмердакская свита (RF₃zl) слагает хребты Алатау, Калу, Ардакты, Баштин. На рассматриваемой территории мощность отложений свиты, по данным И.И. и З.А. Синициных [1968], Г.Б. Яковлева и Н.Ф. Решетникова [1967], составляет 1140–1470 м. Свита расчленена на бирьянскую (песчаники и алевролиты кварцевые и аркозовые, грубозернистые, светло-серого и коричневого цвета, мелкогалечные

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

Условные обозначения: 1 7 отложения верхнего рифея (RF₃). Свиты: 1 4 зильмердакская (подсвиты: 1 бирьянская, 2 нугушская, 3 лемезинская, 4 бедершинская); 5 катавская; 6 инзерская; 7 миньярская; 8 11 отложения венда (V), свиты: 8 урюкская, 9 басинская, 10 куккараукская, 11 зиганская; 12 такатинский горизонт эмского яруса нижнего девона; 13 геологические границы согласные (а) и несогласные (б); 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) [Sinitsin, Sinitsina, 1968; Yakovlev, Reshetnikov, 1967]

Legend: 1 7 deposits of the Upper Riphean (RF₃). Formations: 1 4 Zilmerdak (retinues: 1 Biryann, 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 Horizon of the Emsian Stage of the Lower Devonian; 13 geological boundaries conform (a) and unconform (b); 14 tectonic disturbances; 15 roads; 16 administrative boundaries.



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 прослоями 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 Юрматау 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 прослоями темно-серых аргиллитов. Мощность свиты оценивалась И.И. и З.А. Синициными [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 центриклинальном замыкании Кулгунинской синклинали, осложняющей западное крыло Алатауского антиклинория [Козлов и др., 2011a]).

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

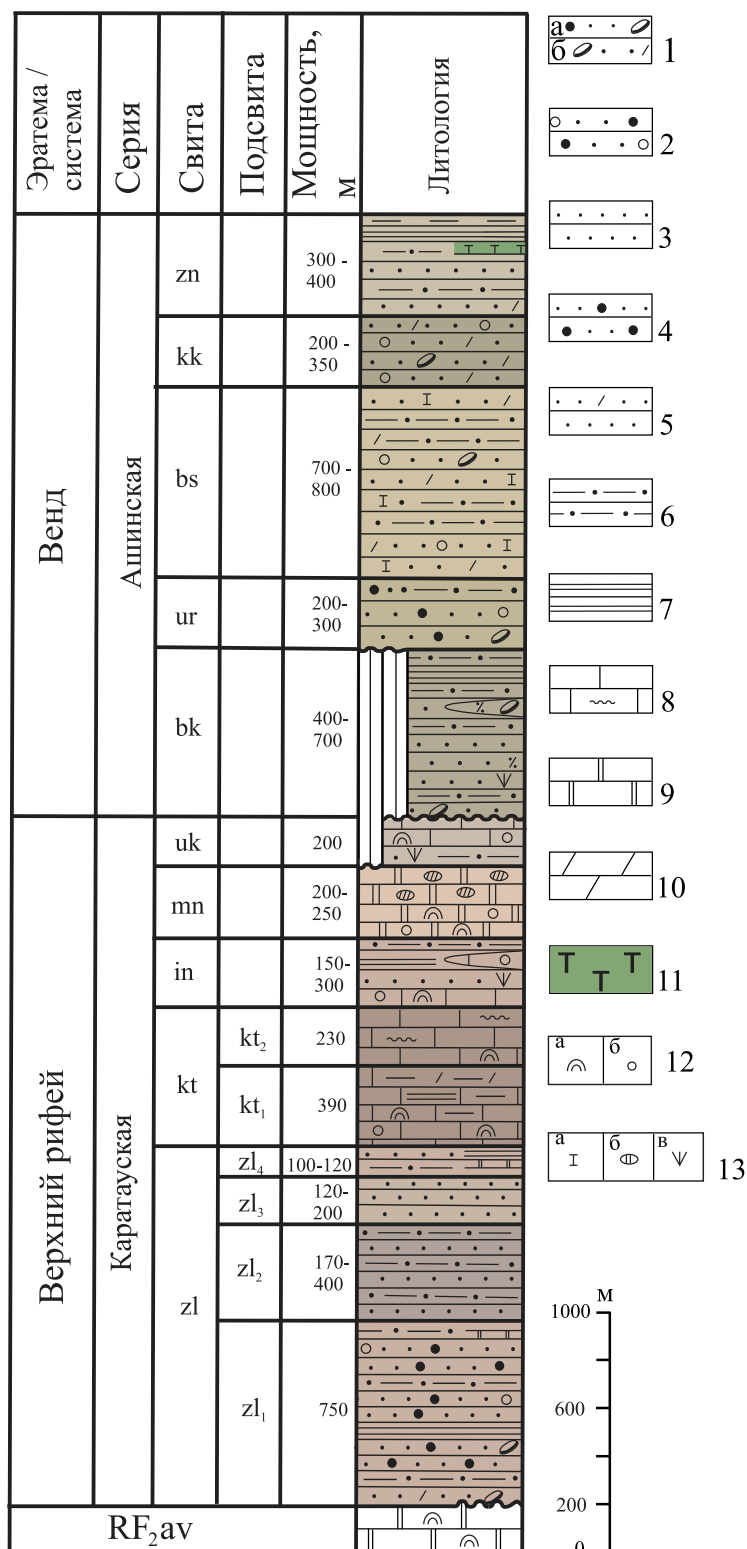


Рис. 4. Литолого-стратиграфическая колонка отложений рифея и венда Алатауского антиклинория на территории геопарка «Торатау»

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). RF₂av – 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 tillites (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). RF₂av – Middle Riphean, Avzyan Formation.

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 растащенными 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, прослоями зеленовато- и светло-серыми) известняками тонкозернистыми, с тонкими слоями 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, прослоями 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 алевроитовых 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, Бол. и Мал. Шишеняк и их притокам. По особенностям состава инзерская свита расчленена на две подсвиты: нижнюю (подинзерские слои мощностью 100–300 м), сложенную известняками 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 прослоями 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, Урюк, слагает ядра Кулгунинской и Зилимо-Шишенякской синклиналей и западное крыло 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.

Укская свита фрагментарно отмечается по рекам Зилим, Урюк и Бол. Нугуш и их притокам, где мощность отложений не превышает 200 м. На подстилающих отложениях миньярской свиты укская залегает с постепенным переходом. По особенностям литологического состава укская 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 мегантиклинория ашинская серия в составе бакеевской, урюкской, басинской, куккараукской и зиганской свит развита преимущественно на крыльях Алатауского антиклинория. Западное крыло антиклинория 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. Максимальная 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, б, описание разреза приведено в статье Н.Д. Сергеевой и В.Н. Пучкова в настоящем сборнике).



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 – Kulgunino 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

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 куккарауской 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 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.

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



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

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: Тау, 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., Крупнин 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 минералогические, 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., Горюжанин 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. Шишенякская 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.

УДК 551.71/72(234.853)

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

© 2020 г. Н.Д. Сергеева¹, В.Н. Пучков^{1,2}¹ *Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН*² *Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург*

Реферат. В статье приведена характеристика ашинской молассы тиманского орогена в разрезе по руч. Кукраук на западном крыле Алатауского антиклинория (Южный Урал). В складчатый комплекс тиманид включены отложения басинской, кукараукской 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 кукараукской 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 Барангуловского габбро-гранитного комплекса (725 ± 5 млн. лет), расположенных в северной части зоны Уралтау на Южном Урале, к востоку от осадочного бассейна. Разрезы басинской, кукараукской 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: моласса, венд, ороген, ашинская, серия, свита, басинская, кукараукская, зиганская, Южный Урал

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

© 2019 N.D. Sergeeva¹, V.N. Puchkov^{1,2}¹ *Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences*² *The Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg*

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 gabbro granite complex (725 ± 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, Юрюзань, Инзер, Басу, Зилим, Нугуш, 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 антиклинория (рис. 2а), где они обнажены в береговых скалах и по руслу ручья на протяжении 11 км и имеют мощность более 1.5 км. Высокие и красивые скалы образованы конгломератами 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 (МППГК), осуществляемой 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° 35' 20.96", E 56° 47' 36.00") и продолжается на запад по ручью

Кукраук (см. рис. 1, точка б). 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 аркозовые разности.

На водоразделе р. Зиган и руч. Кукраук (рис. 1, точка 7) вдоль нового участка дороги Стерлитамак – Белорецк в дорожной выемке сотрудниками ИГД 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, разнотекстурными, с прослоями гравелитов, а в средней части — разногальчаными (преимущественно мелко- и среднегальчаными) 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 катаклазированными, зеленовато- и розовато-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 прослоями и пачками аргиллитов. С подстилающей

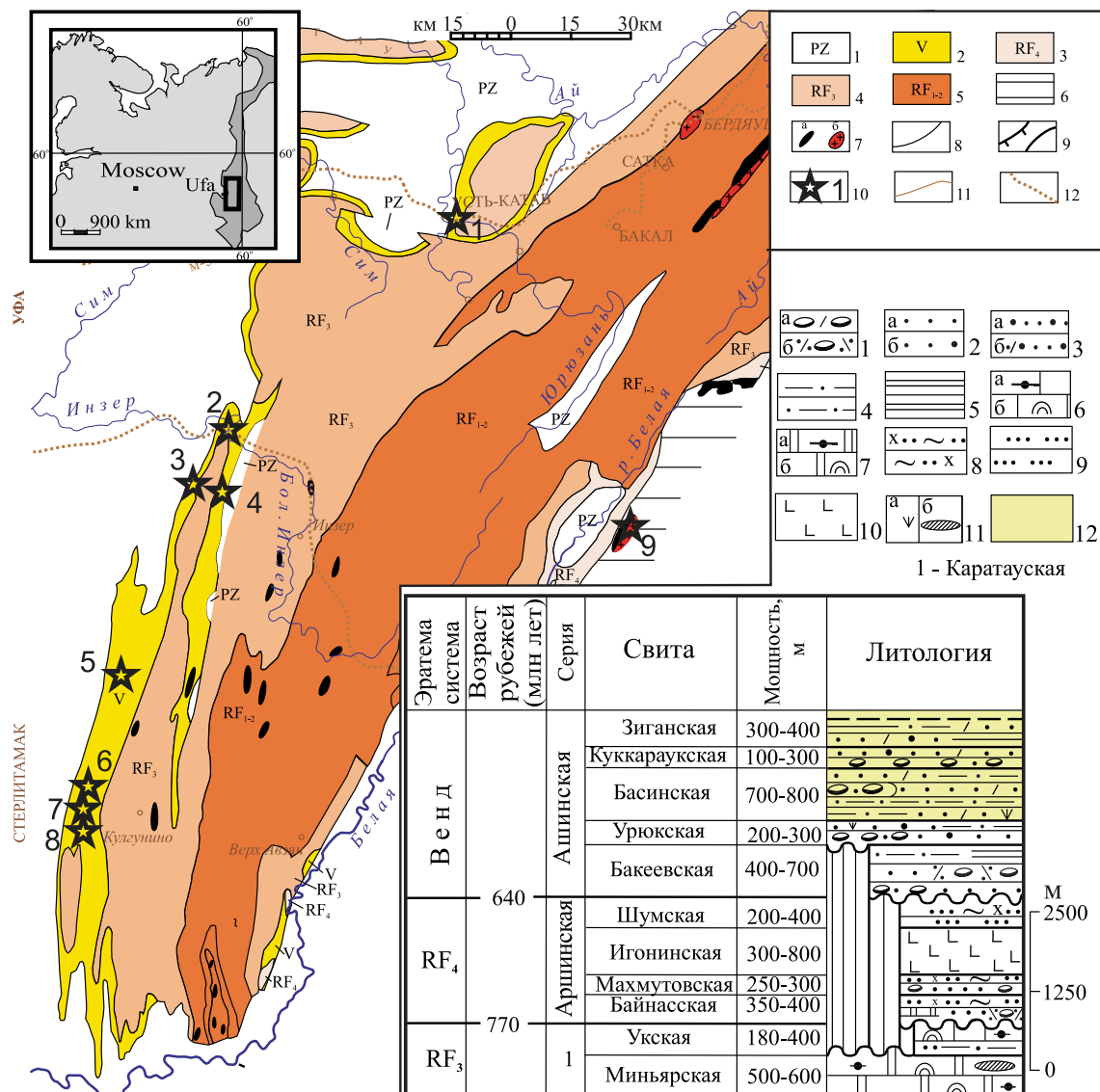


Рис. 1. Схематическая геологическая карта и литолого-стратиграфическая колонка образований рифея и венда Башкирского мегантиклинория (Южный Урал) с расположением опорных разрезов венда

Карта составлена с использованием [Геологическая..., 2002; Козлов и др., 2011; Puchkov et al., 2014]. Условные обозначения. К карте: 1 5 нерасчлененные отложения: 1 палеозой (PZ), 2 венда (V), 3 завершающего (RF₄), 4 верхнего (RF₃) и 5 нижнего среднего (RF₁₋₂) 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. Юрюзань в районе г. Усть-Катав, 2 р. Инзер и руч. Агарды в районе д. Габдюк, 3 р. Басу и дорожные выемки по автодороге Уфа Белорецк северо западнее хут. Кулмас, 4 вдоль а/д Уфа Белорецк в 6 км западнее моста через р. Зуячку, 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 Барангуловский гранитные массивы); 11 автодороги; 12 железные дороги. 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 микрофитолидами (а) и со строматолитами (б); 7 доломиты с микрофитолидами (а) и со строматолитами (б); 8 серицит 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 deposits: 1 Paleozoic (PZ), 2 Vendian (V), 3 Terminal (RF₄), 4 Upper (RF₃) and 5 Lower Middle (RF₁₋₂) Riphean; 6 Uraltau 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.

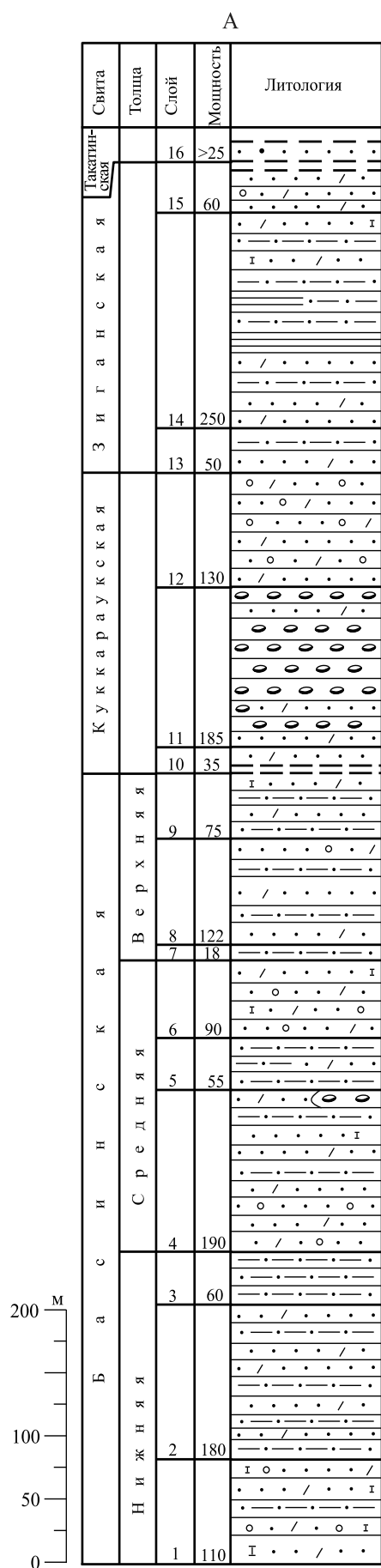


Рис. 2. Стратиграфическая колонка (А) отложений басинской, куккараукской и зиганской свит по руч. Кукраук. Конгломераты куккараукской свиты в русле ручья (Б)

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 (Б)

Legend in the fig. 1.

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 прослой 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 прослой в отложениях зиганской свиты установлены также в разрезах по р. Юрюзань в районе г. Усть-Катав (см. рис. 1, точка 1) и вдоль а/д Уфа–Белорецк в 6 км западнее моста через р. Зуячку (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. Беккера. 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 ± 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 ($530\text{--}550$ 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. Зуячка по а/трассе Уфа–Белорецк (восточное крыло Алатауского антиклинория, 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 ориентировочной для источника кластики конгломератов куккараукской свиты. Надежная SHRIMP-датировка 713.6 ± 6.1 млн лет [Краснобаев и др., 2019] получена 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). Эта датировка свидетельствует о том, что в вендское время в области сноса происходил размыв гранитоидных пород, близких по возрасту к гранитам Мазаринского массива $710\text{--}740$ млн лет [Краснобаев и др., 2012] и Барангуловского габбро-гранитного комплекса 725 ± 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 ± 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 вендское время в области сноса происходил размыв гранитоидных пород, близких по возрасту к гранитам Мазаринского массива $710\text{--}740$ млн лет [Краснобаев и др., 2012] и Барангуловского габбро-гранитного комплекса 725 ± 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., Крупнин 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.* Арумбе-риеморфные 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 Барангуловского 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 антиклинория (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 докембрия 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}Ar – ^{39}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., 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.
- 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.

УДК 551.3.051:551.72

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

© 2020г. В.М. Горожанин¹, С.В. Мичурин¹, З.А. Войкина¹,
А.А. Шарипова¹, З.Р. Биктимерова¹, А.Г. Султанова^{1,2}

¹ *Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН*

² *Башкирский государственный университет, г. Уфа*

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 предвендского палеокарста – свидетельство эрозионного контакта.

Наличие горизонтов диамиктитов и песчаников с характерными подводно оползневыми деформациями, которые заполняли каналы, врезанные в толщи горизонтальнослоистых песчаников, позволяет отнести базальные отложения толпаровской свиты к осадкам марино гляциального происхождения, накопление которых происходило ниже базиса волновой активности. Вытаивающий грубый диамиктитовый 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 диамиктитового материала на терригенный шельф и его размыва приливно отливной и штормовой деятельностью. В вышележащих отложениях суировской и урюкской свит 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 гляциальные 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 гляциооризонтов – стертского или мариноанского.

Ключевые слова: неопротерозой, рифей, венд, диамиктиты, толпаровская и суировская свиты, подводно оползневые деформации, марино гляциальная седиментация, Южный Урал, Башкирский мегантиклинорий

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

© 2019 V.M. Gorozhanin¹, S.V. Michurin¹, Z.A. Voikina¹,
A.A. Sharipova¹, Z.R. Biktimeroval¹, A.G. Sultanova^{1,2}

¹ *Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences*

² *Bashkir State University, Ufa*

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, 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 вендом 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 — Палеоурала [Олли, 1948] или Тимано-Кадомского орогена [Пучков, 2010]. Ашинская серия стратиграфически сопоставляется с вендским 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 вендских (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 конгломе-

раты или диамиктиты — 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 вендских диамиктитов 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 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 Мал. Толпара, Зилима, Мал. и Бол. Ревата показало, что вендские 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

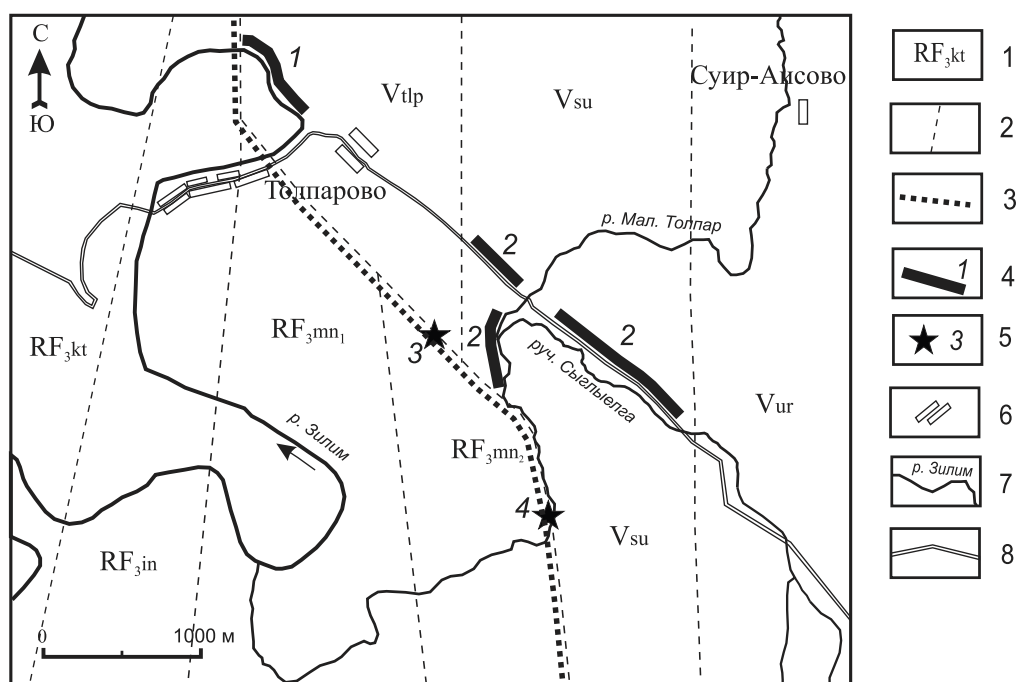


Рис. 1. Геологическая схема района д. Толпарово и положение изученных разрезов вендских отложений

Условные обозначения: 1 — выходы верхнедокембрийских отложений и индексы стратиграфических подразделений: RF₃ — 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 брекчии 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: RF₃ — Upper Riphean, Formation: kt — Katav, in — Inzer, mn — Mynyar; 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 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.

разных стратиграфических уровнях: в устье р. Реват — на известняках катавской свиты, в разрезе по р. Зилим ниже д. Толпарово — на 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 элювиальной или пляжевой природе отложений урюк-

ской 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 вендских 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° 01' 02.8" N, 57° 07' 25.9" E), где ранее имелось коренное обнажение закарстованных и железистых доломитов с большим количеством терригенного материала песчано-гравийной

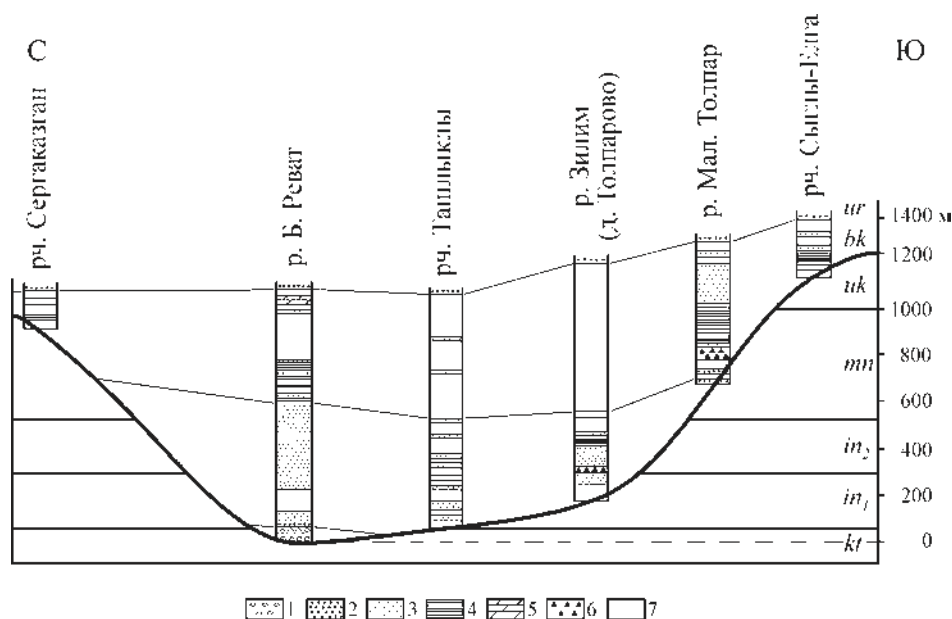


Рис. 2. Схема сопоставления разрезов доурукских отложений (толпаровская и суировская свиты), выполняющих эрозионную палеовпадину в отложениях верхнего рифея в районе д. Толпарово [Горожанин, 1988]

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

Fig. 2. The correlation scheme of the sections of the pre-Uryukian deposits (Tolparovo and Suirvo 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.

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, и 57° 07' 58,2" E), недалеко от сближенного контакта миньярских доломитов и алевропесчаников суировской свиты (рис. 4а).

Здесь можно наблюдать слой брекчий, представляющий собой толщу хаотического бесструктурного нагромождения карбонатных обломков (см. рис. 4в), 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. 4г–е), а также галькой и дресвой различной степени окатанности; карбонатные глыбы имеют немного сглаженные очертания, обломки кремней — все остроугольные.

Матрикс брекчий, 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-брекчий (брекчий обрушения), состоящей



Рис. 3. Элювий карстовой брекчии в миньярских доломитах
Fig. 3. Eluvium of karst breccia in the Minyar Formation dolomite

из угловатых глыб и обломков только 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 размыв 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 предвендский возраст карстового процесса.

Проявление предвендского карста в верхнедокембрийских 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, Канипова, 2017].

Литологически разрез достаточно однороден. Отложения представлены преимущественно массивными песчаниками. Выделяется четыре основных литотипа пород: 1 — массивные разнотекстурированные песчаники с характерными «дырками» — пустотами от выщелачивания карбонатных литокластов, этот тип песчаников наиболее распространен; 2 — тиллитовидные «мусорные» конгломераты (диамиктиты) 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 единственный прослой толщиной 0.3 м.

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

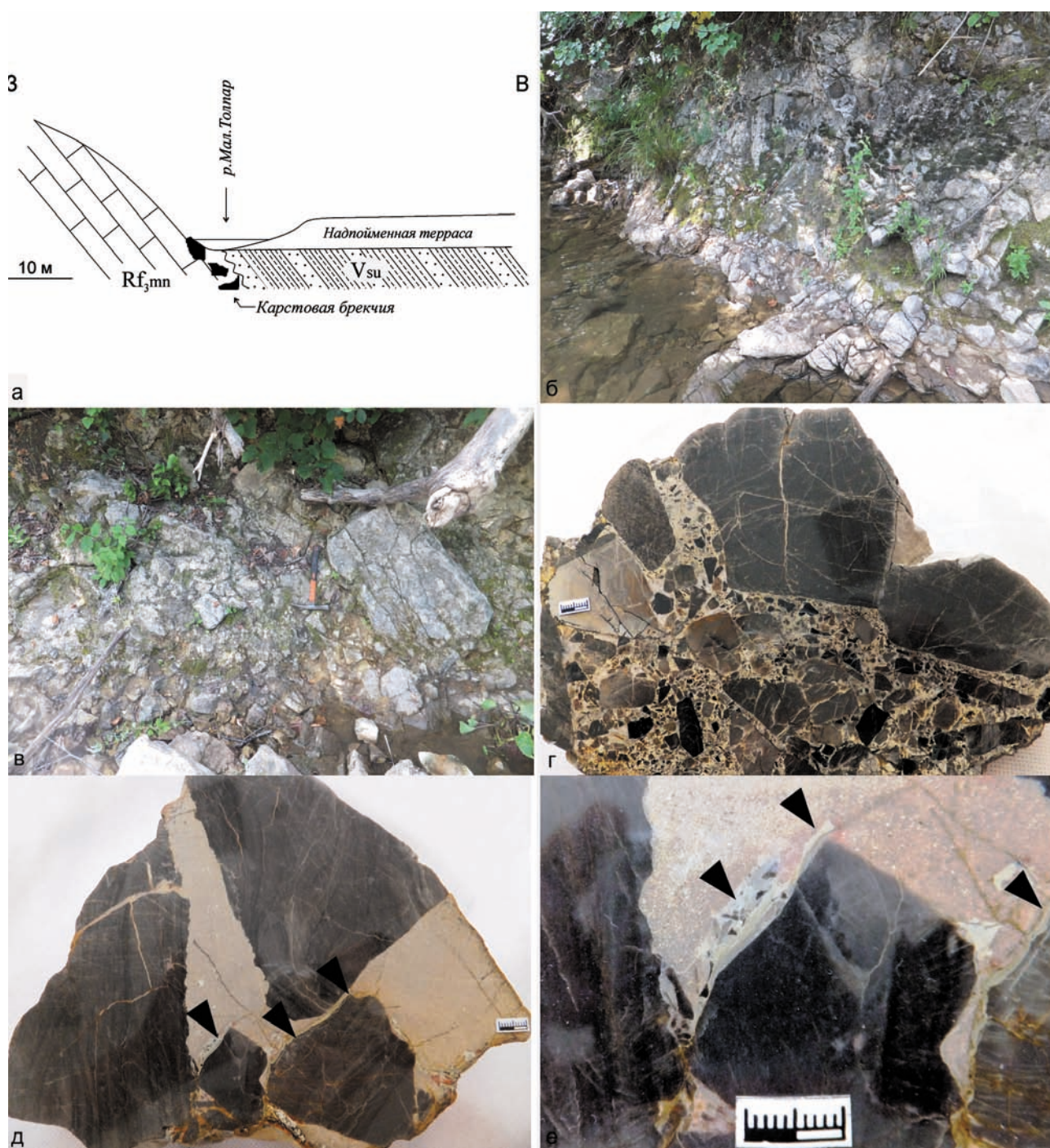


Рис. 4. Коренное обнажение палеокарстовой брекчии в русле р. Мал. Толпар

а геологическая схема строения долины р. Мал. Толпар и положение пласта с палеокарстовой брекчией: RF_3mn миньярская свита, V_{sui} 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 мелкощебнистым 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 paleokarst breccia: RF_3mn Minyar Formation, V_{sui} Suirovo Formation; б outcrop of carbonate rocks of the Minyar formation with the horizon of paleokarst breccia; the Mal. Tolpar river bed in 1.5 km above the mouth; в е paleokarst 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).

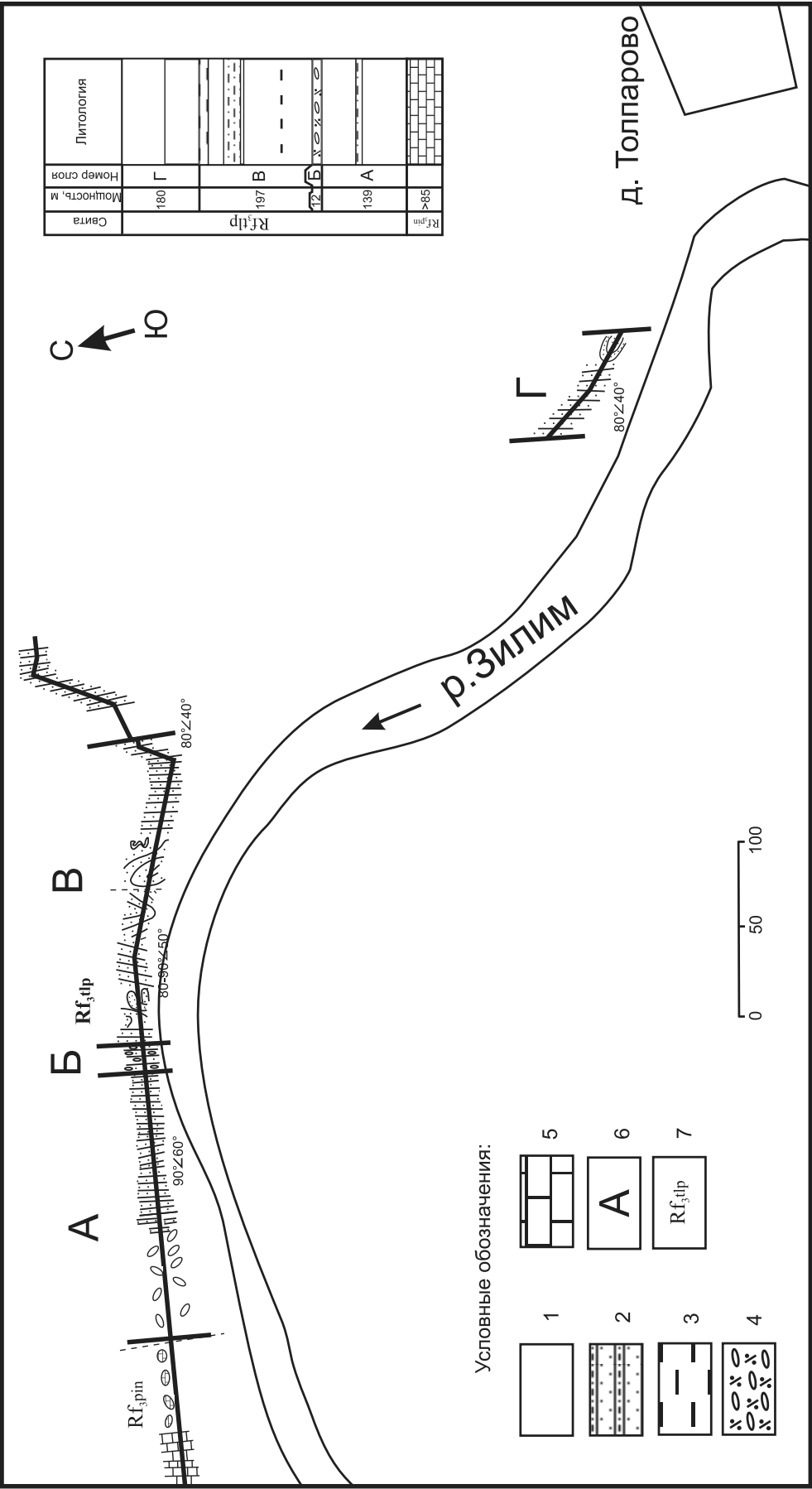


Рис. 5. Схема выходов и стратиграфическая колонка отложений толпаровской свиты по правому берегу р. Зилим ниже д. Толпарово [Горожанин, Канипова, 2017]
Условные обозначения: 1 — песчанки слоистые; 2 — массивные неслоистые песчаные диамиктиты с подводно-оползновыми явлениями; 3 — диамиктиты валунно-галечные; 4 — задернованные участки с обломками песчаников; 5 — известняки; 6 — индексы отложений; 7 — выделенные толщи: А — приливно-отливная с прослоями несортированных песчаников, Б — конгломератово-диамиктитовая, В — песчано-диамиктитовая, Г — песчано-диамиктитовая с горизонтом пиритовых 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 diamicrites with slumps; 3 — boulder-pebble diamicrites; 4 — cover areas with fragments of sandstones; 5 — limestones; 6 — Formation's indexes; 7 — established strata: А — tidal with layers of unsorted sandstones, Б — conglomerate-diamictite, В — sand-diamictite, Г — sand-diamictite with a horizon of pyrite nodules

В первую, диамиктитовую 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 — диамиктиты (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 диамиктитов является практически полное отсутствие слоистости, что отмечали и предыдущие исследователи [Маслов и др., 2001; Пучков и др., 2014]. Хаотично-беспорядочная неслоистая текстура пород, лишенная градиционности (рис. 6а), вероятно, связана с отложением плохо сортированного материала в условиях катастрофически быстрого его привноса обломочным потоком типа масс-флоу (mass-flow). Другой их особенностью является присутствие угловатых и плохо окатанных карбонатных обломков: в песчаниках — мелкогравийной размерности (рис. 6б), 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 «дырчатыми». Несмотря на то, что мощность собственно тиллитовидных конгломератов существенно меньше мощности песчаников, эти два литотипа связаны генетически и песчаники также относятся к диамиктитам. 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. 6г), и *песчаники кварцевые хорошо сортированные*, тонкоплитчатые, слагающие ясно выраженные ритмичные слои среди несортированных массивных песчаных диамиктитов (рис. 6д). В тонкоплитчатых песчаниках наблюдается отчетливая параллельная горизонтальная слоистость с хорошо выраженными двойными нитевидными слойками (куплетами) тонкого глинистого материала (рис. 7а). 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. 7б). 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 зернистости, 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 перемигиваться, и сформировалась толща чередования слоев перемигивного, хорошо сортированного и неперемигивного, 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, Канипова, 2017].

Самый крупный горизонт, мощностью около 35 м, находится в 10–15 м выше слоя диамиктитовых конгломератов (рис. 8а), 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. 8в–г). Сохранность



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 разнозернистый песчаник с «дырками» voids of leaching from carbonate lithoclasts; в clay rocks; г alternation of thin layered fine grained and thick layered massive coarse grained unsorted sandstones.

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. 8б). По-видимому, 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 регулярной 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. 7г) и бугорчато-ямчатых (рис. 7д) образований. Генезис



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

А — двойные нитевидные глинистые слои приливно отливной слоистости в мелкозернистых песчаниках; Б — крупноволнистая слоистость (типа хамоки); Б — подводно оползневая складка в неслоистых несортированных песчаных диамиктитах; Г — струйки стекания; Д — микроскладки оползания(?); Е — микроконкреции окисленного пирита в кровле диамиктито 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); Б — 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.

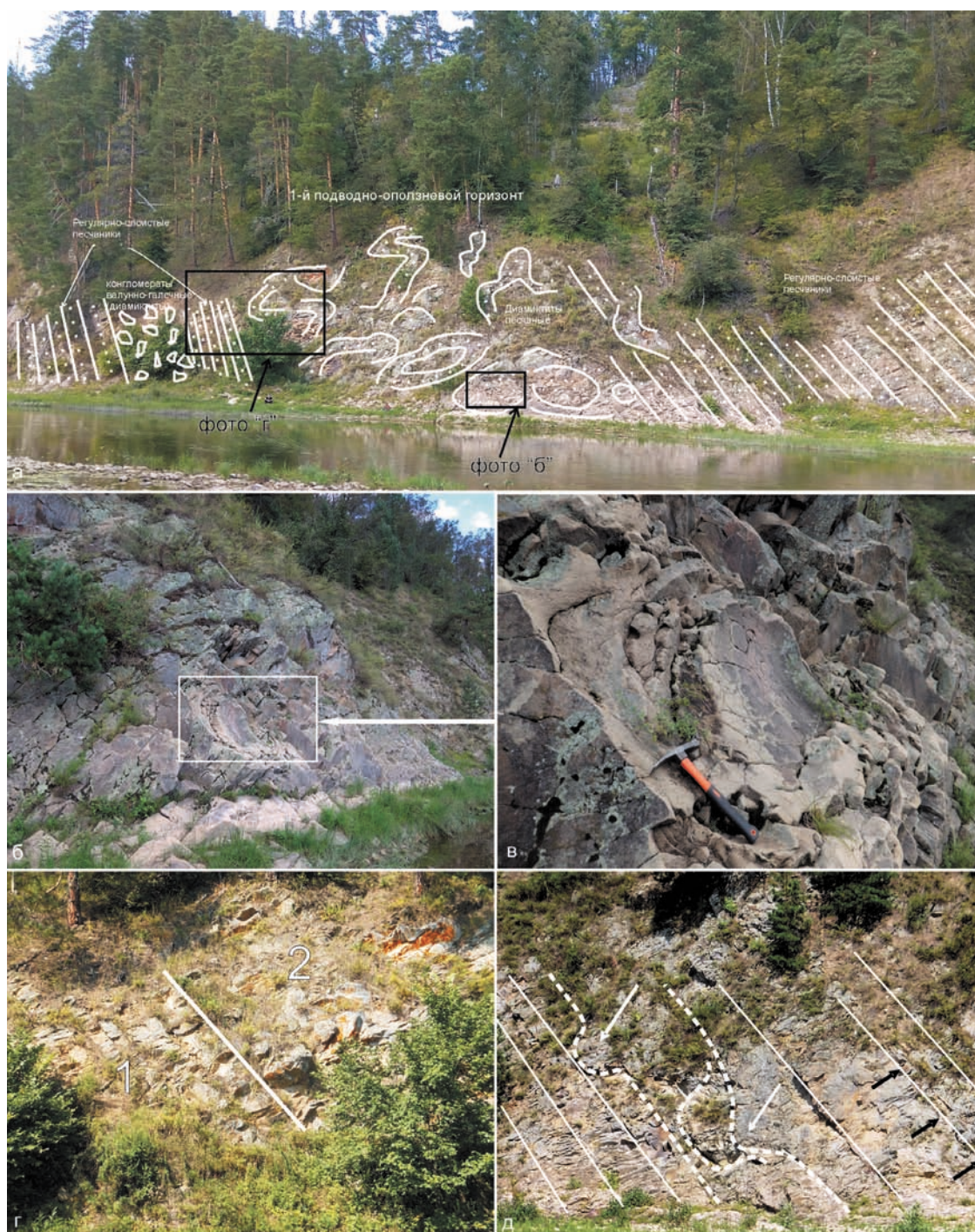


Рис. 8. Подводно-оползневые горизонты в песчаных диамиктитах толпаровской свиты в разрезе по правому берегу р. Зилим у д. Толпарово

а – общий вид первого (нижнего) подводно оползневого горизонта в песчано диамиктотовой толще толпаровской свиты; б в – отпрепарированная криволинейная поверхность центральной части песчаной толщи; г – контакт горизонтально-слоистых песчаников (1) и дисгармонично слоистых 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 «хамочки».

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 disharmonically 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.

их неясен, отчасти они напоминают незакономерные знаки ряби, а также струйки стекания. Мы предполагаем, что они могли быть структурами оплывания полужидкого песчаного осадка. Второй особенностью является присутствие в песчаниках заметных количеств стяжений гидроокислов железа в виде мелких конкреций овальной формы (рис. 7е) 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.

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 реки 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 грубо-зернистый песчаный материал, что указывает на эрозионный характер этого контакта.

В водораздельной части р. 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 моноклиналиное с падением на восток (Аз. пад. $40\text{--}55^\circ \angle 30^\circ$), которое в поверхностных частях склонов осложнено ярко выраженными вторичными «загибами» слоев, создающими впечатление мелкой складчатости.

В суировской свите выделяется несколько литотипов терригенных отложений.

Литотип — глинистые аргиллиты и алевролиты горизонтальнослоистые (полосчатые ламиниты), незакономерно переслаивающиеся, с тонкими прослоями мелкозернистых песчаников. Слоистость горизонтальная, хорошо выдержанная, подчеркивается чередованием слоев 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 градиционной слоистости, что исключает турбидитный характер осадконакопления. Такой тип слоистости более характерен для флювио-гляциальных отложений.

Литотип — песчаники кварцевые, желтовато-бурые, 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 приливо-отливной природы. Такая слоистость формировалась в песчанниках, вероятно, в периоды кратковременного падения уровня моря.

III литотип — *валунно-глинистые диамиктиты*, 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 плагิโอгранитом. Несомненно, породы представляют собой диамиктитовый материал, аналогичный описанному ранее конгломерату по р. Мал. Толпар. Отсутствие постепенных переходов между глинами и конгломератами позволяет допустить, что более грубый диамиктитовый 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 диамиктитам (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 слойки 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 непунические дайки и их комбинации (рис. 11).

Подводно-оползневые структуры в каналах-промоинах — представляют собой смятые в пакеты прослои диамиктитов в толще алевропелитов. Здесь диамиктит — 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

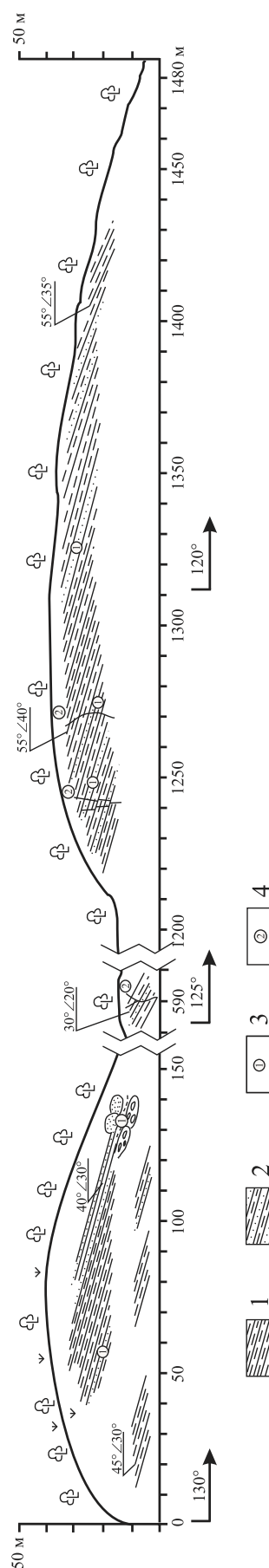


Рис. 9. Разрез отложений суировской свиты в районе д. Толпарово в придорожных выемках строящейся автодороги Красноусольск–Инзер

1 — алевро-аргиллиты; 2 — алевро-аргиллиты с прослоями песчаников; 3 — подводно-оползневые структуры; 4 — непунические дайки

Fig. 9. The section of the Suirvo Formations deposits near Tolparovo village in roadside excavations of construction autoroad Krasnousolsk–Inzer

1 — siltstone; 2 — siltstone with sandstone interlayers; 3 — underwater landslide structures; 4 — neptunian dikes

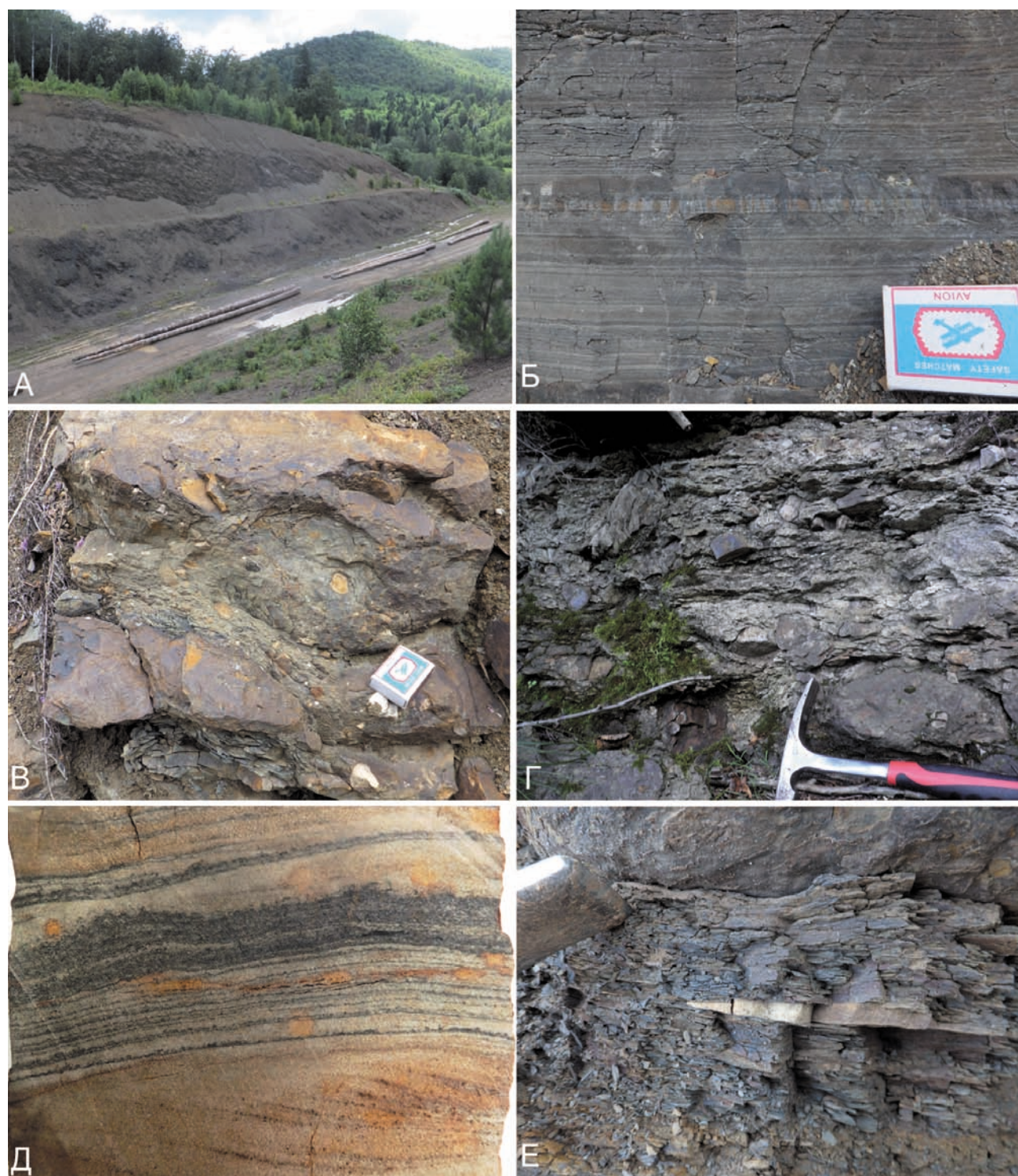


Рис. 10. Общий вид выходов и литологические типы отложений суировской свиты

А — общий вид выходов суировской свиты в дорожной выемке на водоразделе р.р. Зилим и Мал. Толпар; Б — горизонтальная слоистость и полосчатость; В — прослой диамиктита в алевропелитовой толще; Г — горизонт валунно глинистого диамиктита в толще алевропелитов; Д — прослой 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 суировской свиты

А подводно оползневые складки («рулеты») конгломератовых диамиктитов; Б песчанниковые «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.

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. 11 г) 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 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. Диамиктиты 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 градиционной слоистости, а образуют среди алевропелитов протяженные подводно-оползневые складки. Вероятно, к такой складке в этой толще относится слой глинисто-валунных диамиктитов, 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 градиционная 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 полный 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 «флишoidных» 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 вытаивающего 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 толще, как хорошая сохранность крупных кристаллов полевых шпатов, имеющих 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 алевроглинистых отложениях суировской свиты, в которых ранее был обнаружен единичный горизонт тиллитовидных конгломератов. В связи с отсутствием типовых ледниковых признаков — утлогообразных 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-грабена.

При такой трактовке оказывается, что горизонт тиллитовидных конгломератов далеко не единственный. 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 кристаллокласта 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 аванделъты 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 баренцево-морском 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 тиллитовидных 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 примирить 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 гляциогоризонтами 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 укской свитой верхнего рифея и урюкской свитой венда, залегают отложения, представленные мощными многосотметровыми 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 укской 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 «микситов», 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 их байназаровские отложения, в которых описаны признаки марино-гляциального 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.

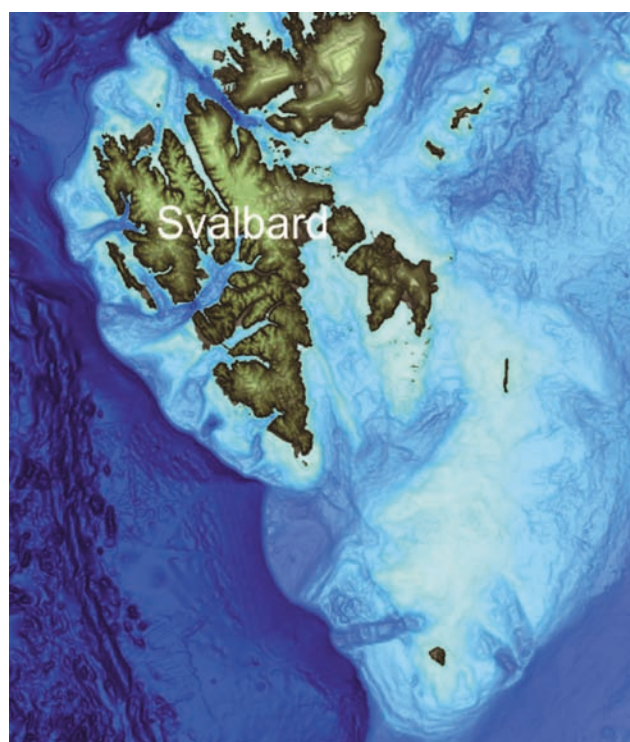


Рис. 13. Подводные эрозионные каналы и впадины на Баренцевоморском шельфе в районе арктического архипелага Шпицберген [Andreassen et al., 2017]

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

Этот комплекс отложений, имеющих свои собственные литофациальные черты, соответствует не молассовому, а марино-гляциальному 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 бакеевского глауконита соответствует 640 млн лет [Зайцева и др., 2019]. Для глауконита из подстилающей укской свиты получено 688 ± 20 млн лет, Rb-Sr метод [Горожанин, Кутявин, 1986].

Если учесть, что в неопротерозое было несколько периодов крупных оледенений и дегляциации: Кайгас (~750 млн лет), Рэпитан (~710 млн лет), Стерт (~660 млн лет), Марино (~636 млн лет), Гаскье (~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 метавулканиды игонинского комплекса, по которым получены U-Pb SHRIMP-датировки циркона 707.0 ± 2.3 млн лет и 732.1 ± 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, диамиктиты, 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. Позднедокембрийская 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 докембрий 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 докембрия Южного Урала и востока Русской плиты: Сб. статей. Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1990. С. 39–44.
- Горожанин В.М., Канитова З.А. Литологические индикаторы марино-гляциального генезиса отложений байназаровской свиты венда (Криволукский грабен Башкирского мегаантиклинария, Южный Урал) // Геологический сборник № 13 / ИГ УНЦ РАН [Эл. ресурс]. СПб: Свое издательство, 2017. С. 34–43. URL: 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 укской свиты // Докембрий и палеозой Южного Урала: Сб. науч. трудов. Уфа: БФАН СССР, 1986. С. 60–63.
- Горожанин В.М., Мичурин С.В., Канитова З.А., Биктимирова З.Р. Литологические особенности диамиктитов 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 (дата обращения: 14.12.2019).

Горожанин В.М., Мичурин С.В., Канитова З.А., Биктимирова З.Р. Палеокарст в Толпаровском разрезе верхнего докембрия, 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 (дата обраб.: 14.12.2019).

Зайцева Т.С., Кузнецов 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/S0869592X2758296.

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., Горожанин В.М. К вопросу о выделении бакеевской свиты и о возрасте базальных слоев ашинской серии Южного Урала // Верхний докембрий Южного Урала и восточная Русская 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 рифей 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, седиментогенез, литогенез, минерогенез, 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 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: Материалы 9-й Межрегиональной научно-практической кон-

ференции, 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 рифей. 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 вендских ледниковых отложений Южного Урала (кургашлинская свита Криволукского грабена) // Урал: Фундаментальные проблемы геодинамики и стратиграфии. М.: Наука, 1998. С. 138-153.

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

Andreassen K., Hubbard A., Winsborrow M., Patton H., Vadakkupuliyambatta S., Plaza Faverola A., Gudlaugsson E., Serov P., Deryabin A., Mattingsdal R., Mienert J., Büinz 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_chanhonoproj/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.

УДК 550.384.5

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

© 2020 г. К. Н. Данукалов, Н. П. Парфирьев, И. В. Голованова,
Н. Д. Сергеева, Р. Ю. Сальманова

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

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 Зийдверельда, 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

Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

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

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. Гумерова (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 высоко-температурную 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 [Porov 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 антиклинории и Каратауском структурном комплексе Башкирского мегантиклинория на западном склоне Южного Урала (см. рис. 1).

Зиганская свита представлена песчаниками и алевролитами полимиктовыми, реже кварцевыми, с прослоями 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 ± 3.8 млн лет [Гражданкин и др., 2011].

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

Стратотипическим для зиганской свиты является разрез по р. Зиган (N 53° 33.463', E 56° 39.599'), где свита представлена преимущественно песчаниками, меньше алевролитами, в подчиненном количестве присутствуют аргиллиты [Стратотип..., 1983]. Обна-

женность 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° 34.353', E 56° 40.63') (см. рис. 1). Здесь в дорожных выемках вскрыты подстилающие зиганскую свиту отложения куккараукской свиты, представленные конгломератами полимиктовыми, разногальечными, 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 равно; песчаники имеют подчиненное значение. Среди аргиллитов в основании разреза зиганской свиты и вблизи верхней границы с кварцевыми светлыми 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 вишневою 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 литолого-петрографический состав, структурно-текстурные особенности и внешний облик пород остаются неизменными. Следует отметить, что отложения 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 мегантиклинория), 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 см³. Далее образцы изучались по общепринятой методике в палеомагнитных лабораториях Геологического

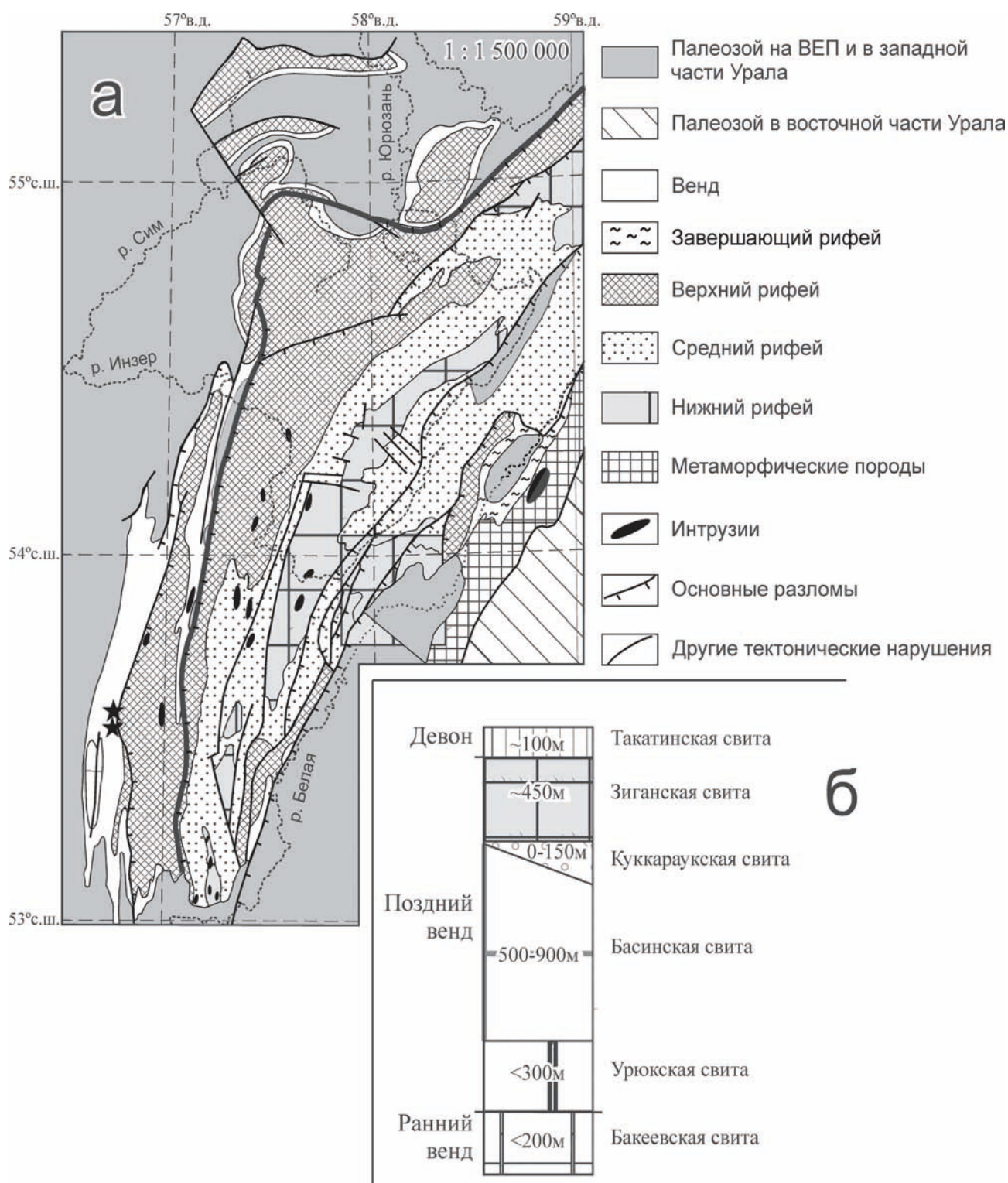


Рис. 1. Схематическая карта юго-западной части Урала (а) и упрощенная стратиграфическая колонка венда юго-западной части Урала (б)

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

Fig. 1. Schematic map of the SW Urals (а) 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.

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 размагничены в обеих лабораториях и показали хорошую кучность (рис. 3), большинство выделенных компонент сходились в пределах 10°. Результаты размагничивания были нанесены на ортогональные векторные диаграммы Зийдervельда (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 Р. Энкина [Enkin, 1994] и PaleoMac [Cogné, 2003].

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) намагниченности, которая спадает в начало 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 (см. рис. 3). Из-за присущей неоднозначности в параметрах полярности (нормальная или обратная) можно условно назвать их: «ВП1» (вариант полярности 1; координаты полюса: $P_{lat} = 16^\circ N$, $P_{long} = 318^\circ E$) и «ВП2» (вариант полярности 2; $P_{lat} = 16^\circ S$, $P_{long} = 138^\circ E$). Угол $\gamma = 5.9^\circ$ между средними направлениями для двух групп из 83 «ВП1» и 72 «ВП2» векторов меньше критического угла, $\gamma_{крит} = 6.4^\circ$. Поэтому тест обращения на уров-

не выборки положительный (класс В) [McFadden, McElhinny, 1990]. Палеополус зиганской свиты с координатами $P_{lat} = 138^\circ N$, $P_{long} = 16^\circ E$ ($A_{95} = 4.6^\circ$) находится далеко от кривой кажущейся миграции полюса для фанерозоя Балтики [Torsvik et al., 2012], но согласуется с данными позднего эдиакария для

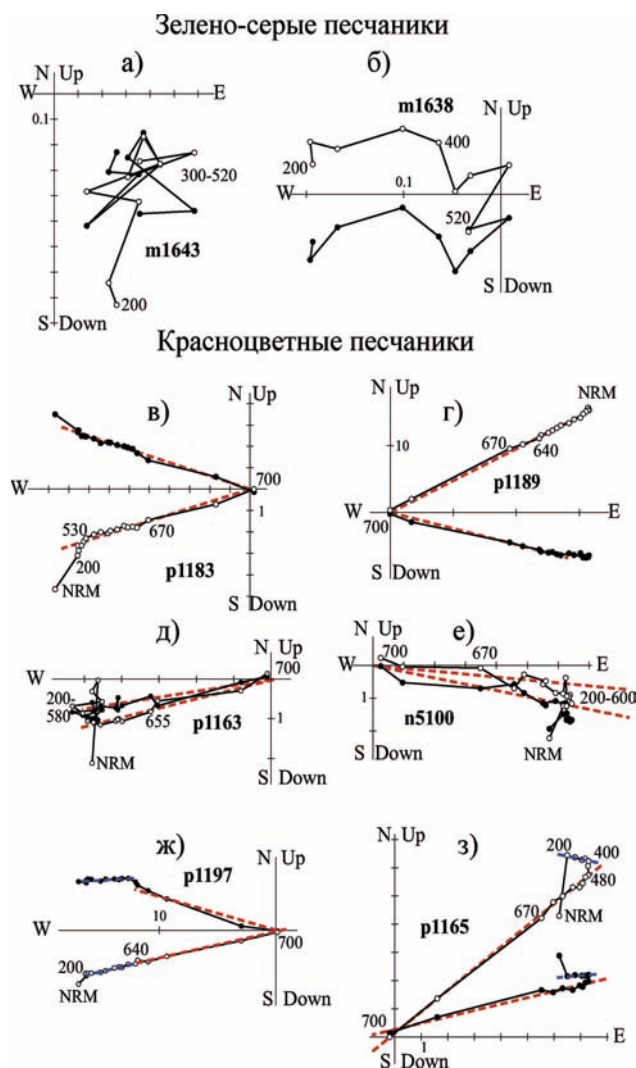


Рис. 2. Типичные кривые терморазмагничивания зеленовато-серых (а и б) и красноцветных (в з) песчаников зиганской свиты в стратиграфической системе координат

Выделенные среднетемпературные (синие) и высокотемпературные (красные) компоненты обозначены толстыми пунктирными линиями. Температура приведена в градусах Цельсия. Интенсивность намагниченности в мА/м. Залитые (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 б) and brown-gray and maroon (в з) 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]).

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 Балтики. 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 средне-температурных компонент намагниченности из разных западноуральских разрезов с опорными направлениями, пересчитанными из кривой кажущейся миграции полюса Балтики для средней точки с координатами: 54° N, 57° 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

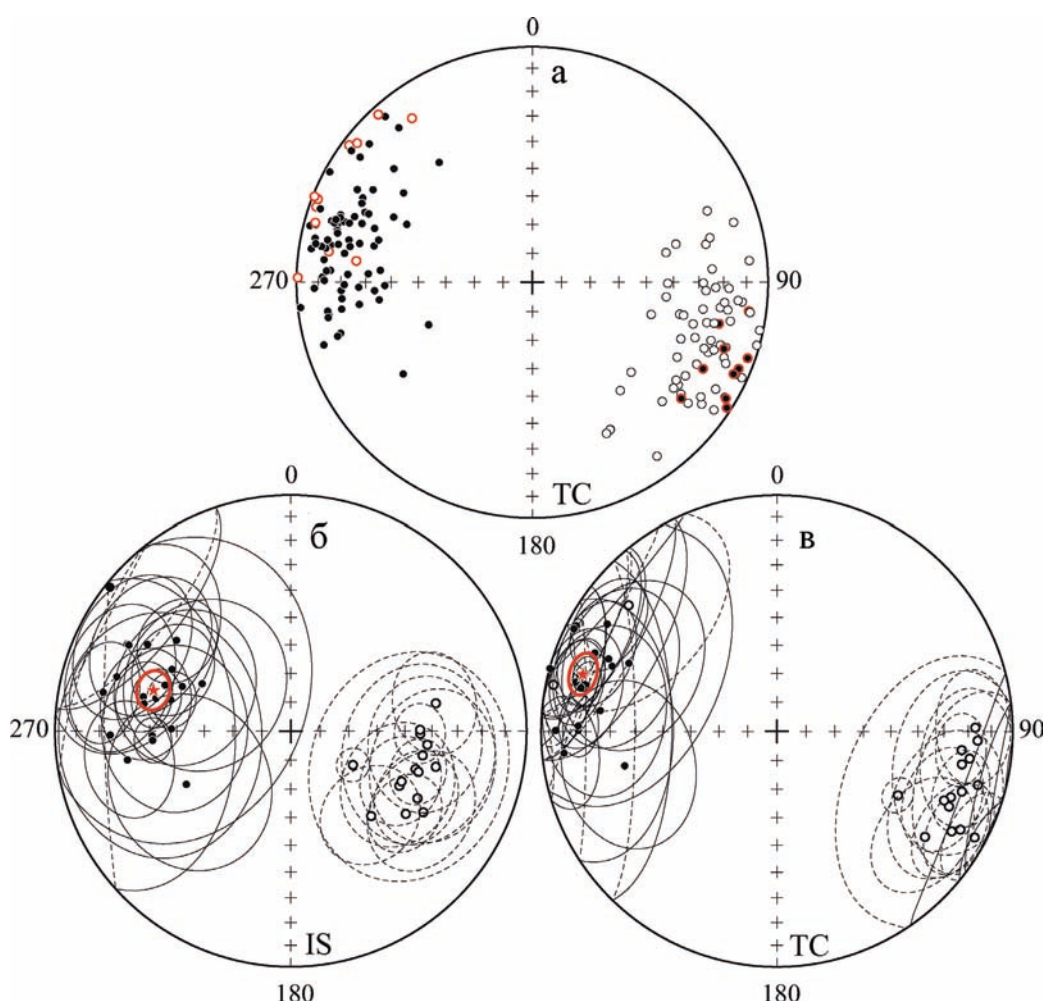


Рис. 3. Стереоплоты высокотемпературной составляющей ВТК в верхнеэдиаканских осадочных породах зиганской свиты

а — данные ВТК по образцам (кружки) после коррекции наклона. В каждой группе полярности аномальные значения наклонов 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). Залитые (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]).

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° , 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 обычная 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.

Заключение

Таким образом, два разреза красноцветных песчаников зиганской свиты, находящиеся на территории Ишимбайского района РБ, являются интересным объектом для изучения. Проводившиеся неоднократно палеомагнитные исследования зиганских пород подтвердили уникальность этих геологических объектов.

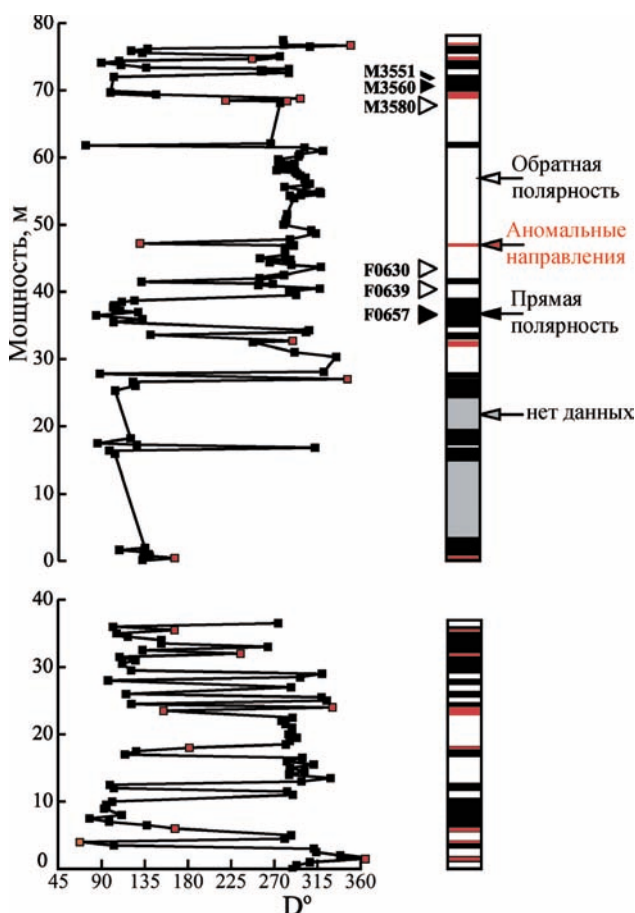


Рис. 4. Графики распределения магнитного склонения (D°) по разрезам (метры) зиганской свиты и соответствующие магнитостратиграфические колонки

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°) 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]).

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 перестроек 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., Крупнин 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. 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 магнито-стратиграфические 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., Cervený 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., Belousova 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., 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.
- 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.

УДК 551.734/735(470.57)

ДЕВОН И КАРБОН ЗАПАДНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА: СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ ОБЗОР

© 2020 г. Е. И. Кулагина¹, О. В. Артюшкова¹,
Т. В. Клименко², Р. Ч. Тагариева¹

¹ *Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН*

² *Башкирский Государственный Университет, географический факультет, Уфа*

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 стратонев схемы стратиграфии девона и карбона расположен 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 аммоноидей. 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. Kulagina¹, O. V. Artyushkova¹,
T. V. Klimenko², R. Ch. Tagarieva¹

¹ *Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences*

² *Bashkir State University, Faculty of Geography, Ufa*

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

Введение

В свете решения Правительства РБ об организации геопарка Торатау 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 стратонев 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 Торатау. 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 чувовского, чеславского и пашийского горизонтов, представлен не во всех разрезах, в частности, в разрезе «Кук-Караук» (р. Сикася) отдельные горизонты «выпадают» из стратиграфической последовательности, а в разрезе «Аккыр» ниже- и среднедевонские образования «срезаны» тектоникой. Наиболее полно представлены отложения франского и фаменского ярусов верхнего девона.

Каменноугольные отложения залегают с постепенным переходом на отложения 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 фаціальными 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 Сикася 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 асельско-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 «Усуили», «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 «Рязьяк», «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», «Уклякая», «Рязьяк» 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 фораминифер [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; Sinitsyna, 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 (фораминиферы), МГУ Л.И. Кононова (конодонты). В результате этих работ были детально изучены разрезы «Сиказа», «Зиган», «Рязьяк», которые получили палеонтологическую характеристику по нескольким группам мик-

рофауны 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 ракушнике в основании барминских слоев [Абрамова, 1999; Abramova, Artyushkova, 2004] по одновременному появлению конодонтов *Palmatolepis triangularis* Sanne-mann 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 стра-

тиграфических схем, разработкой Международной стратиграфической шкалы (МСШ), выбором разрезов, кандидатов в глобальные стратотипы ярусных границ палеозоя (GSSP). Наиболее ценны 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 прослой 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 «Уклякая»), «Воскресенка», горы-одиночки Шахтау и Тратау являются постоянными объектами геологических экскурсий.

В 1975 г. разрезы карбона по рекам Сикася, Аскын, Уклякая 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 докембрия 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 эмского 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» знакомилась 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), «Рязяк», «Аккыр» (на р. Зилим), «Мендым», «Зиган», «устье Кушелги».

Разрезы пограничных отложений девона и карбона: «Зиган», «Сиказа», «Рязяк», «Усуили» (ручей Усуили, приток р. Зилим).

Разрезы нижнего карбона: «Сиказа», «Усуили», «Зиган».

Разрезы среднего карбона: «Макарово» (р. Сикася), «Зиган», «Зилим» (Уклякая), «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
Эмский 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

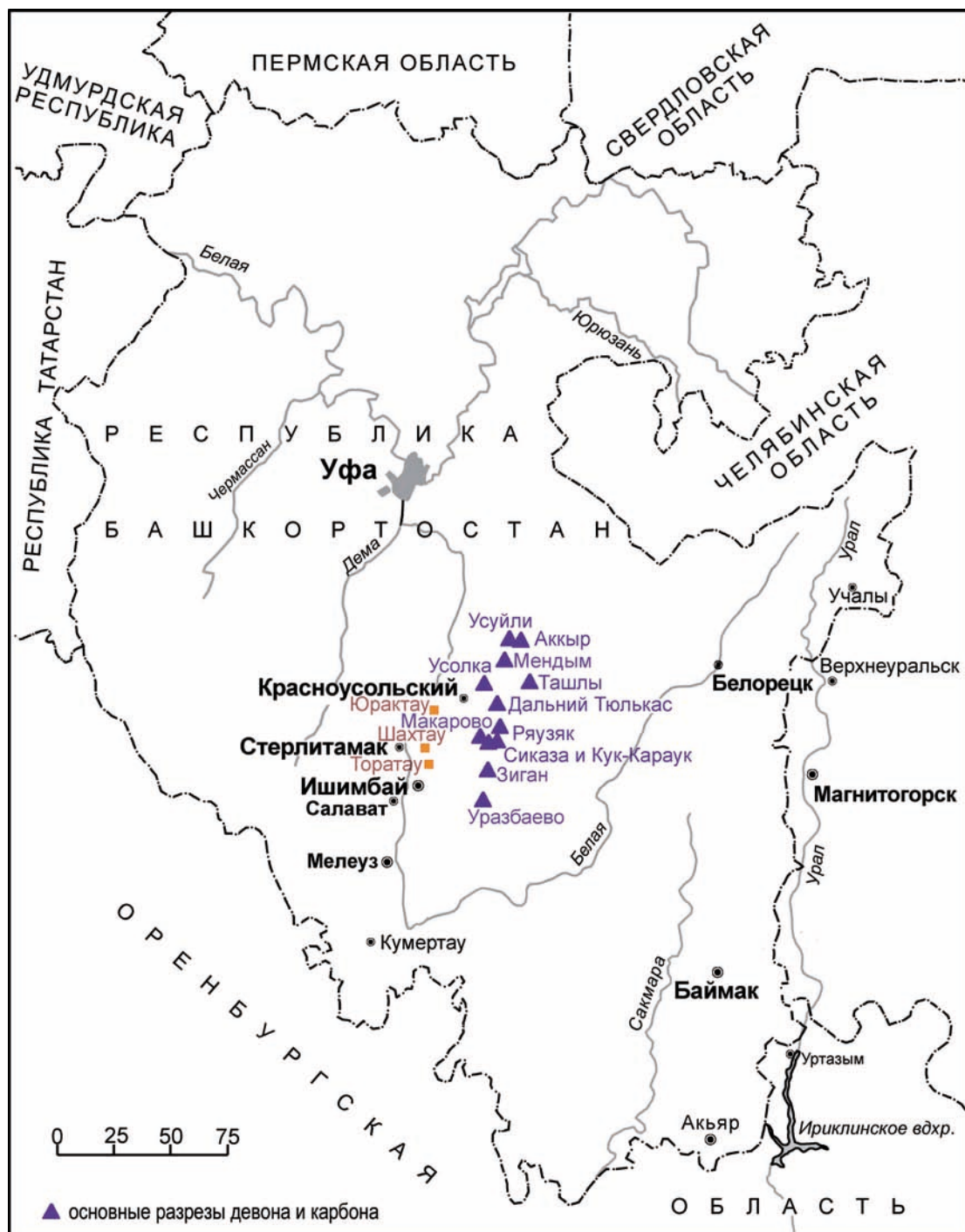


Рис. 1. Геологические объекты девонской и каменноугольной систем территории геопарка «Торатау»
Fig. 1. Geological objects of the Devonian and Carboniferous systems of the "Toratau" Geopark territory

зоны складчатости, свита с глубоким размывом залегают на вендских отложениях (рис. 2). Мощность ее колеблется от нескольких метров до 30–50 м. В ее строении участвуют кварцевые песчаники, местами аркозовые, массивно-слоистые серого, розовато- и желтовато-серого цвета, часто с косою слоистостью, с прослоями мелкогалечных конгломератов и алевролитов. В силу своих абразивных качеств такатинские песчаники использовались для изготовления жерновов (рис. 3) [Маслова, 2008].

Палеонтологическая характеристика такатинской свиты крайне скудна, 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 ваяншинскую 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
Эмский – 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»), «Ряузак» и по рекам Зилим и Мендым. Бийские отложения сложены обычно толсто- или массивнослоистыми серыми 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* (Tschern.). Перекрываются 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 Ряузак 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* Ziegl., 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, Ряузак, Мендым и Зилим не фиксировались.

Чеславский горизонт (стрингоцефаловые слои) хорошо обнажен по рекам Зиган, Сикася, Ряузак 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, толсто-слоистыми, нередко доломитизированными (рис. 4). Органические остатки в породе распределяются неравномерно. Участками наблюдаются скопления брахиопод стрингоцефалов (*Stringocephalus*), беспорядочно ориентированных кораллов и члеников криноидей. По данным И.И. Синицына и др. [1962 г.], чеславские известняки перекрываются песчаниками паший-

ского горизонта, однако в разрезе «Ряужак» в естественном обнажении выше чesлавских слоев залегают известковистые глины кыновского горизонта. В кровле чesлавских 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 чesлавского горизонта в данном районе не превышает 15–16 м (по данным рукописных отчетов [Марковский, 1937 г.; Краузе, Маслов, 1957 г.; Синецын, Синецына, 1960 г., 1962 г.]).

Отложения вышележащего *пашийского горизонта* в данном районе выделяются достаточно условно по результатам горных работ в разрезах по рр. Мендым, Сикася, Зиган [Синецын 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 пашийскому 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. Ряужак 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 чesлавского горизонта. С перекрывающими саргаевскими известняками кыновские породы связаны непрерывным переходом и выделяются только по фауне.

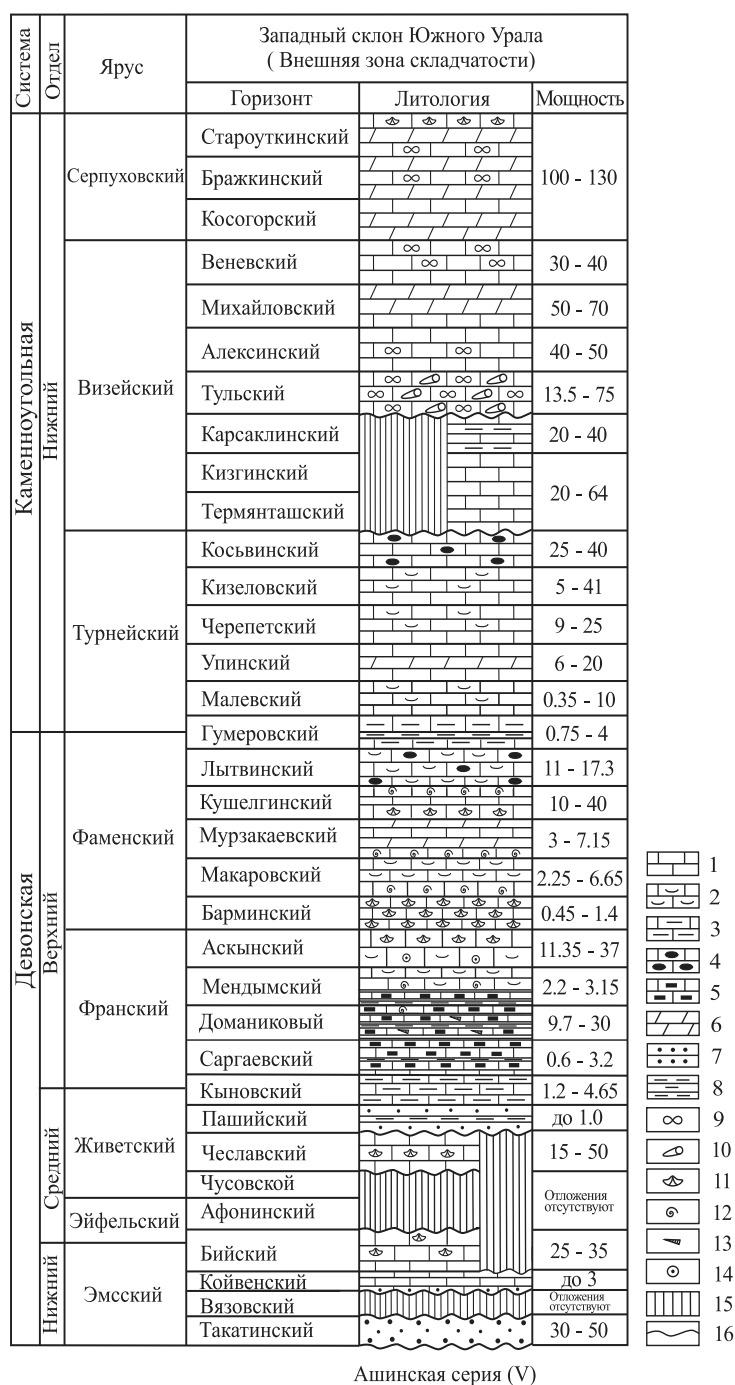


Рис. 2. Сводный стратиграфический разрез девонских и нижнекаменноугольных отложений предполагаемой территории геопарка «Торатау»

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 аммоидеи; 13 тентакулиты; 14 криноидеи; 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: 1 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

Возраст кыновских отложений определен по находкам разнообразной фауны: кораллов, строматопор, амфипор, брахиопод, гастропод, пеллеципод, остракод и тентакулитов. Конодонтами они очень обеднены. Мощность горизонта от 1.5 до 4.7 м [Абрамова, 1999].

Верхний девон
Франский ярус

К франскому ярусу верхнего девона относятся саргаевский, доманиковский, мендымский и аскынский горизонты.



Рис. 4. Толстослойные 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. Yakupov



Рис. 5. Обнажение средне-верхнедевонских отложений на правом берегу р. Рязяк 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 Sargaev village. Photograph by R. Yakupov

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. Рязяк 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 прослоями 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 особеннос-



Рис. 6. Обнажение саргаевского горизонта (сл. 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]

тям 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 falsovalis и Palmatolepis transiens.

Отложения **доманикового горизонта** по своеобразной литологии отличаются от пород всех остальных региональных стратонів 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 *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 мендымского 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

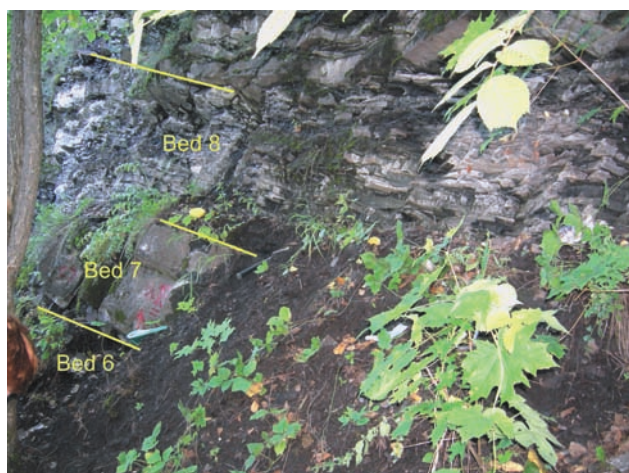


Рис. 7. Доманиковый горизонт (нижняя часть) в разрезе «Ряузяк» (сл. 7–9) [Artyushkova et al., 2011, fig. 24, stop 12]

Fig. 7. The Domanik Horizon in the “Ryauzyak” section (7–9 beds) [Artyushkova et al., 2011, fig. 24, stop 12]

мендымского горизонта определяется в основании конодонтовой подзоны *Upper Palmatolepis rhenana*.

Установленный в типовом разрезе мендымского горизонта его стратиграфический объем соответствует одной конодонтовой подзоне *Lower Palmatolepis rhenana*.

Фаунистическая характеристика мендымского горизонта разнообразна, она включает брахиоподы, гониатиты, гастроподы, пелециподы, криноидеи, 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 **аскынского горизонта**, представленного светлыми массивными или серыми плотными биокластовыми известняками, залегающими согласно на подстилающих мендымских. Отложения аскынского 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. Аскын. Благодаря детальному изучению этих разрезов А.Н. Абрамовой [1990 г., 1999] выяснен стратиграфический объем горизонта, соответствующий конодонтовой подзоне *Upper Palmatolepis rhenana* и зоне *Palmatolepis linguiformis*. Породы, слагающие разрез аскынского горизонта, представлены обычно светло-серыми массивными и толстослоистыми органогенными известняками, богатыми брахиоподами,



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]

гониатитами, криноидеями 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 аскыnskikh отложений в разрезе «Аккыр» — 11 м. Аналогичный тип разреза аскыnskikh отложений, но со своим набором остатков фауны, включающей пелагические остракоды и ихтиофауну, наблюдается на р. Сикася против бывшего хут. Кукраук. Здесь их мощность равна 26 м [Абрамова, 1999]. В разрезе «Ряузяк» аскыnskikh 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.



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, Sikasya River. Photograph by R. Yakupov

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]. После исследований Б.П. Марковского в 1930-х гг. барминские отложения вплоть до 1990-х гг. входили в состав аскынского 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 ракушечников, понятный их стратиграфический объем, равный конодонтовым подзонам Lower–Middle *Palmatolepis triangularis*, позволили позиционировать эти отложения в качестве регионального горизонта [Abramova, 1999 г.].

Р.Ч. Тагариёвой 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 «Рязьяк» 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 («Рязьяк», «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 ракушечников идет полная последовательность фаменских отложений. А.Н. Абрамовой и др. [1990 г.], Р.Ч. Тагариёвой [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



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. Брахиподовый 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

горизонта. Литологически они обычно слабо выражены, выявляются по конодонтам, и величина их определяется одной-двумя конодонтовыми подзонами [Абрамова и др., 1990 г.; Tagarjeva, 2012, 2013]. Отложения макаровского горизонта представлены светло- и розовато-серыми тонко- и среднеслоистыми органогенными известняками, расчлененными по конодонтам на зоны. Мощность от 5.2 м («Рязьяк») до 11.9 м («Аккыр»).

Мурзакаевский горизонт (слои с *Leiorhynchus ursus* Nal. — мурзакаевские) также описан 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 нередко прослои и линзы черных кремней. Они согласно залегают на



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

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. Рязук 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 прослоями кремнистых сланцев и линзами кремней. В подошве стратона развита пачка брахиоподовых ракушечников, 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 фораминиферной зоне *Quasiendothyra communis*, конодонтовой зоне *Palmatolepis postera* и подзоне *Lower Palmatolepis expansa* [Кононова, Липина, 1971; Sinitsyna, 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, Рязук, Сикася. Лытвинский горизонт подразделяется на абиюсканские и зиганские слои [Кочеткова и др., 1988; Стратиграфические..., 1993]. **Абиюсканские слои** сложены темно-серыми, преимущественно мелкокомковатыми, прослоями криноидными и мелкобрекчиевидными 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», «Рязук» горизонт охарактеризован фораминиферами зоны *Quasiendothyra kobeitusana*, конодонтами зон *Middle–Upper Palmatolepis gracilis expansa* и *Siphonodella praesulcata*; остракодами зон *Akidellina litvaensis*–*Maternella hemisphaerica* (слои с *Ak. litvaensis* и *Uchtovia sialis* и слои с частыми *Ak. litvaensis*) и *Shishaella okeni*–*Richterina latior*–

Maternella hemisphaerica; миоспорами зоны *Hymenozonotrites lepidophytus* [Кочеткова и др., 1985, 1988; Стратиграфические..., 1993; Sinitsyna et al., 1984]. Брахиоподы известны по разрезу Сиказа [Sinitsyna et al., 1984], но наиболее представительный комплекс описан по руч. Усуйли [Наливкин, Фотиева, 1973; Султанаев, 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 Абиюскан, правого притока р. Зиган (рис. 13, 14) (окрестности д. Гумерова); парастратотипом является разрез «Сиказа» (рис. 15). Пограничные слои вскрыты канавами. В течение гумеровского времени происходили существенные изменения в развитии всех групп фауны и флоры, носящие ступенчатый характер. Основание гумеровского горизонта совпадает с основанием остракодовой зоны *Pseudoleperditia tuberculifera*–*Coryellina alba*–*Cribriconcha 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; Gatovskiy, 2015].

В соответствии с Международным стандартом нижняя граница каменноугольной 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, криноиды, зубы рыб.



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

Каменноугольная 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 микро-стустковые (пакстоуны), в разрезе «Зиган» — с онколитами, образованными водорослями *Girvanella* и строматолитами. Мощность 0.25–4 м. Ископаемые остатки: водоросли, мшанки, гастроподы, брахиоподы, остракоды, трилобиты, криноидеи, конодонты, зубы рыб.

Малевский горизонт прослежен в разрезах «Зиган», «Сиказа», «Рязьяк» [Sinitsyna et al., 1995;

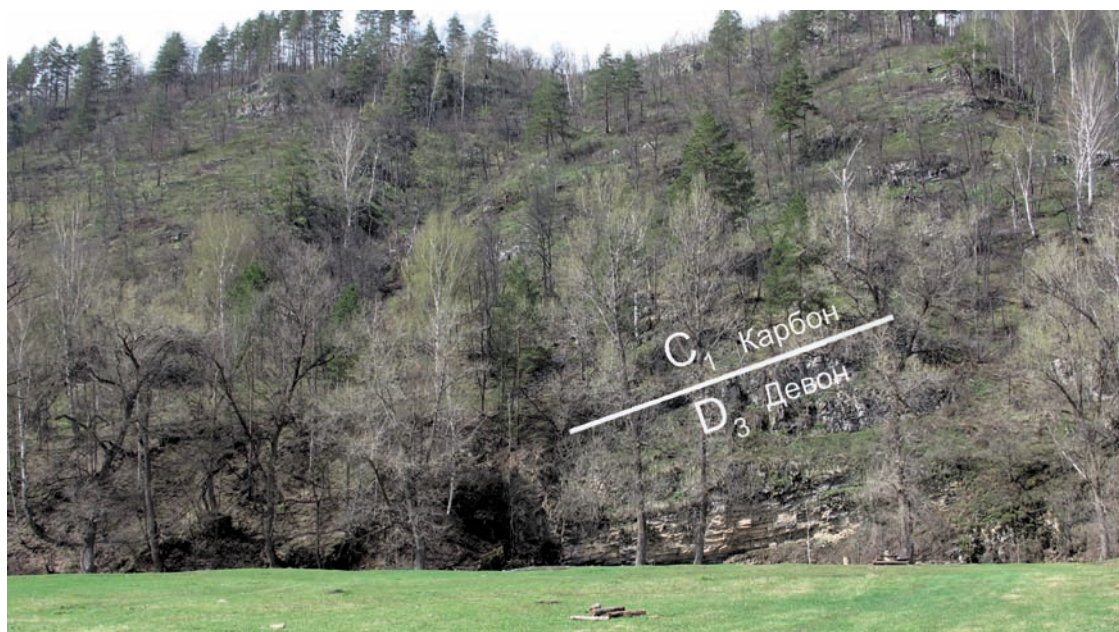


Рис. 15. Разрез верхнего девона и нижнего карбона по р. Сикасе. Фото Е. Кулагиной

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

Кулагина и др., 2018], сложен известняками органогенными, иногда доломитизированными и брекчированными, спаритовыми микробиокластовыми пелоидными пакстоунами. Соответствует 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* [Sinitsyna 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», «Рязьяк». В разрезе «Сиказа» он сложен доломитами, известняками слоистыми и массивными, доломитизированными, глинистыми, с линзами кремней [Sinitsyna 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 «Рязьяк» 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», «Рязьяк», «Усуйли» (скала Акташ).

Разрез по руч. Усуйли (приток р. Зилим) известен еще по работам Д.В. Наливкина [1926; Наливкин, Фотиева, 1973]. Здесь черепетский горизонт сложен водорослевыми бафлстоунами, биокластовыми и интракластовыми грейнстоунами, палеонтологически охарактеризован фораминиферами подзоны *Palaeospiroplectammina tchernyshinensis* – *Chernyshinella glomiformis* зоны *Palaeospiroplectammina tchernyshinensis*, конодонтами зон *Siphonodella quadruplicata* и *Siphonodella isosticha* [Султанаев, 1973; Гроздилова, 1973; Кулагина, Сеницына, 2000; Kulagina et al., 2003].

В разрезе «Сиказа» горизонт сложен известняками и доломитами. Известняки мелкопелоидно-биокластовые и пелоидно-водорослевые пакстоуны [Кулагина и др., 2018]. Ископаемые остатки: криноидеи, 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* [Sinitsyna et al., 1995; Kulagina et al., 2003]. Опорным разрезом для западного склона Южного Урала считается разрез «Сиказа», где горизонт сложен преимущественно органогенными вакстоунами, микробиокластовыми пакстоунами, фораминиферо-биокластовыми грейнстоунами [Кулагина и др., 2018]. Разрез по руч. Усуили (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, Сеницына, 2000; Кулагина и др., 2018]. Мощность горизонта 5–41 м.

Косьвинский горизонт в разрезах по рекам Сикася, Рязук, Зилим (руч. Усуили) сложен известняками тонко- и среднеслоистыми, микритовыми, мелко-биокластовыми, с линзами и желваками кремней (карбонатный тип разреза), с многочисленными остатками разнообразной фауны, имеет мощность до 25–30 м [Sinitsyna et al., 1984; Кулагина, Сеницына, 2000; Kulagina et al., 2003]. Нижняя граница проводится по фораминиферам зоны *Dainella chomatica*, брахиоподам зоны *Levitusia humerosa*–*Palaeochoristites desinuat*, 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, киз-**

гинский и карсаклинский горизонты [Унифицированные..., 1980; Сеницына, 1986; Стратиграфические..., 1993; Сеницына 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. Усуили 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 [Sinitsyna, 1975; Sinitsyna 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, кораллы, остракоды, брахиоподы, криноидеи 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, пеллоидными и биокластовыми с прослоями криноидных. Горизонт охарактеризован фораминиферами зоны *Ikensieformis proikensis* (разрез «Сиказа»). Мощность его 40–50 м.



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. Sinitsyna). The Visean and Serpukhovian boundary strata. Photography by E. Kulagina



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

Михайловский горизонт по р. Сикася сложен мощной толщей доломитов (рис. 20) с редкими прослоями 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, прослоями 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 прослоями органогенно-детритовых известняков. Ярус включает *косогорский*, *протвинский* и *старо-*

уткинский 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 *Neoarchaediscus postrugosus*, а также по брахиоподам зоны *Latiproductus latissimus*. В кровле староуткинского горизонта повсеместно залегает ракушняк с банками брахиопод *Striatifera striata* Fisch., который является маркирующим. Он прослежен в разрезах по рекам Зиган, Зилим, в северных районах Башкортостана 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 аммоноидной зоны *Homoceras*–*Hudsonoceras* и фораминиферовой зоны *Plectostaffella bogdanovkensis* [Постановления..., 2003].



Рис. 20. Доломиты михайловского горизонта в разрезе «Сиказа у поворота». Сохранилась маркировка З.А. Сеницыной (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

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).

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. Гумеро-во (рис. 23, 24). В обнажении напротив д. Гумеро-во наблюдаются отложения серпуховского и башкирского ярусов. Башкирский ярус расчленен по фораминиферам на горизонты и зоны [Kulagina, Sinitsyna, 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 прослоями оолитовых грейнстоунов в нижней части разреза. По р. Селеук в разрезе Уразбаево они представлены известняками микритовыми и биокластовыми с фораминиферами, с редкими прослоями оолитовых разностей и доломитов. Ископаемые фаунистические остатки: водоросли, фораминиферы, брахиоподы. Сюранский подъярус в разрезе «Зиган» содержит комплекс фораминифер зоны *Eostaffella pseudostruvei* [Kulagina, Sinitsyna, 2003]. Мощность 53–54 м.

Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Западный склон Южного Урала (Внешняя зона складчатости)		
				Горизонт	Литоология	Мощность
Каменноугольная	Верхний	Гжельский		Мелеховский		6 - 26
				Мартукский		
				Азанташский		
		Касимовский		Кержаковский		15 - 97
				Орловский		
	Средний	Московский	Мячковский	Ташлинский		24 - 57
			Подольский	Зилимский		23
			Каширский	Имендяшевский		30
			Верейский	Солонцовский		52
		Башкирский	Архангельский	Асатауский		100 - 144
				Ташастинский		
			Аскынбашский	Аскынбашский		50 - 64
			Акавасский	Акавасский		50 - 58
		Сюранский	Каменногорский			53 - 54
			Богдановский			
	Нижний	Серпуховский	Верхний	Староуткинский		50 - 70
				Протвинский		

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 прослоями 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 криноидеи. 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 organogen 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.



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

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, фораминиферо-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 асатауский горизонты. Ташастинский горизонт впервые выделен Г.И. Теодоровичем и др. [1956] в разрезе горы Уклякая по р. Зилим у д. Ташасты. Асатауский 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 Уклякая 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 макрофауны распространены брахиоподы и кораллы. Ташастинский горизонт палеонтологически обосновывается фораминиферами зоны *Ozawainella pararhomboidalis*–*Pseudostaffella gorskyi*, а асатауский — 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, мячковский**, соответствующие горизонтам Русской платформы [Постановления..., 2006]. Переход между башкирским и московским ярусами постепенный, 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, прослоями 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*, *имендяшевский*, *зилимский* и *ташлинский горизонты* [Стратиграфические..., 1993]. Мощность яруса 105–150 м.

Наиболее представительный разрез московского яруса описан на южном склоне живописной горы Уклякая у д. Ташасты, на правом берегу р. Зилим. История исследования разреза «Уклякая» рассмотрена Р.С. Фурдуйем [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 прослоями 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-серыми слоистыми известняками с прослоями 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, Сикася и севернее в разрезах «Аскын» 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 прослоями серых и светло-серых доломитов и кремней [Klimenko, 1995].

Верхний отдел

Верхнекаменноугольные 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, Шапов, 1975].

Глубоководные отложения распространены по рекам Сикася, 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



Рис. 26. Гора Уклякая. Опорный разрез московского яруса. Фото Е. Кулагиной

Fig. 26. The Uklykaya Mountain. The key section of the Moscovian Stage. Photograph by E. Kulagina



Рис. 27. Гора Уклякая. 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



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

[2002]. В этом разрезе **касимовский** 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 прослоями 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. Уклякая, 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-



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 (Belaya Mountain). View from the south. Photograph by V. Puchkov

депресссионными осадками [Горожанина и др., 2017]. Восточный блок (рис. 31) сложен известняками биогермными мшанковыми, брахиоподовыми, перекристаллизованными, с аммоноидеями, криноидеями и редкими ортоцератидами (грейнстоуны и рудстоуны) и слоистыми криноидными известняками. В мшанковых разностях наблюдаются структуры строматаксиста, 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 *Protitricites pseudomontiparus*–*Obsoletes obsoletus*, *Montiparus montiparus*, *Triticites acutus*–*T. quasiarcticus*, тогда как позднежелско-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. Рязяк вызывает повышенный интерес у нефтяников.

К палеонтологическим объектам можно отнести брахиоподовый ракушняк в пограничном интервале франского и фаменского ярусов в разрезе «Аккыр» по р. Зилим, прослой известняков, содержащие многочисленные колонии кораллов в верхневизейском 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. Уклякая, 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 Ю. 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.
- Гроздилова Л.П. Фораминиферы 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 Каратау и прилегающих районов Южного Урала // Девон западного Приуралья. 1952. С. 5–121. (Труды ВНИГРИ. Нов. сер.; Вып. 61).
- Иванова Р.М. Фузулины и водоросли среднего карбона Урала (зональная стратиграфия, палеобиогеография, палеонтология). Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 142 с.
- Иванушкин А.Г., Богоявленская О.В., Зенкова Г.Г., Брейгель 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., Литина О.А. Соотношение зональных схем верхнего фамена и нижнего турне по фораминиферам и конодонтам на западном склоне Южного Урала // Вопросы микрорепалеонтологии. Вып. 14. М.: Наука, 1971. С. 39–69.
- Конюшевский 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.И., Рейтлингер Е.А., Сеницына 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 верхневизейского подъяруса бассейна реки Сиказы на западном склоне Южного Урала // Геологический сборник № 11 / ИГ УНЦ РАН. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2014. С. 48–57.

Кулагина Е.И., Сеницына З.А. Фораминиферная 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/10.31040/2222-8349-2018-01-51-57>.

Кулагина Е.И., Пазухин В.И., Кочетова 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. Федюкина: Всероссийское совещание. 23–25 мая 2013 г., ГИН РАН, г. Москва. М., 2013. С. 182–184.

Кулагина Е.И., Пазухин В.И., Кочеткова Н.М., Сеницына 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., Горюжанин Е.Н., Гибишман Н.Б., Иванова Р.М., Вевель Я.А., Пономарев Г.Ю., Филимонова Т.В. Атлас фораминифер и микрофацций верхнедевонских и каменноугольных отложений Северной Евразии. Фаменский и турнейский ярусы [Эл. изд.]. М.: ПИН РАН, 2018. 220 с. <http://ig.ufar.ru/File/mono/Atlas-2018.pdf>.

Максимова С.В. Эколого-фациальные особенности и условия образования доманика. М.: Наука, 1970. 84 с.

Марковский Б.П. Очерк стратиграфии девонских отложений западного склона Среднего и Южного Урала // Мат. л. Всесоюз. научно-исслед. Геол. ин-та. Общ. сер. Сб. № 8. Л.: Гостеолиздат, 1948. С. 22–28.

Маслова А.П. Краеугольный камень реки Рязань // 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.: Гостеолиздат, 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 Д.В. 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.И. Гумеровский горизонт нижнего карбона Урала и востока Русской платформы // Геобиосферные события и история органического мира: Тез. докл. 54 сессии Палеонтологического общества при РАН (7–11 апреля 2008 г. Санкт-Петербург). СПб., 2008. С. 128–130.

Пазухин В.И., 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.И. Пучкова и др.: Матер. Междунар. 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., Кипарисова Л.Д. Очерки по стратиграфии каменноугольных отложений западного склона Южного Урала. II: Стратиграфия нижнекаменноугольных отложений р. Усуйли. // 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. Сеницына, И.И. Сеницын, О.Л. Эйнон, Д.Ф. Шамонов / Под ред. А.Я. Виссарионовой, И.И. Сеницына. Уфа: Башкир книгоиздат, 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 геол. конгресс / Под ред. О.Л. Эйнона. М.: Наука, 1984. 135 с.

Путеводитель геологической экскурсии по разрезам палеозоя и верхнего докембрия Западного склона Южного Урала и Приуралья / Под ред. В.И. 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.И., Валаева 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 Зилаирского 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 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 (докембрий, палеозой) / Межвед. Страт. Комитет России. / Под ред. Н.Я. Анцыгина и др. Екатеринбург, 1993. 151 л. схем.
- Страхов Н.М. Доманиковская фация 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, Рязуяк, Зиган // Опорные разрезы и фауна турнейского яруса на Южном Урале. Л., 1973. С. 8–67. (Тр. ВНИГРИ; Вып. 346).
- Тагариева 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., Гроздилова 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. Междунар. 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. (Тр. Совета по изучению производ. сил. Сер. Башкирская; Вып. 1).
- Тяжеева 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., Дюпина 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., Дюпина 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–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. 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. 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. (ed.). 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.
- 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 Stages sequence along the Zilim River (Mount Uklykaya) // *Field excursion guidebook for the Carboniferous sections of South Urals (Bashkiria)* / A.Ya. Vissarionova (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., Sinitsyna Z.A. Evolution of the Pseudo staffellidae 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>.
- 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., 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.
- 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.
- 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. 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 (Moscovian–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.

УДК 551.736.1

КОНОДОНТЫ И РАДИОЛЯРИИ ВЕРХНЕГО КАРБОНА РАЗРЕЗА «УСОЛКА» (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

© 2020 г. Г.М. Сунгатуллина¹, М.С. Афанасьева², Р.Х. Сунгатуллин¹¹ Казанский федеральный университет² Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, г. Москва

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 радиолариям (*Haplodiacanthus circinatus*, *Albaillella protractosegmentata*, *Astroentactinia luxuria*, *Triactofenestrella nicolica* и *Entactinia austroruralica*, *Polyentactinia multifora*). Установлен высокий потенциал разреза как эталона границ ярусов верхнего карбона МСШ.

Ключевые слова: разрез «Усолка», каменноугольная система, касимовский ярус, гжельский ярус, конодонты, радиоларии, GSSP

CONDONTS AND RADIOLARIANS OF THE UPPER CARBONIFEROUS OF THE “USOLKA” SECTION (SOUTHERN URALS)

© 2019 G. M. Sungatullina¹, M. S. Afanasieva², R. Kh. Sungatullin¹¹ Kazan Federal University² Borissiak Institute of Paleontology, Russian Academy of Sciences, Moscow

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 austroruralica*, *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 стратиграфическом 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 от-

ложений [Schmitz, Davydov, 2012]; породы богаты разнообразными фоссилиями (рис. 2): здесь встречаются как бентосные группы (кораллы, брахиоподы, гастроподы, фораминиферы, морские лилии), так и обитатели пелагиали (рыбы, аммоноидеи, радиоларии, 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

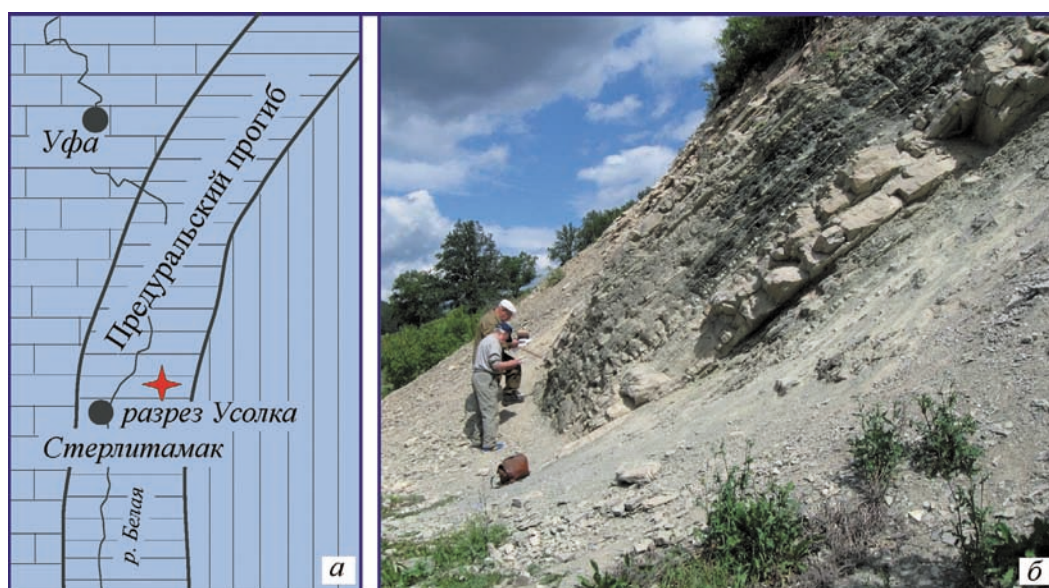


Рис. 1. Разрез «Усолка». а местоположение, б общий вид.

Fig. 1. "Usolka" Section. а location, б general view.

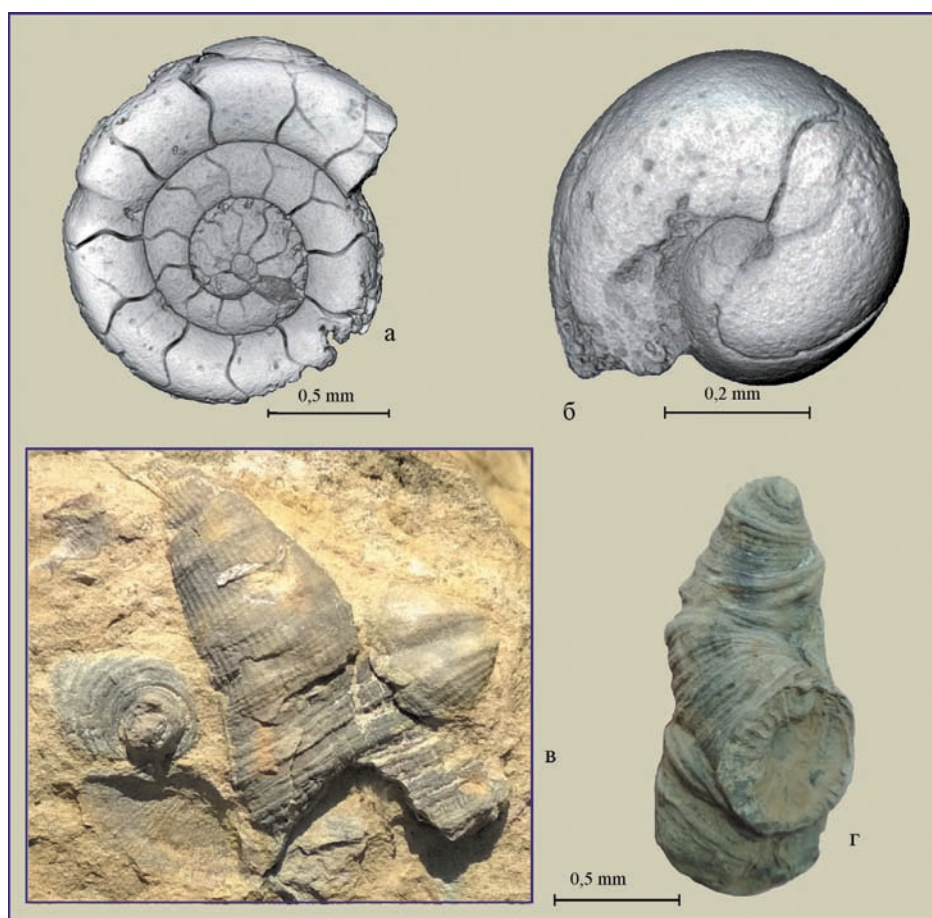


Рис. 2. Окаменелости разреза «Усолка»

а, б аммоноидеи [Chernykh et al., 2015]; в кораллы и брахиоподы; г кораллы.

Fig. 2. Fossils of the "Usolka" section

а, б ammonioidea [Chernykh et al., 2015]; в corals and brachiopods; г corals.

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 «Усолка» 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 стан-

дартной методике извлечения конодонтов растворением карбонатов в 10% уксусной кислоте. Глинистые породы замачивались в воде, отмывались от глинистых частиц, высушивались, просеивались, просматривались под биноклем. Совместно с конодонтами отбирались и другие группы фоссилий, обнаруженные в нерастворимом остатке (радиолярии, амmonoидеи, 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 хорошей 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)

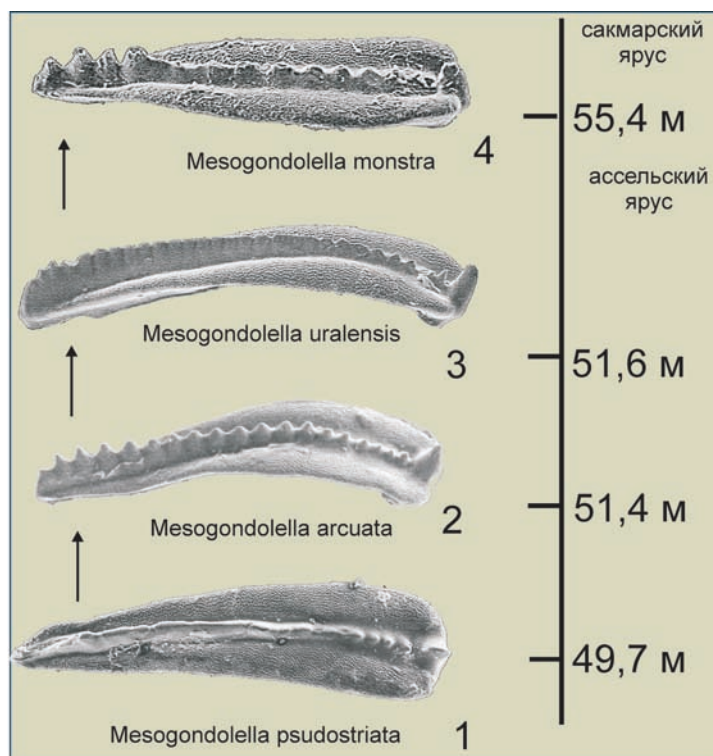


Рис. 3. Конодонты на границе ассельского и сакмарского ярусов перми [Chernykh et al., 2015]

Fig. 3. Conodonts on the Asselian/Sakmarian boundary [Chernykh et al., 2015]

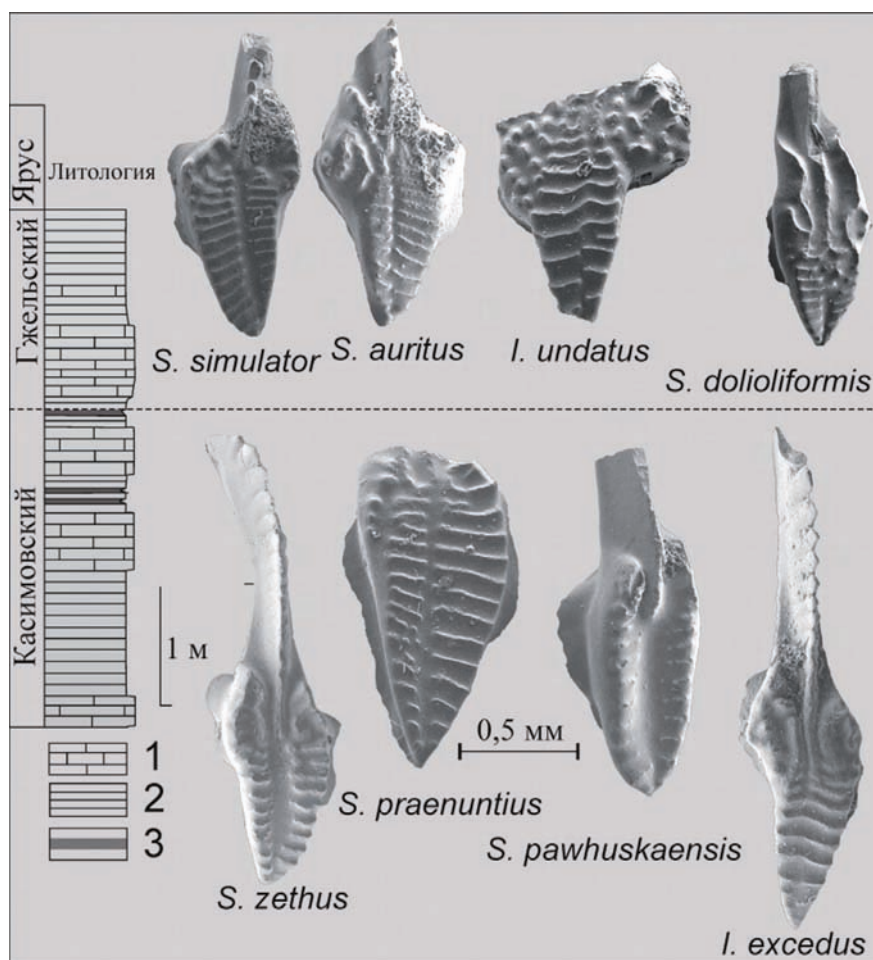


Рис. 4. Конодонты на границе касимовского и гжельского ярусов карбона

Fig. 4. Conodonts on the Kasimovian/Gzhelian boundary

(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.

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 идиогаподусы,

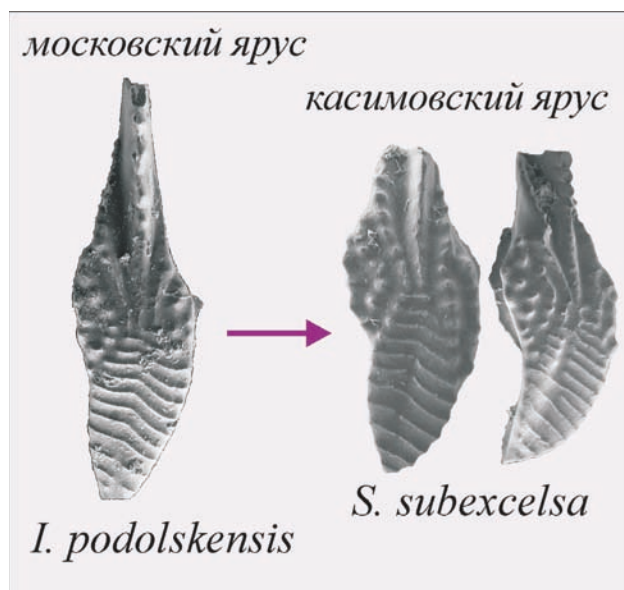


Рис. 5. Конодонты на границе московского и касимовского ярусов карбона

Fig. 5. Conodonts on the Moskovian/Kasimovian boundary

подвергшиеся в различной степени процессу «желобообразования». Поэтому среди конодонтов-желобообразователей, вероятно, и нужно искать вид, определяющий основание касимова. Наиболее предпочтительным представляется *Swadelina subexcelsa* (Alekseev et Goreva), предком которого предлагается *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 excedu* Chernykh, *I. magnificus* Stauffer and Plummer, *I. toretzianus* Kozitskaya, *I. undatus* Chernykh.

В верхней части касимовского яруса впервые обнаружены радиолярии, отвечающие двум экозонам:

Экозона *Haplodiacanthus circinatus*—*Albaillella protractosegmentata*, включающая, наряду с зональными, вид *Parafollicucullus 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 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 austroruralica* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, *Copicyntra robustodentata* Kozur et Mostler, 1989, *Polyentactinia multiflora* Nazarov

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, 1985, экз. № 247 158 16, штрих 84 мкм. **Фиг. 15.** *Entactinia spinifera* Amon, Braun et Chuvashov, 1990, экз. № 271 171 1, штрих 74 мкм. **Фиг. 16.** *Entactinia austroruralica* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, экз. № 273 171 9, штрих 84 мкм. **Фиг. 17.** *Tetragregnon pyramidatum* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, экз. № 244 171 5, штрих 128 мкм. **Фиг. 18.** *Copicyntra robustodentata* Kozur et Mostler, 1989, экз. № 255 171 2, штрих 67 мкм. **Фиг. 19.** *Copicyntra fragilispinosa* Kozur et Mostler, 1989, экз. № 256 171 7, штрих 66 мкм. **Фиг. 20.** *Polyentactinia multiflora* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, экз. № 360 171 4, штрих 76 мкм. **Фиг. 21.** *Quadrimeris* sp., экз. № 250 171 6, штрих 186 мкм.

То 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 austroruralica* 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 multiflora* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, no. 360 171 4, line 76 µm. **21.** *Quadrimeris* sp., no. 250 171 6, line 186 µm.

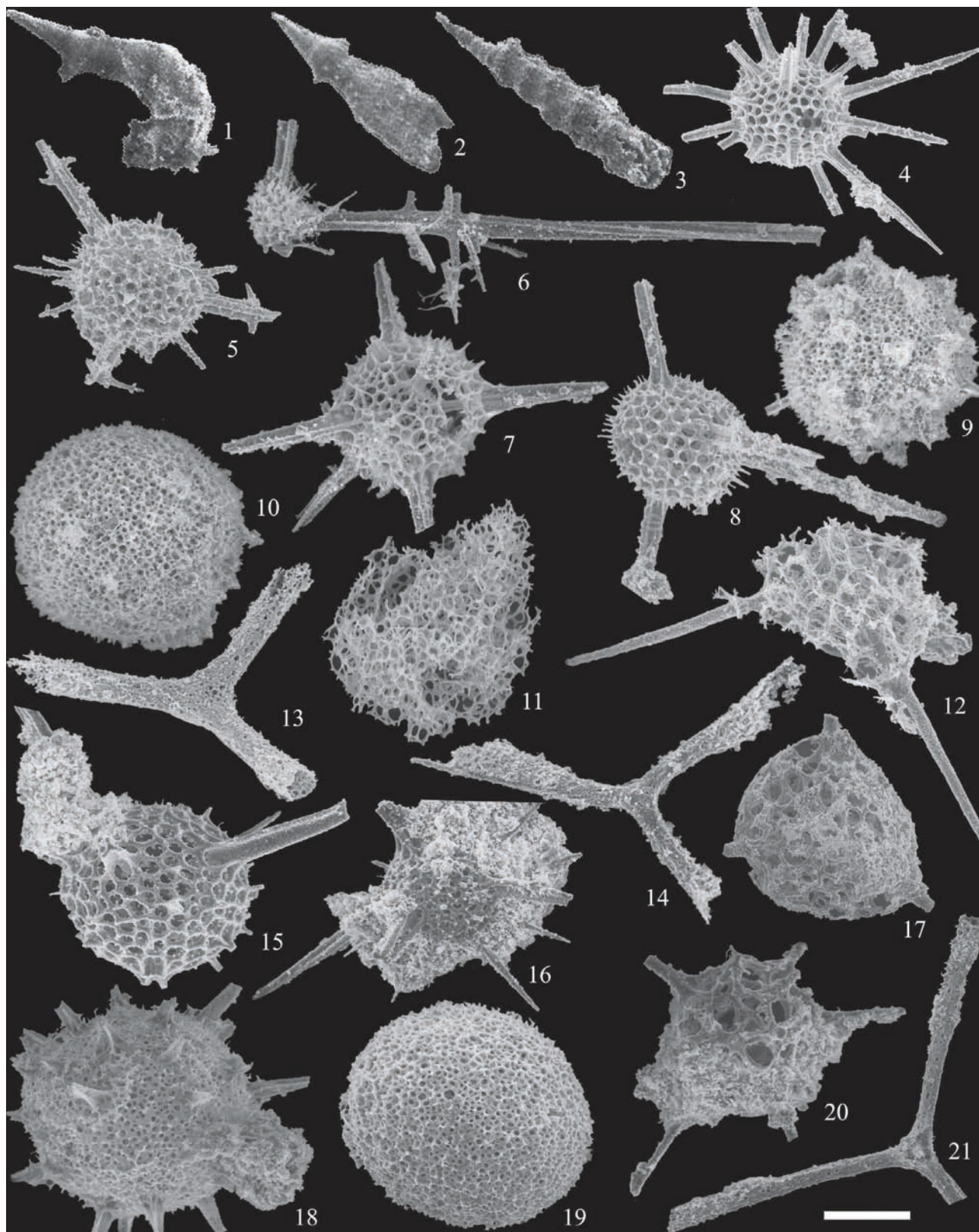


Рис. 6. Радиолярии разреза «Усолка»
Fig. 6. Radiolarians of the "Usolka" section



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.

in Isakova et Nazarov, 1986, *Quadriremis* sp. (см. рис. 6, фиг. 15–21), позволяющие выделить новую экзону *Entactinia austrouralica* – *Polyentactinia multifora*.

Закключение

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 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.

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.



Рис. 8. Монумент, установленный на разрезе «Усолка».
Фото Р.Р. Ахметова

Fig. 8. Monument, mounted on the “Ussolka” section. Photo of R.R. Akhmetov

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., Дюпина 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. Ussolka 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 Ussolka 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, Ussolka section, Southern Urals, Russia: New data // Newsletter on Carboniferous Stratigraphy. 2016. Vol. 32. P. 54–57.

Sungatullina G., Sungatullin R., Shilovsky O., Statsenko E., Aysina R., Karimullina I. Kasimovian Conodonts and Ammonoids of the Ussolka Section (Southern Urals) // A Proceedings Kazan Golovinsky Stratigraphic Meeting “Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources”. Bologna: Filodiritto Publisher, 2018. P. 230–238.

УДК 551.263.23:736 (470.57)

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

© 2020 г. В.М. Горожанин, Е.Н. Горожанина

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

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

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

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

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

Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

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

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

Введение

Скальные выходы ритмично-слоистых карбонатно-глинистых и глинисто-карбонатно-песчаных отложений нижней перми можно наблюдать в обнажениях вдоль автодорог к востоку от Стерлитамака — у д.д. Макарово и Верхнеарметово (рис. 1). Отложения относятся к осадкам, заполняющим Предуральский прогиб — структуру, образовавшуюся в позднем карбоне на фронте растущего складчатого Урала. Они подразделяются на депрессионные осадки, сложенные черными и темно-серыми аргиллитами, алевролитами с прослоями мергелей и тонкозернистых известняков, и флишевые отложения, представленные ритмично-слоистыми песчано-глинистыми породами

с прослоями конгломератов. Нижнепермский флиш западного Приуралья представляет собой индикаторную формацию, связанную с образованием и ростом Уральского складчатого пояса в результате коллизии континентов в раннепермское время [Келлер, 1949; Хворова, 1961; Мизенс, 1997; Чувашов, 1998; Пучков, 2010; и др.].

Схема образования Предуральского краевого прогиба и заполнения его осадками

Во время образования Уральского складчатого пояса погруженная часть шельфа Восточно-Европейской платформы отделилась с востока растущими

горами от мирового океана. Образовавшаяся в результате впадина, называемая Предуральским краевым прогибом, стала заполняться обломочным материалом, который выносился водными потоками с растущего горного сооружения (орогена). Прогиб был достаточно глубоким — 1–2 км, и потоки материала не достигали

его центральной части. Там формировались депрессионные отложения — маломощные, не более первых десятков метров, осадки глубоководных илов, обогащенных органикой глин и кремнистых осадков — радиоляритов. Вблизи орогена, на восточном борту прогиба, в осадках увеличивалась доля обломочных

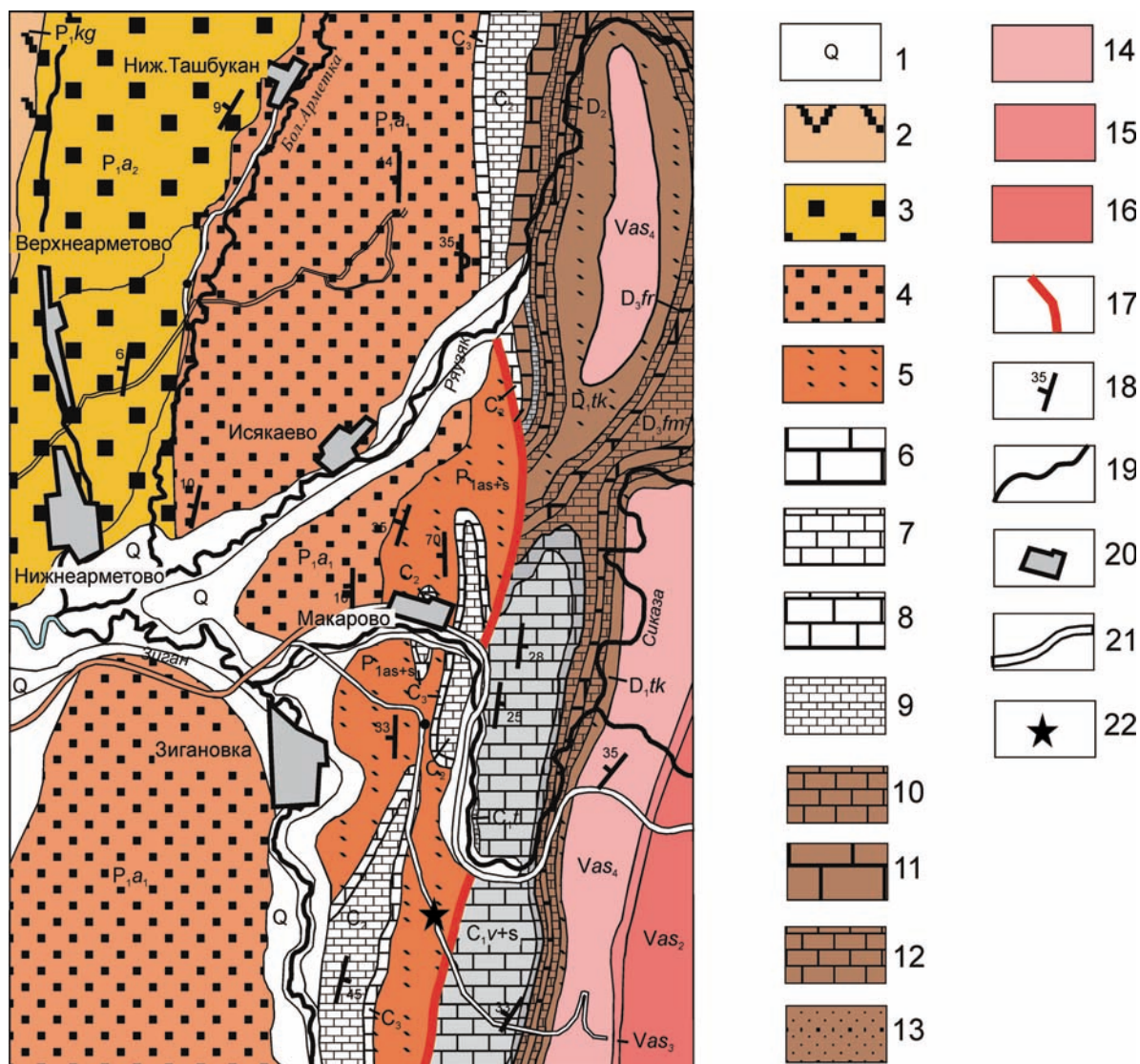


Рис. 1. Геологическое строение Ишимбайского Приуралья (фрагмент геологической карты N-40-XXI масштаба 1:200 000, И.И. Синицин, 1962 г.)

Условные обозначения: 1 четвертичные отложения; 2 4 нижняя пермь: 2 кунгурский ярус (P_{1k}), гипсоносные осадки, 3 4 артинский ярус (P_{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 (Vas); 17 разломы; 18 элементы залегания; 19 реки; 20 населенные пункты; 21 дороги; 22 точки наблюдений.

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

Legend: 1 Quaternary deposits; 2 4 Lower Permian: 2 Kunguran (P_{1k}), gypsum bearing sediments; 3 4 Artinskian (P_{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 (Vas); 17 faults; 18 elements of strike; 19 rivers; 20 settlements; 21 roads; 22 observation point.

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 (градиационно) сменяются тонкообломочными разностями — алевролитами и аргиллитами. Такая ритмичность, известная как циклы Боума, показывает, что данный пакет пород (ритм) формировался из турбулентного потока, переносившего обломочный материал во взвешенном виде. Обломочные осадки, накопившись на борту впадины, лавинообразно сходили вниз до основания склона и веерообразно распределялись по дну, по мере осаждения расслаиваясь на конгломераты, песчаники и глинистые осадки. Взвешенные тонкие частицы, осаждавшиеся медленнее, формировали фоновые иловые глинисто-карбонатные и кремнистые илы, образуя верхнюю или промежуточную часть ритма. Конечно, не все флишевые ритмы имеют полный набор пород, это скорее исключение. Наиболее часто встречаются ритмы, сложенные только песчаниками и аргиллитами, или только алевролитами и аргиллитами. Флиш сложен турбидитами — ритмично-слоистыми песчано-глинистыми породами, которые накапливались в результате действия мутьевых суспензионных потоков, и содержат грубообломочные прослои гравитацион-

ных (грейнитовых и дебритовых) потоков, а также мощные горизонты обвальнo-оползневых конглобрекчий («дикий» флиш). Термин флиш отражает формационную принадлежность отложений и относится к комплексу осадков, формирующемуся в орогенную (коллизийную) геодинамическую стадию. Особенностью флишевых отложений является полимиктовый (смешанный) состав обломочного материала в осадках, показывающий, что в зону эрозии тектонически выведены разнородные и разновозрастные комплексы пород. Присутствие грубообломочных горизонтов конглобрекчий (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 — красцветные песчаники, гравелиты, мергели, перекрывающие нижнепермский флиш.

Нижнепермский флиш Южного Урала — типичный элемент строения предгорного прогиба, характерный для многих орогенных сооружений мира. Как и во многих других флишевых формациях, в уральском флише можно видеть литологические индикаторы, указывающие на его генезис из турбидных потоков на склонах и в каньонах глубоководной впадины. К ним относятся: градиационная сортировка песчано-галечного материала, отпечатки нагрузки, следы течения, синседиментационные подводно-оползневые складки, обвальнo-оползневые горизонты («олистостромы»)

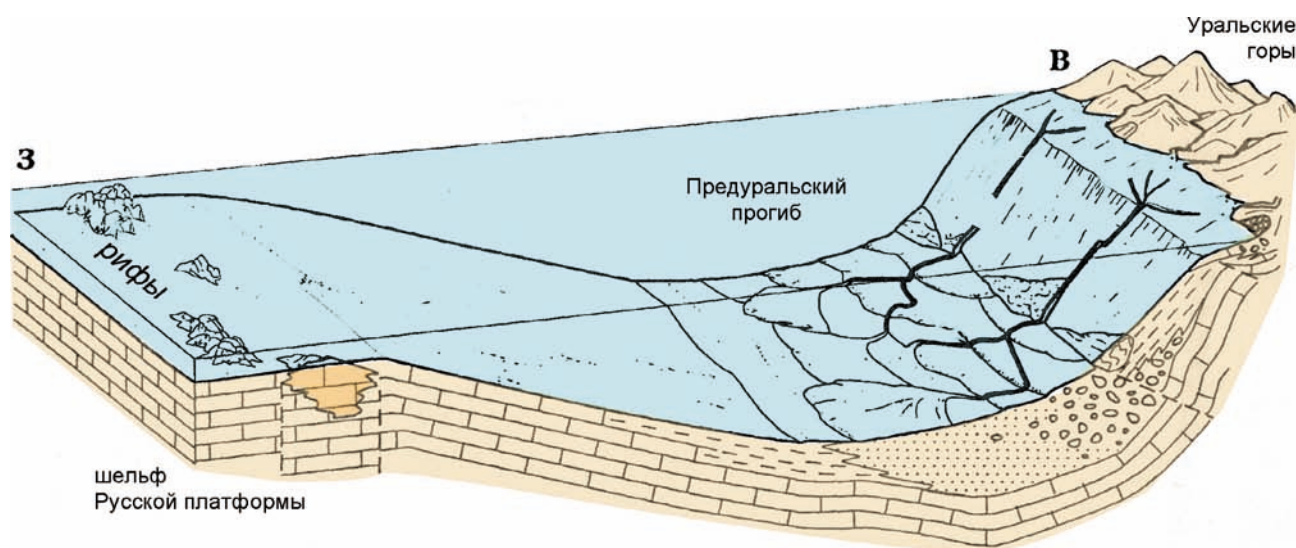


Рис. 2. Модель строения и типы осадков Предуральского краевого прогиба в раннепермское время [Мизенс, 1997]

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

с крупными отторженцами инородных пород — «олистолигов». В нижнепермских флишевых отложениях Урала можно встретить углефицированные остатки наземной растительности, и среди обломков — раковины морских беспозвоночных организмов — кораллов, брахиопод, аммоноидей, криноидей, фузулинид и т.д. Стратиграфическое расчленение флишевой толщи выполнено по фауне аммоноидей [Хворова, 1961].

Описание обнажений

Флишевые отложения нижней перми восточной части Предуралья прогиба вовлечены в тектонические деформации и доступны для наблюдения в зоне передовых складок Южного Урала, где они вскрыты дорожными выемками. Самые впечатляющие и интересные выходы нижнепермского флиша находятся на строящейся дороге Стерлитамак–Магнитогорск в 3 км к ЮВ от с. Макарово (N 53° 37' 22.1", E 56° 36' 47.5") (рис. 1 и 3). Здесь в дорожных выемках наблюдается пологое залегание пластов во флишевой толще и их согласный стратиграфический контакт с подстилающими каменноугольными известняками (рис. 3а). Каменноугольные известняки тонкозернистые, слоистые, с характерным гороховидным и пластовым диагенетическим окремнением, занимающим иногда более 50% породы. Такое обилие кремней показывает, 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 окраской¹ (рис. 3в), которая указывает на примесь минералов и пород вулканического происхождения в виде остроугольных «рогулек», которые хорошо видны под микроскопом. Несмотря на небольшую — около 10 см, мощность, прослои являются хорошими маркирующими горизонтами и имеют важное значение для реконструкции геологической истории. Наземный

вулканизм этого времени на Южном Урале не известен. Значит, где-то в других местах вулканические извержения были настолько мощными, что пепловый материал распространялся повсеместно.

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

Другой тип флишевых осадков и оползневых образований наблюдается в толще артинских отложений, вскрытых автодорогой с. Ташбукал – с. Верхне-Арметово (N 53° 42' 10.6" E 56° 32' 14.8") (рис. 1). Здесь флишевые ритмы состоят в основном из гравелитов, грубозернистых песчаников и алевро-глинистых пород (рис. 3д). Дорожной выемкой вскрыт удлиненный блок светлых слоистых кремнисто-карбонатных пород, размером 3×50 м, залегающий согласно в толще аргиллитов. По краям он тупо ограничен хорошо выделяется на фоне тонкослоистой флишевой песчано-глинистой толщи (рис. 3ж). Блок слабо нарушен поздней субвертикальной трещиноватостью, но в целом монолитен. Его нижняя поверхность выражена резко, на ней наблюдаются следы течения в виде гиероглифов и полос сумеридионального скольжения (рис. 3е). Внутренняя структура этого монолитного блока неоднородна — вблизи подошвы находится 40-см слой с ролловидными структурами волочения, что говорит об оползании слабо литифицированного или расжиженного (флюидизированного) пласта осадков.

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

Еще одним примечательным объектом в тонкозернистых флишевых отложениях нижней перми в этом районе являются слои песчаника, образующие тела мощностью от 1 до 5–6 м. Их можно наблюдать в описанной ранее придорожной выемке (точка с координатами N 53° 35' 27.0", E 56° 36' 47.2"). Они контрастно выделяются среди фоновых тонкозернистых осадков (рис. 4а, б), сложены песчаником средней размерности и не несут признаков градиационной сортировки, характерной для флишевых осадков. Наличие песчаников в разрезе, где они встречаются

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



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

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

К рис. 3. 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.

To fig. 3. 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.



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

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

Fig. 4. Thick bodies of unsorted sandstone among fine deposits of the Lower Permian 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).

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 простирацию слоя [Мизенс, 1997].

В данном случае линзовидная форма тела маловероятна, т.к. на противоположной стороне дорожной выемки наблюдается только один прослой песчаника мощностью 0.5–0.7 м. Наиболее вероятным объяснением увеличенной мощности песчаника является предположение о том, что мощный слой грейнита образует подводно-оползневую складку (рис. 4б). Этот слой быстро, на протяжении 20–30 м, выклинивается. В отличие от пакетов литологически различных пород, где конседиментационные складки легко узнаются, в однородном песчаном материале увидеть такие структуры довольно сложно, но, как показывает опыт изучения песчаных марино-гляциальных отложений вендского возраста [Горожанин, Канипова, 2017], вполне возможно.

Характерной чертой слоя песчаников также является наличие в них своеобразных конкреций шарообразной формы, контрастно выделяющихся на однородном фоне. Конкреции имеют тот же состав песчаного материала, что и вмещающие породы, отличие состоит только в карбонатном цементе, который придает конкреции более «плотный» вид. Такие конкреции также типичны для флишевых отложений других районов; например, они встречаются в зилаирской серии верхнего девона — одной из самых известных уральских осадочных формаций.

Заключение

Выходы нижнепермских ритмично-слоистых отложений Ишимбайского Приуралья представляют собой яркий пример типичных флишевых отложений, формировавшихся в предгорном прогибе во время роста Уральского орогена. Они могут использоваться как научные и учебные объекты. Перспективы дальнейшего изучения флиша связаны с детальным литологическим описанием, изотопным датированием вулканического туфового горизонта и более детальной стратификацией с помощью фауны конодонтов и фораминифер.

Список литературы:

- Горожанин В.М. Горожанина Е.Н. Подводно оползневые образования в нижнепермском флише Ишимбайского Приуралья // Известия Уфимского научного центра РАН. 2011. № 3 4. С. 75 80.
- Горожанин В.М., Канипова З.А. Подводно оползневые горизонты в марино гляциальных отложениях толпаровской свиты неопротерозоя (Южный Урал). Геологический сборник № 14 / ИГ УНЦ РАН. СПб: Свое издательство, 2017. С. 3 11.
- Келлер Б.М. Флишевая формация палеозоя в Зилаирском синклинории на Южном Урале и сходные с ней образования. М.: Изд во АН СССР, 1949. 196 с.
- Мизенс Г.А. Верхнепалеозойский флиш Западного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. 229 с.
- Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.
- Чувашиов 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.

УДК 551.736; 551.83; 552.54.(470.57)

ГЕОПАРК «ТОРАТАУ»: ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ — ПЕРМСКИЕ КАРБОНАТНЫЕ МАССИВЫ ТРАТАУ, ШАХТАУ, КУШТАУ, ЮРАКТАУ

© 2020 г. Е. Н. Горожанина, В. М. Горожанин

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

Реферат. Горы одиночки Юрактау, Куштау, Шахтау, Тратау, 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, тубифиты, палеоаплизины, 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

Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

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, Тратау, 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; 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 (Шиханскую седловину), 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, увенчанная открытием Ишимбайского месторождения нефти в 1932 г. [Блохин, Карпенко, 1937]. Один из карбонатных массивов — гора Тратау, 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 раннепермского возраста, залегающем на глубине 500 м.

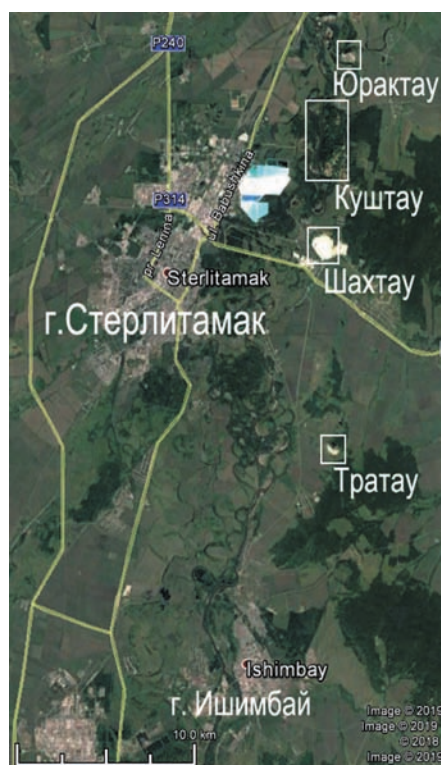


Рис. 1. Местоположение Стерлитамакских шиханов (Google Earth)

Fig. 1. The location of Sterlitamak Shihans (Google Earth)

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 Тратау — 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 природы — 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. Тратау. Полости и трещины в перекристал-

Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Индекс	Литология	Мощность, м	Характеристика пород
Пермская	Приуральский	Кунгурский		kg	V V V V V		Гипсоносная толща
		Артинский		art ₂	- - -	до 25	Мергели, кладонусовые и криноидные известняки
				art ₁	- - -		
		Сакмарский	Стерлитамакский	st ₂	[Diagram of folded strata]	до 150	Палеоаплизиново-мшанковые биогермные и биокластовые известняки
				st ₁			
			Тастубский	ts ₃	[Diagram of folded strata]	100-150	Поликомпонентные биогермные и биокластовые известняки
				ts ₂			
				ts ₁	[Diagram of folded strata]		
		Ассельский	Шиханский	shk	[Diagram of folded strata]	40-50	Тубифитес-мшанковые биогермные и биокластовые известняки
			Холодноложский	kh	[Diagram of folded strata]	70	Слоистые известняки
Карбон	Верхний	Гжельский	Мелеховский	ml	[Diagram of folded strata]	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)

лизированных 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 разными специалистами, что сделало его всемирно известным [Кулагина и др., 2015]. На Шахтау описано около 30 различных разновидностей известняков [Королук, 1985]. По преобладанию типа фауны в органогенных известняках выделяют фации: мшанковую, криноидную, водорослевую, гидроидную, фузулиновую [Блохин, Карпенко, 1937]. Приуроченность фаций к стратиграфическим горизонтам отмечена И.К. Королук [1985]: в ассельском ярусе распространена мшанково-тубифитовая фация, в сакмарском — мшанково-криноидная, гидроидная (палеоаплизинная), криноидно-фузулиновая, в артинском — спиккуловая с одиночными кораллами кладонхусами. В известняках наблюдается также вторичная минерализация в виде самородной серы, стяжений ангидрита, кристаллов целестина, крупнокристалли-

ческого друзового кальцита, сульфидов, родохрозита и других минералов, образовавшихся в трещинах и кавернах при прохождении гидротермальных и метасоматических растворов, возможно, содержавших 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 «Сырьевая 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 оставались 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 «Сырьевая компания» выполнила на этом массиве поисково-оценочные работы на



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

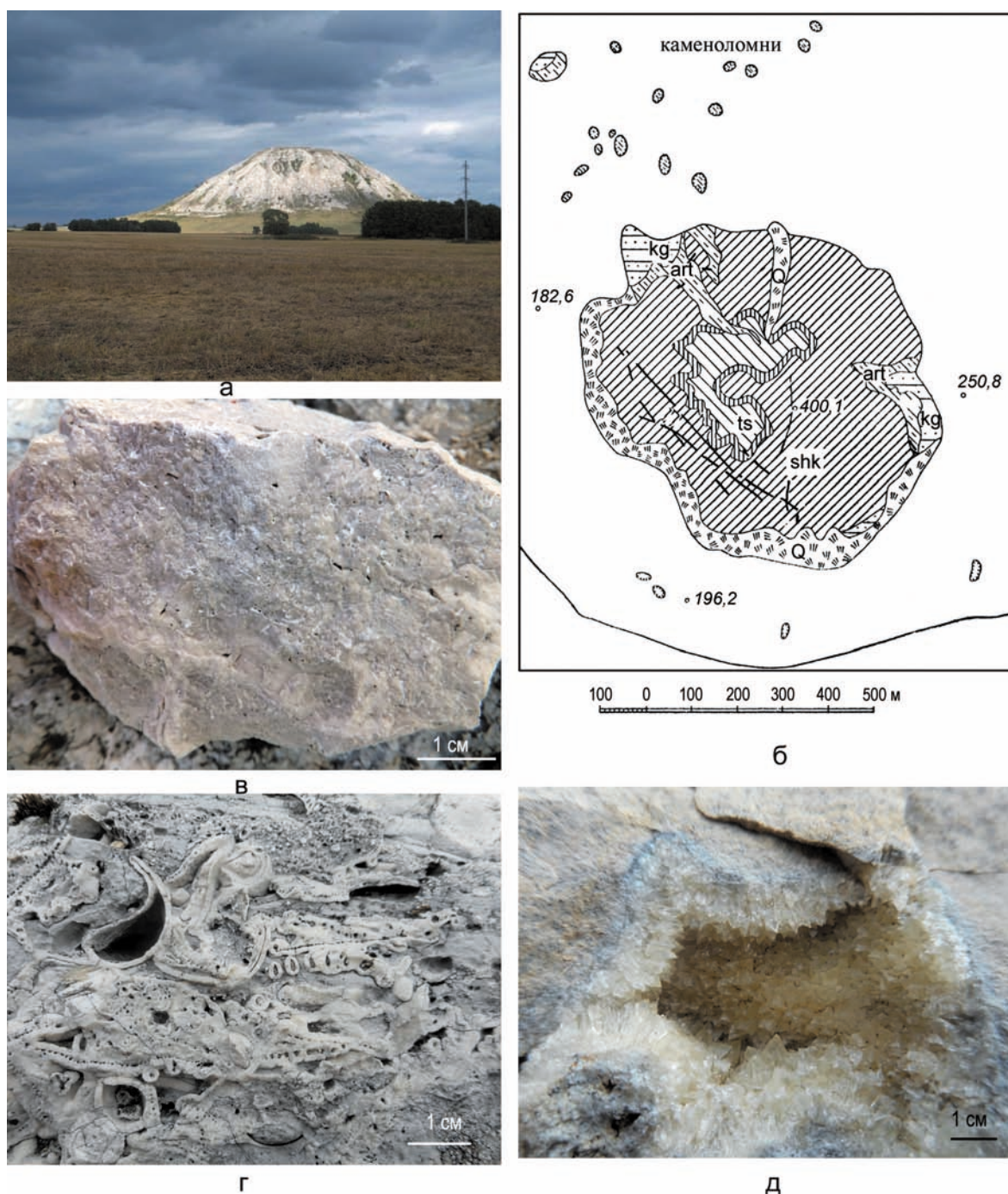


Рис. 4. Гора Тратау

а общий вид; б геологическая карта г. Тратау (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, фузулинами, кораллами и обломками палеоаплизин; art отложения артинского яруса; kg гипсоносные осадки кунгурского яруса; Q четвертичные осадки; в тубифитовые известняки ассельского яруса на г. Тратау, г мшанковые известняки; д кристификационные 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 palaeoplysines; 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.

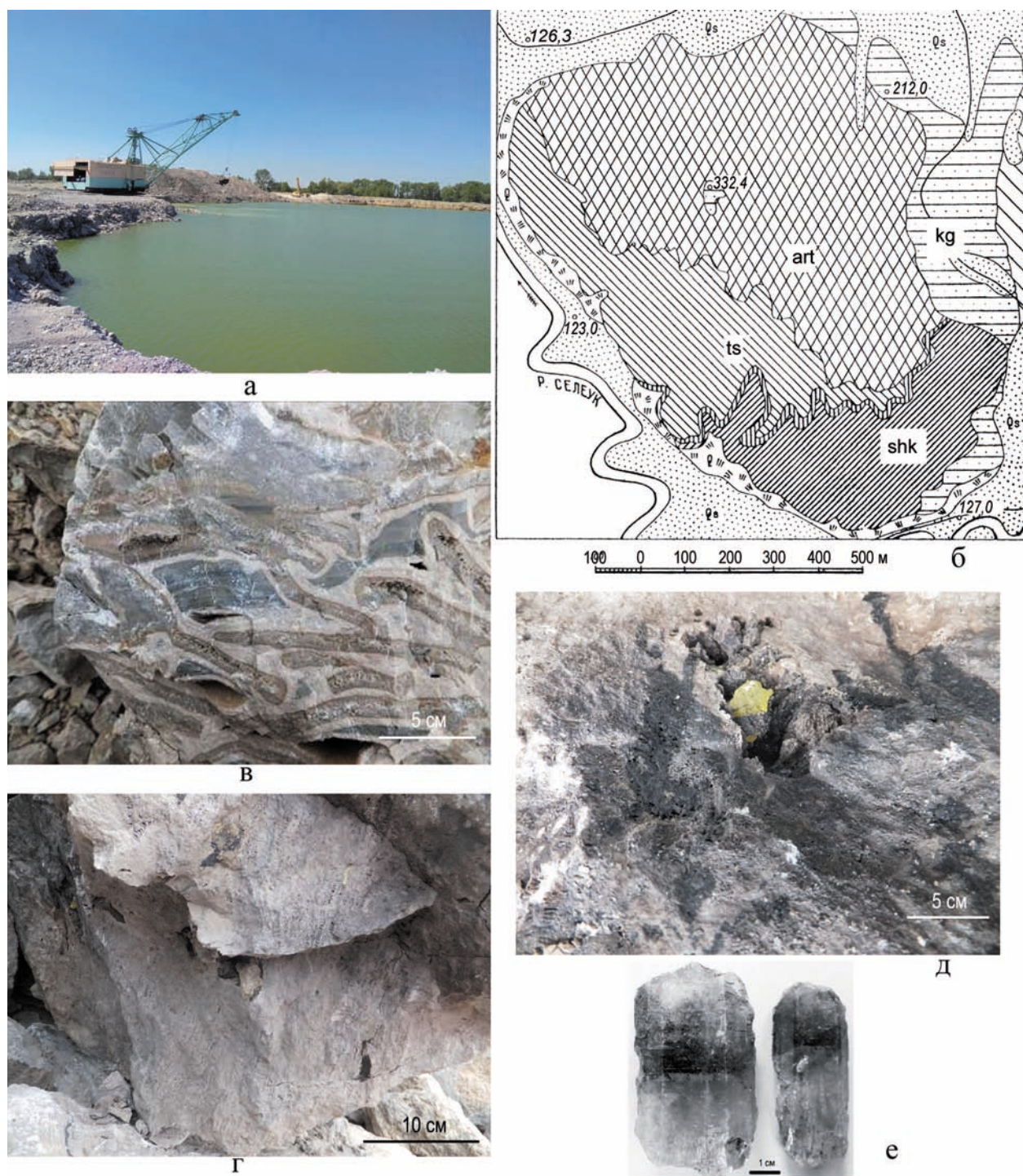


Рис. 5. Карьер Шахтау

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 — палеоаплизинный 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 битума содержащего целестина из жил по тектоническим трещинам.

Fig. 5. Sakhtau Quarry

а — 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 — palaeoplysine 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.

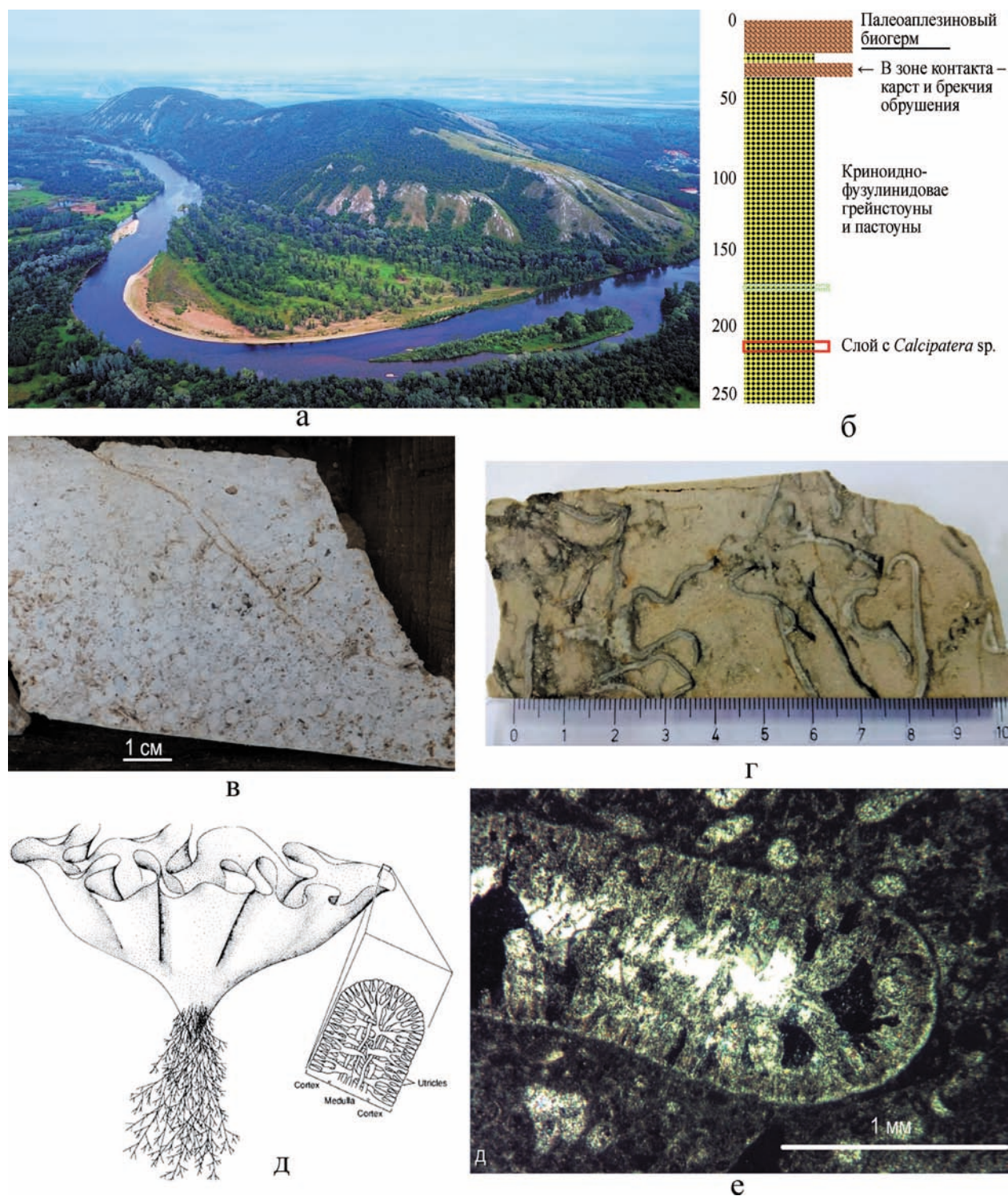


Рис. 6. Гора Куштау

а общий вид (интернет ресурс <https://ufa1.ru/text/economics/66270640/>), б разрез скв. 21; в фузулиновый 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 скв. 21 Куштау, гл. 221 м., шлиф, увел. $\times 100$. Находка 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 fusulinid 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, $\times 100$. The find was identified as *Calcipatera cottonwoodensis* [Torres et al., 1992], described in the Permian basin of the USA.

известняк, пробуравив более десятка разведочных скважин. Разрезы этих скважин показывают, что гора Куштау сложена фузулиновыми, мшанковыми и палеоаплезинowymi 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 кальципатера (*Calcipatera* sp.), обнаруженной ранее только в нижнепермских известняках Приразломного поднятия — продолжения Варандзей-Адзвинской зоны в Печорском море [Горожанин, Горожанина, 2018]. Это крупная, макроскопически хорошо различимая

филлоидная водоросль достигает 10–20 см в длину (рис. 6 г–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

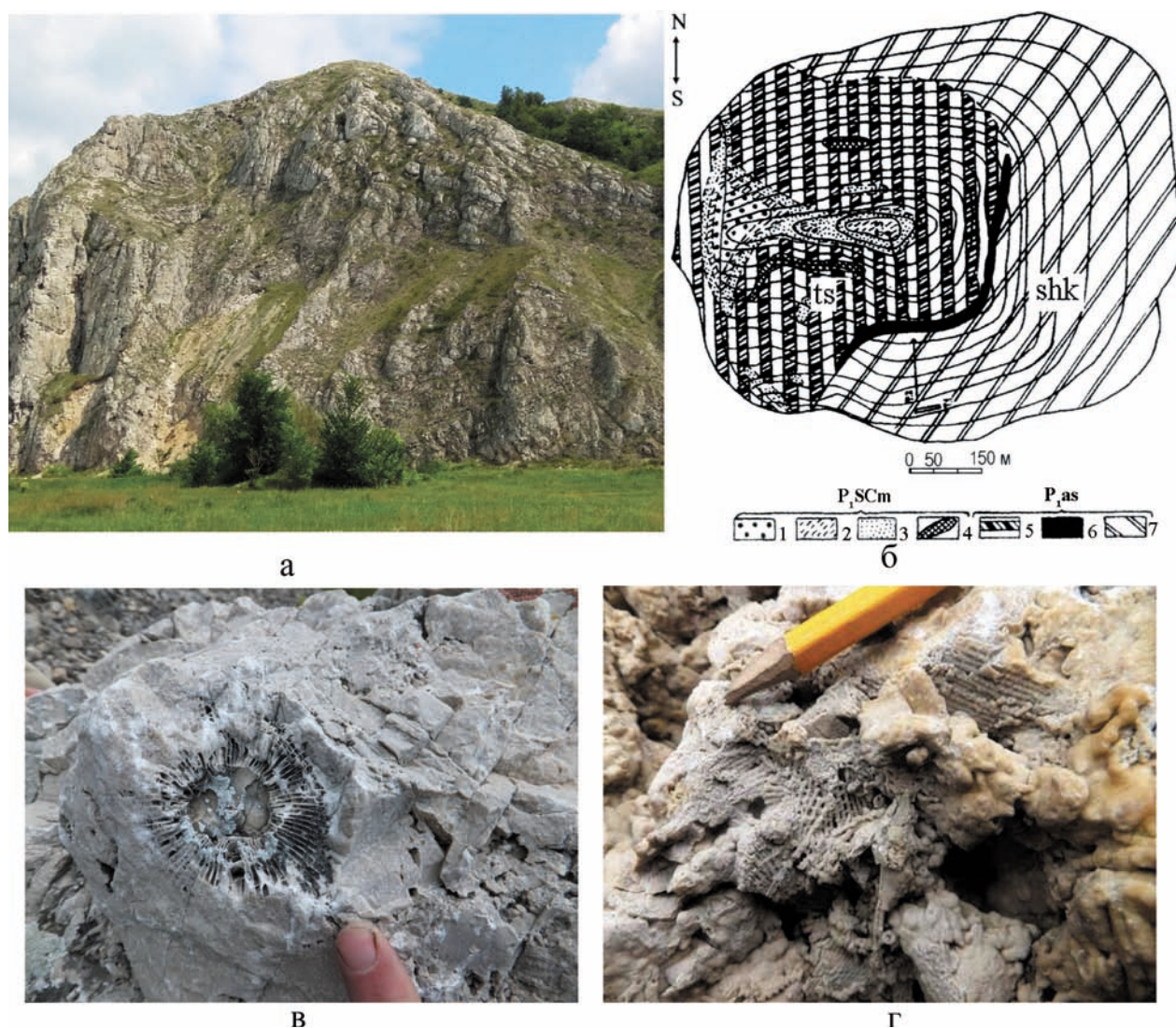


Рис. 7. Гора Юрактау

а — общий вид со структурами складок; б — геологическая карта г. Юрактау (по Сошкиной и др. [1941] из работы Е.И. Кулагинной и др. [2015]); shk — карбонаты шиханского горизонта ассельского 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 Shikhanian 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.

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 микритовых 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 вагвого (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.

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: Тау, 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.: Прогр. и тез. докл. / 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., Порфирьев Г.С. Пермские рифы Европейской части СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1941. 304 с. (Палеонтология СССР; Т. 5, Ч. 3, Вып. 1).
- Уникальные памятники природы шиханы Тратау 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 // Тр. УФНИИ. 1957. Вып. 2. С. 3–76.
- Шамов Д.Ф. Разрез перми гор одиночек Шахтау и Тратау // Путеводитель экскурсий 047 XXVII Международного геологического конгресса: Южный Урал. / Отв. ред. О.Л. Эйно. 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>.

УДК 56(470.57):563.12+551.83

РАННЕПЕРМСКАЯ ФОРАМИНИФЕРОВАЯ БИОТА РИФОВОГО МАССИВА ШАХТАУ И ЕЕ СВЯЗИ С БИОТАМИ ТЕТИЧЕСКОЙ И АРКТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

© 2020 г. Т. Н. Исакова¹, Е. И. Кулагина², Т. В. Филимонова¹¹ Геологический институт Российской академии наук, г. Москва² Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

Реферат. При изучении уникальной раннепермской морской биоты рифового массива Шахтау получены новые данные о систематическом составе фузулинидового сообщества. Приведена краткая история изучения фузулинид Шахтау, начиная с тридцатых годов прошлого столетия. Проведена ревизия ранее опубликованных таксонов фораминифер в соответствии с современной систематикой. Впервые состав раннепермского сообщества фузулинид Шахтау дополнен находками некоторых таксонов, среди которых одни более характерны для северных акваторий Тимано-Печорской провинции (род *Boultonia*), а другие (род *Pseudoreichelina*) встречаются в основном в области Палеотетис.

Ключевые слова: рифовый массив Шахтау, ранняя пермь, морская биота, фузулиниды

EARLY PERMIAN FORAMINIFERAL BIOTA OF REEFAL MASSIF SHAKHTAU AND ITS RELATIONSHIP TO SAME BIOTA OF THE PALEOTETHYAN AND ARCTIC REGIONS

© 2020 T. N. Isakova¹, E. I. Kulagina², T. V. Filimonova¹¹ Geological Institute RAS Research Organization of the Russian Academy of Sciences, Moscow² Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

Abstract. This work presents data on new finds of fusulinids in the Lower Permian sediments of the Shakhtau reefal massif. A brief history of the study of fusulinids of Shakhtau since the thirties of the last century is given. New data on the composition of the fusulinids community were obtained. The systematics of previously published foraminifera taxa has been revised in accordance with modern taxonomy. For the first time, the composition of the early Permian fusulinids community of Shakhtau was supplemented with finds of some taxa, among which some are more characteristic of the Timan Pechora basin (genus *Boultonia*), while others (genus *Pseudoreichelina*) are found mainly in Paleotethys.

Key words: Shakhtau reefal massif, early Permian, marine biota, fusulinids

Введение

Рифовый массив Шахтау является уникальным объектом изучения раннепермской морской биоты. Массив расположен в окрестностях г. Стерлитамак на правом берегу р. Белой и широко известен как одна из Стерлитамакских гор-одинок или шиханов. Шиханы как геологические объекты вызвали интерес у отечественных и зарубежных геологов и неоднократно посещались многими естествоиспытателями разных поколений. История накопления знаний о геологии, стратиграфии, палеонтологии шиханов подробно представлена Д.М. Раузер-Черноусовой [1950], начиная с геологических исследований Стерлитамакских гор-одинок Мурчисоном [Murchison et al., 1845] в XIX веке и заканчивая исследованиями, проводив-

шимися до середины XX века большим коллективом геологов, стратиграфов и литологов Академии наук СССР. История изучения рифового массива Шахтау до 1985 г. подробно изложена И.К. Королук [1985]. В настоящее время Шахтау является наиболее известным в международном плане объектом. Разрез неоднократно демонстрировался зарубежным участникам геологических экскурсий во время проведения в СССР Международных геологических конгрессов в 1939 и 1984 гг., а также VII Международного конгресса по стратиграфии и геологии карбона в 1975 г., Международного конгресса «Пермская система земного шара» в 1991 г. и XVIII Международного конгресса по карбону и перми в 2015 г.

Сведения о Стерлитамакских шиханах, и в частности о Шахтау, опубликованы в ряде путеводителей

экскурсий [Наливкин, 1937; Шамов, 1975, 1984; Королук, Щекотова, 1989; Раузер-Черноусова, Королук, 1991; Chernykh et al., 2015].

В 40-х годах прошлого столетия известняк, слагающий рифовый массив Шахтау, стал использоваться в качестве исходного сырья при производстве цемента и соды. На месте шихана появился карьер, и в настоящее время самые высокие точки над уровнем моря находятся на высотах 150–170 м, тогда как урез реки Белой — 122.5 м [Кулагина и др., 2015]. Разработка карьера привела к созданию достаточно благоприятных условий для изучения и сбора ископаемой фауны. Раннепермская морская биота Шахтау богата и разнообразна. В целом морская биота как совокупность организмов данного объекта включает экологические группировки микро- и макрофауны морских беспозвоночных и водорослей. Фораминиферы (фузулиниды и мелкие фораминиферы) составляют значительную часть биоразнообразия пермского рифа Шахтау, а их биономический состав относительно хорошо изучен и известен. Анализ систематического состава ассельских и сакмарских фузулинид Шахтау, их распространение в различных фациях послужили основой для палеоэкологических исследований Д.М. Раузер-Черноусовой [1975], показавшей широкую амплитуду приспособляемости фузулинид к различным условиям обитания. Многообразие мелких фораминифер Шахтау нашло отражение в публикации И.К. Королук, Т.К. Замилацкой [1973]. Распределение биономических ассоциаций мелких фораминифер внутри массива анализировалось на основе формальной статистической обработки списков определений около 100 видов из 29 родов 8 отрядов. Ранее мелкие фораминиферы изучались и описывались О.А. Липиной [1949], И.С. Сулеймановым [1949а], В.Г. Морозовой [1949]. Отдельная публикация посвящена описанию брэдиин из ассельских и сакмарских отложений Шахтау [Королук, Раузер-Черноусова, 1977].

В связи с созданием Геопарка «Торатау» в Республике Башкортостан карьер Шахтау вновь привлекает особое внимание и вызывает научный интерес палеонтологов возможностью собрать и получить уникальные материалы для изучения макро- и микрофауны раннепермского времени. В статье представлены новые данные по составу сообщества раннепермских фузулинид из последних сборов карьера Шахтау.

Материал

Оригинальным материалом к публикации послужила коллекция фораминифер из ассельско-сакмарских отложений массива Шахтау. Образцы были отобраны А.В. Мазеевым в 2015–2018 гг. для изучения брюхоногих моллюсков. Фораминиферы определялись

по 75 шлифам. Для каждого из блоков получен специфический комплекс фузулинид и мелких фораминифер. Были использованы также шлифы по Шахтау из ранее опубликованных работ Д.М. Раузер-Черноусовой, О.А. Липиной, В.Г. Морозовой, И.С. Сулейманова, И.К. Королук, хранящиеся в Лаборатории микропалеонтологии Геологического института РАН (ГИН РАН). В настоящей публикации рассматриваются только фузулиниды из надотряда *Fusulinoida* Fur-senko, 1958 [Справочник..., 1996].

Палеогеография

К началу пермского периода завершилось образование суперконтинента Пангея, объединяющего два основных континента — Гондвану и Лавразию. Эти континенты разделяли два океана: Панталасса и Палеотетис (рис. 1). Палеоуральский бассейн в ранней перми представлял собой пролив между морскими бассейнами Палеотетис и Арктической областью Панталассы, поэтому на территории обширной зоны Палеотетис ассельская часть карбонатных разрезов имеет почти одинаковую фузулинидовую характеристику с уральскими разрезами [Чувазов, 2014]. Аналогичные результаты показывают и мелкие фораминиферы [Filimonova, 2010]. Новые данные о раннепермских брюхоногих моллюсках Шахтау, полученные А.В. Мазеевым [2019а, б], соответствуют этой точке зрения. Изученный комплекс гастропод включает как палеотетические формы, так и многочисленные роды, характерные для североамериканских акваторий.

В позднем карбоне и ранней перми область Гондваны испытала несколько циклов оледенений, причем ледниковый максимум приходился на ассельско-раннесакмарское время [Чумаков, 2015]. Оледенения зафиксировались в геологической летописи обмелением морских бассейнов субтропических и тропических областей, что оказало влияние на развитие бентосных сообществ фузулинид. Фораминиферы являются широко распространенной группой микрофауны, обитавшей не только в эпиконтинентальных морях, но населявших и литораль, а также шельф открытых океанов [Раузер-Черноусова, 1975]. В связи с вышесказанным задача выявления связи фораминиферовой биоты Шахтау с аналогичными биотами области Палеотетиса и северных регионов раннепермского времени представляет научный интерес.

Систематический состав фузулинид Шахтау

Описание фузулинид Шахтау было начато Д.М. Раузер-Черноусовой [1937], С.Ф. Щербович [Раузер-Черноусова, Щербович, 1949], И.С. Сулеймановым



Рис. 1. Положение шихана Шахтау на палеогеографической карте начала пермского периода, 300 млн лет назад. Коричневым и зеленым цветами показаны древние континенты, светло-голубым цветом область оледенения Гондваны (по С. Scotese, www.scotese.com/newpage5.htm, с упрощением)

Fig. 1. The position of the Shihan Shakhtau on the paleogeographic map at the beginning of the Permian period, 300 Ma. Brown and green colors show the ancient continents, light blue the area of glaciation of the Gondwana (according C. Scotese, www.scotese.com/newpage5.htm, simplified)

[19496] и др. Более полные списки фузулинид неоднократно приводились в различных путеводителях геологических экскурсий по Шахтау. Общий систематический состав фузулинид, содержащихся в отложениях массива Шахтау, представлен следующим списком, составленным по известным литературным источникам (табл. 1). Авторская систематика использованных литературных источников приведена в соответствие с современной систематикой, принятой в Справочнике по систематике фораминифер палеозоя [1996]: родовые таксоны — *Anderssonites* Syomina, Solovieva et Bensch, 1987; *Concavutella* Bensch, 1987; *Dunbarinella* Thompson, 1942; *Globifusulina* Alekseeva, Isotova, Polozova, 1983; *Grozdilovia* Bensch, 1987; *Pseudochusenella* Bensch, 1987; *Sakmarella* Bensch et Kireeva, 1987; *Shichanella* Bensch et Kireeva, 1987; *Tastubella* Bensch et Kireeva, 1987; *Verneuilites* Bensch et Kireeva, 1987 выделены из номинального родового таксона *Pseudofusulina* s.l. Dunbar et Skinner, 1931. Родовой таксон *Rugosofusulinoides* Bensch, 1996 выделен из номинального родового таксона *Rugosofusulina* Rauser, 1937.

Таким образом, в соответствии с современной систематикой родовое разнообразие раннепермской фузулинидовой ассоциации рифа Шахтау достаточно представительно и включает 17 таксонов. Видовое разнообразие свидетельствует о массовом присутствии и доминировании в составе ассоциации видов, ранее

объединявшихся в родовой таксон *Pseudofusulina* s.l. Dunbar et Skinner, 1931 и широко распространенных в нижнепермских отложениях Урала.

Авторами получены новые данные, пополняющие родовый состав фораминиферовой биоты рифа Шахтау. Впервые общеизвестный состав раннепермского сообщества фузулинид Шахтау дополнен находками таких таксонов как *Boultonia* (?) *minuta* Kononova, *Boultonia* (?) aff. *accurata curta* (Kononova), *Boultonia* sp. (ex gr. *cylindrica* Chen), *Pseudoreichelina darvasica* Leven и *Praemisellina* (?) *georgii* Kalmykova. Разнообразие фораминиферового сообщества этого уникального объекта частично представлено на рис. 2, иллюстрирующем распространенные таксоны фузулинид (рис. 2, фиг. 1–13) и мелких фораминифер (рис. 2, фиг. 14–21).

Обсуждение

Особенностью раннепермского сообщества фузулинид Шахтау является то, что оно включает таксоны, как морфологически схожие с характерными для северных акваторий Тимано-Печоры *Boultonia* (?) *minuta* Kononova и *Boultonia accurata curta* (Kononova), так и *Pseudoreichelina darvasica* Leven — вид, широко распространенный в бассейне Палеотетис. Род *Boultonia* Lee с типовым видом *Boultonia willsi*

Lee был впервые описан из нижнепермских отложений Маньчжурии [Lee, 1927]. В дальнейшем бултонии помимо Китая указывались в нижнепермских отложениях Тайланда [Sheng, 1958], Карнийских Альп [Kochansky-Devide, 1956; Kahler F., Kahler G., 1980], Дарваза [Левен, Щербович, 1978], Северной Америки [Tompson, 1954; Skinner, Wilde, 1954; Ross, 1967]. В европейской части России бултонии известны из нижнепермских отложений Тимано-Печорской провинции [Коновалова, 1977, 1991]. Отдельные экзем-

пляры рода *Boultonia* из рифового массива Шахтау (рис. 2, фиг. 11–12) имеют наибольшее сходство с *Boultonia accurata curta* (Коновалова) из разрезов Северного Тимана, тогда как морфологические признаки других представителей данного рода (рис. 2, фиг. 13) ближе к *Boultonia cylindrica* Chen из Южного Китая, но отличаются большими размерами. Общее количество бултоний в изученном материале невелико: в 75 шлифах определено не более 10–13 сечений раковин этого рода.

Таблица

Общий систематический состав фузулинид рифового массива Шахтау

Table

General systematic composition of fusulinides of the Shakhtau reef massif

№ п/п	Таксоны фузулинид	Раузер-Черноусова, 1937	Раузер-Черноусова, Щербович, 1949	Судейманов, 1949б	Шамов, 1975	Раузер-Черноусова, Королук, 1991	Настоящая статья
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<i>Anderssonites accurata</i> (Voložhanina, 1962)						•
2	<i>Concavutella concavut</i> (Vissarionova, 1949)					•	
3	<i>C. callosa</i> (Rauser Chernousova, 1940)					•	
4	<i>C. proconcavut</i> (Rauser Chernousova, 1949)					•	
5	<i>C. vissarionovae</i> (Rauser Chernousova, 1949)					•	
6	<i>Dunbarinella gregaria</i> (Lee, 1931)						•
7	<i>D. paragregaria</i> (Rauser Chernousova, 1940)						•
8	<i>Globifusulina exuberata</i> (Shamov, 1958)				•		•
9	<i>Gl.? subnathorsti</i> (Lee, 1931)					•	
10	<i>Grozdilovia sulcata</i> (Korzhenevsky, 1940)					•	
11	<i>G. baschkirica</i> (Korzhenevsky, 1940)					•	
12	<i>G. composita</i> (Korzhenevsky, 1940)					•	
13	<i>G. correcta</i> (Korzhenevsky, 1940)					•	
14	<i>G. decurta</i> (Korzhenevsky, 1940)						•
15	<i>G. declinata</i> (Korzhenevsky, 1940)						•
16	<i>G. ischimbajevi</i> (Korzhenevsky, 1940)						•
17	<i>G. rauserae</i> (Korzhenevsky, 1940)					•	
18	<i>Pseudochusenella postcallosa</i> (Bensh, 1962)					•	
19	<i>Pseudoch. lutuginiformis</i> (Rauser Chernousova, 1940)				•		
20	<i>Rugosofusulinoides belajensis</i> (Suleimanov, 1949)			•			
21	<i>R. serrata</i> (Rauser Chernousova, 1937)			•			
22	<i>R. valens</i> (Rauser Chernousova, 1937)			•			
23	<i>R. shikhanensis</i> (Suleimanov, 1949)			•			
24	<i>R. intermedia</i> (Suleimanov, 1949)			•			
25	<i>R. shakhtauensis</i> (Suleimanov, 1949)			•			
26	<i>R. paralatorialis</i> (Suleimanov, 1949)			•			
27	<i>R. latorialis</i> (Rauser Chernousova, 1937)				•		
28	<i>R. moderata</i> (Rauser Chernousova, 1937)	•					
29	<i>Sakmarella moelleri</i> (Schellwien, 1908)				•		
30	<i>S. conspiqua</i> (Rauser Chernousova, 1949)					•	
31	<i>S. blochini</i> (Korzhenevsky, 1940)				•	•	
32	<i>Shichanella pulchra</i> (Kireeva, 1949)					•	

1	2	3	4	5	6	7	8
33	<i>S. karagasensis</i> (Rauser Chernousova, 1948)					•	
34	<i>Sphaeroschwagerina sphaerica</i> (Scherbovich, 1949)		•		•	•	•
35	<i>Sphaerosch. karnica</i> (Scherbovich, 1949)		•				
36	<i>Sphaerosch. ovoides</i> (Scherbovich, 1949)		•				
37	<i>Sphaerosch. pulchra</i> (Kahler et Kahler, 1937)					•	
38	<i>Schwagerina constans</i> (Scherbovich, 1949)					•	
39	<i>Sch. moelleri</i> (Rauser, 1936)					•	
40	<i>Tastubella tastubensis</i> (Vissarionova, 1937)					•	
41	<i>T. jaroslavlensis</i> (Vissarionova, 1937)					•	
42	<i>T. parajaroslavlensis</i> (Kireeva, 1949)					•	
43	<i>Verneuilites anostriata</i> (Kireeva, 1949)					•	
44	<i>V. fortissimo</i> (Kireeva, 1949)					•	
45	<i>V. urdalensis</i> (Rauser Chernousova, 1940)					•	
46	<i>V. ordinata</i> (Kireeva, 1949)					•	
47	<i>V. proplicatissima</i> (Rauser Chernousova, 1949)					•	
48	<i>V. plicatissima</i> (Rauser Chernousova, 1940)					•	
49	<i>V. vernuili</i> (Moeller, 1878)				•	•	
50	<i>Schubertella</i> sp.						•
51	* <i>Boultonia</i> aff. <i>accurata curta</i> Konovalova, 1991						•
52	* <i>Boultonia</i> (?) <i>minuta</i> Konovalova, 1977						•
53	* <i>Boultonia</i> sp. (ex gr. <i>cylindrica</i> Chen, 1934)						•
54	* <i>Pseudoreichelina darvasica</i> Leven, 1970						•
55	* <i>Praemisellina</i> (?) <i>georgii</i> Kalmykova, 1972						•

Примечание: знаком * отмечены таксоны, впервые указанные в составе фораминиферового сообщества Шахтау.
Notes: the symbol * marks taxa, that are defined in the foraminiferal community of Shakhtau for the first time.

Вид *Pseudoreichelina darvasica* Leven впервые найден в составе раннепермской фораминиферовой биоты Шахтау (рис. 2, фиг. 14). Род *Pseudoreichelina* Leven, 1970 aberrантных фузулинид широко распространен в Палеотетис, поскольку известен в нижнепермских отложениях Дарваза, а также в Словении, Японии и Вьетнаме [Loeblich, Tappan, 1987], относящихся к бассейну Палеотетис. Единичное указание на присутствие этого рода в нижнеартинских отложениях Пермского Приуралья представлено в публикации В.В. Барышникова с соавторами [1982], описавшего новый вид *Pseudoreichelina uralica* Baryshnikov из бурцевского горизонта.

Морфологической особенностью представителей этого рода является распрямление последнего оборота спирали раковины. Обычно предполагается, что подобное отклонение от привычной нормы развития спирали связано либо с изменениями фациальных условий среды обитания, либо попыткой приспособления к планктонному образу жизни. По данным Э.Я. Левена [1970], в бассейне Палеотетис эти изменения особенно проявлялись в конце пермского времени, и большинство отклоняющихся от обычной нормы, т. е. aberrантных фузулинид приурочено к отложениям верхней перми. Позднепермские aberrантные фузулиниды относятся к роду *Reichelina* Erk,

1942. Несмотря на очевидное морфологическое сходство псевдорейхелин и рейхелин, они имеют разные корни, что свидетельствует об их конвергентном развитии, т. е. независимом приобретении сходства между неродственными организмами. По мнению отечественных микропалеонтологов [Левен, 1970; Раузер-Черноусова, 1985], псевдорейхелины должны относиться к штаффеллидам, т. к. они филогенетически связаны с псевдоэндотирами, тогда как рейхелины берут начало от озаваинелл и рассматриваются в составе семейства *Ozawainellidae* Thompson et Foster, 1937 [Справочник..., 1996].

Praemisellina (?) *georgii* Kalmykova дополняет состав раннепермской биоты Шахтау. Выделение родового таксона *Praemisellina* Kalmykova, 1972 представляется спорным. Типовым видом рода *Praemisellina* М.А. Калмыкова указала вид, описанный в 30-х годах прошлого столетия Г.А. Дуткевичем как *Staffella dagmarae*, дав этому виду новое название *Praemisellina georgii* Kalmykova, nom. nov. (= *Staffella dagmarae* Dutkevich). Обоснованием к выделению самостоятельного рода послужили изменения в морфологии раковины штаффеллид, а именно появление зачаточных дополнительных устьев (фораменов) в последнем обороте раковины, а также приуроченность подобных форм к определенному стратиграфическому интервалу.

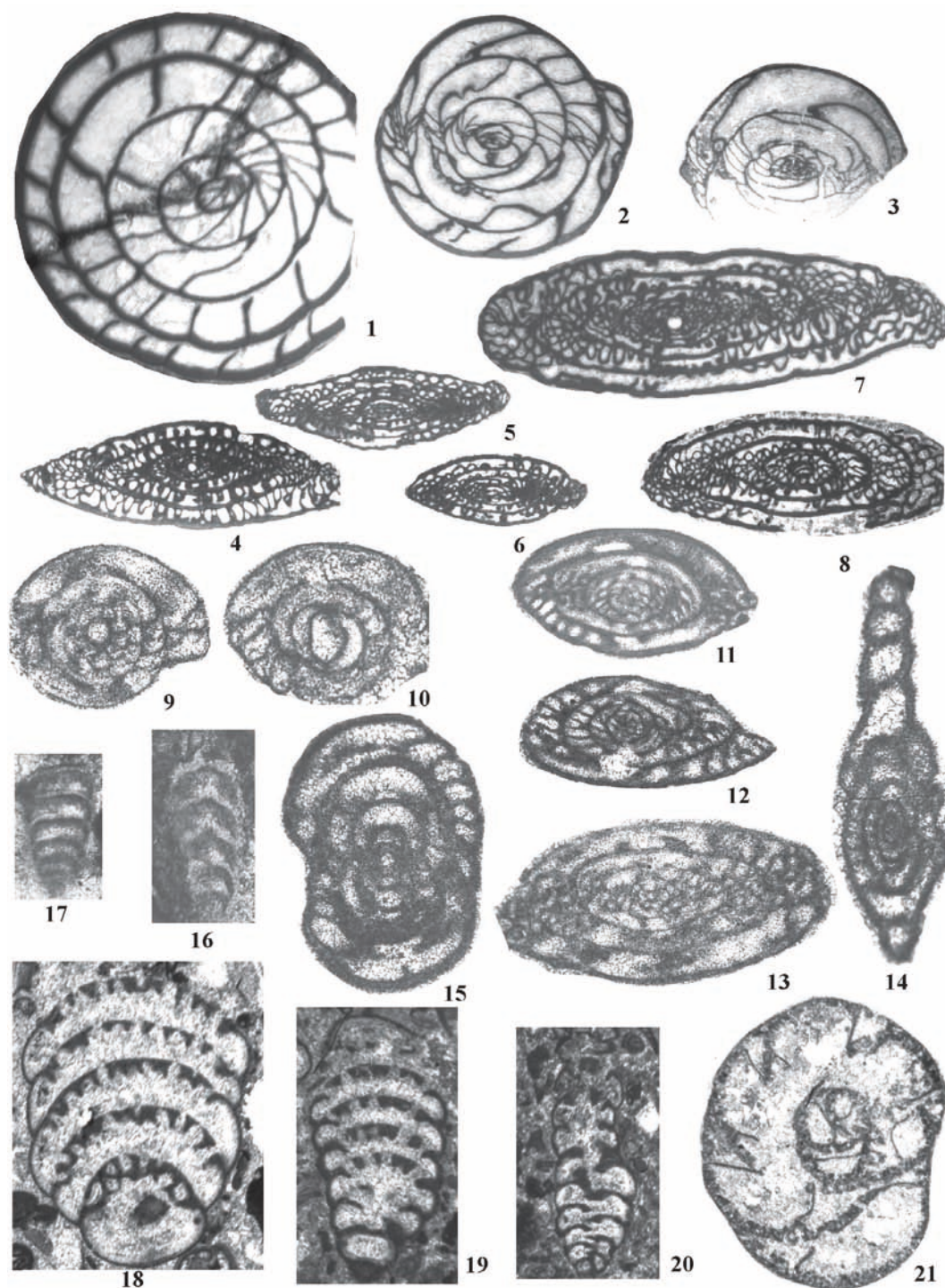


Рис. 2. Фузулиниды и мелкие фораминиферы раннепермской фораминиферовой биоты Шахтау. Обр. М-1, карьер Шахтау, приуральский отдел

Увеличение: (1 8) ~10; (9), (10), (16), (17) ~100; (11 14) ~50; (18 21) ~20.

Fig. 2. Fusulinids and small foraminifers of the Early Permian foraminifer biota Shakhtau. Sample M-1, Shakhtau Quarry, Cisuralian

Magnification: (1 8) around 10; (9), (10), (16), (17) around 100; (11 14) around 50; (18 21) around 20.

(1 3) *Sphaeroschwagerina sphaerica* (Scherbovich); (4) *Globifusulina exuberata* (Shamov); (5) *Dunbarinella paragregaria* (Rauser); (6) *Dunbarinella gregaria* (Lee); (7) *Grozdilovia ischimbajevi* (Korzhenevsky); (8) *Grozdilovia decurta* (Korzhenevsky); (9, 10) *Schubertella* sp.; (11, 12) *Boultonia* aff. *accurata curta* (Konovalova); (13) *Boultonia* sp. (ex gr. *cylindrica* Chen); (14) *Pseudoreichelina darvasica* Leven; (15) *Praemisellina* (?) *georgii* Kalmykova; (16) *Nodosinelloides* sp. (ex gr. *netchajewi* Tcherdynzev); (17) *Geinitzina postcarbonica* Spandel; (18) *Cribrogenerina gigas oviformis* (Morozova); (19) *Climacammina gigas* Suleimanov; (20) *Deckerella rara* Igonin et Julitova; (21) *Bradyinelloides* sp.

Зачаточные дополнительные устья в последнем обороте раковины наблюдаются очень редко. Этот признак носит скорее субъективный характер и зависит от степени сохранности материала. В фундаментальной сводной классификации по родам фораминифер и их систематике Дж. Леблика и Х. Теппен [Loeblich, Tappan, 1987] рассматривают род *Praemisellina* младшим синонимом рода *Pseudoendothyra*. Систематику штаффеллид разрабатывала также Д.М. Раузер-Черноусова [1985]. На основании изучения онтогенезов всех видов штаффеллид по видовой картотеке фораминифер Геологического института АН СССР, виды группы *dagmarae* Dutkevich (= *georgii* Kalmykova, nom. nov.) были включены ею в состав рода *Parastaffelloides* Reitlinger, 1963. Ограниченность исследуемого материала из Шахтау не позволяет получить однозначного понимания валидности рода *Praemisellina*. Рассматриваемый род включен в систему фораминифер палеозоя [Справочник..., 1996] и используется для анализа общего состава фузулинид, содержащихся в отложениях массива Шахтау.

Заключение

В результате изучения раннепермской фораминиферовой биоты Шахтау получен уточненный систематический состав фузулинид, включающий свыше 50 видов, относящихся к 16 родам. Среди них доминируют виды, широко распространенные на Урале и Русской платформе. Впервые в составе раннепермского сообщества фузулинид Шахтау обнаружены *Boultonia* Lee, 1927 и *Pseudoreichelina* Leven, 1970. Встреченные *Boultonia* sp. (ex gr. *cylindrica* Chen) и *Boultonia* aff. *accurata curta* Kononova морфологически схожи с характерными для северных акваторий Тимано-Печоры — *Boultonia cylindrica* Chen и *Boultonia accurata curta* Kononova, а *Pseudoreichelina darvasica* Leven встречается в основном в области Палеотетис. Полученные новые данные о фузулинидах Шахтау свидетельствуют о смешанном составе рассматриваемого сообщества, что подтверждает существование связей раннепермской фораминиферовой биоты Палеоуральского бассейна с фораминиферовыми биотами тетической и арктической областей.

Исследования проведены в соответствии с планами научно-исследовательских работ ГИН РАН (госзадание № 0135-2019-0062) и ИГ УФИЦ РАН (госзадание № 0246-2019-0118).

Благодарности. Авторы благодарят сотрудников ПИН РАН А.В. Мазаева за предоставленный для изучения фораминифер оригинальный каменный материал из рифового массива Шахтау, из которого была изготовлена коллекция ориентированных шлифов с фузулинидами.

Список литературы:

- Барышников В.В., Золотова В.П., Кошелева В.Ф. Новые виды фораминифер артинского яруса Пермского Приуралья. Препринт. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1982. 54 с.
- Коновалова М.В. Раннепермские бультонины и веренгеллы северо востока Европейской части СССР // Геология и нефтегазоносность Северо Востока Европейской части СССР. 1977. Вып. 4. С. 152-159.
- Коновалова М.В. Стратиграфия и фузулиниды верхнего карбона и нижней перми Тимано Печорской нефтегазоносной провинции. М.: Недра, 1991. 201 с.
- Королюк И.К. Методика и результаты изучения пермского рифогенного массива Шахтау. М.: Наука, 1985. 111 с.
- Королюк И.К., Замлацкая Т.К. Особенности распределения мелких фораминифер в нижнепермском биогермном массиве Шахтау (Башкирия) // Вопр. микропалеонтологии. 1973. Вып. 16. С. 62-79.
- Королюк И.К., Раузер Черноусова Д.М. Ассельские и сакмарские брэдиины (фораминиферы) из биогермного массива Шахтау (Башкирия) // Вопр. микропалеонтологии. 1977. Вып. 20. С. 126-141.
- Королюк И.К., Щекотова И.А. Путеводитель экскурсий по Стерлитамакским шиханам рифогенным образованиям раннепермского времени. М.: Наука, 1989. 30 с.
- Кулагина Е.И., Скуин И.А., Коссовая О.Л. Пермский риф Шахтау. Уфа: Белая Река, 2015. 72 с.
- Левен Э.Я. Новый род пермских аберрантных фузулинид // Палеонтологический журнал. 1970. № 4. С. 16-20.
- Левен Э.Я., Щербович С.Ф. Фузулиниды и стратиграфия ассельского яруса Дарваза. М.: Наука, 1978. 162 с.
- Литина О.А. Мелкие фораминиферы погребенных массивов Башкирии // Труды ИГН АН СССР. Геол. сер. № 35. 1949. Вып. 105. С. 198-235.
- Мазаев А.В. Раннепермские гастроподы Шахтау (поздний ассель, Южное Приуралье) // Палеострат 2019: Годичное собрание (научная конференция) секции Палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН. Москва, 28-30 янв. 2019 г. М.: ПИН РАН, 2019а. С. 38.
- Мазаев А.В. Новый род *Perakella* gen. nov. (Gastropoda) из нижнепермских рифовых известняков Шахтау // Палеонтологический журнал. 2019б. № 4. С. 20-24. doi.org/10.1134/S0031031X19040081.
- Морозова В.Г. Представители семейств Lituolidae и Textulariidae из верхнекаменноугольных и артинских отложений Башкирского Приуралья // Труды ИГН АН СССР. Геол. сер. № 35. 1949. Вып. 105. С. 244-274.
- Наливкин Д.В. Стерлитамакское пересечение Южного Урала // Пермская экскурсия, южный маршрут: Международные геологический конгресс, 17-я сессия. М., 1937. С. 93-116.
- Раузер Черноусова Д.М. *Rugosofusulina* — новый род фузулинид // Этюды по микропалеонтологии. Палеонтологическая лаборатория Московского государственного университета. 1937. Т. 1(1). С. 1-26.
- Раузер Черноусова Д.М. Фации верхнекаменноугольных и артинских отложений Стерлитамакско-Ишимбайского Приуралья (на основе изучения фузулинид) // Труды ИГН АН СССР. Геол. сер. № 43. 1950. Вып. 119. С. 1-109.

- Раузер Черноусова Д.М.* Палеоэкология ассельских и сакмарских фузулинид в биогермных фациях // Вопросы микропалеонтологии. 1975. Вып. 18. С. 96–122.
- Раузер Черноусова Д.М.* Систематика семейства Staffellidae (Fusulinida) // Вопр. микропалеонтологии. 1985. Вып. 27. С. 5–23.
- 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.
- Раузер Черноусова Д.М., Щербович С.Ф.* Швагерини Европейской части СССР // Труды ИГН АН СССР. Геол. сер. № 35. 1949. Вып. 105. С. 244–274.
- Справочник по систематике фораминифер палеозоя (эндотироиды, фузулиноиды). М.: Наука, 1996. 204 с.
- Сулейманов И.С.* Некоторые мелкие фораминиферы из верхнепалеозойских отложений Башкирии // Труды ИГН АН СССР. Геол. сер. № 35. 1949а. Вып. 105. С. 235–243.
- Сулейманов И.С.* Новые виды фузулинид рода *Rugosofusulina* // Труды ИГН АН СССР. Геол. сер. № 35. 1949б. Вып. 105. С. 44–60.
- Чувашов Б.И.* Раннепермская биота востока Русской платформы и ее связи с биотами тетической и арктической областей // Диверсификация и этапность эволюции органического мира в свете палеонтологической летописи: Матер. 60 й сессии Палеонтол. общ. ва при РАН (7–11 апр. 2014 г., Санкт Петербург). СПб, 2014. С. 145–147.
- Чумаков Н.М.* Оледенения в истории Земли. История, стратиграфическое значение и роль в биосфере // Труды ГИН РАН. 2015. Вып. 611. 160 с.
- Шамов Д.Ф.* Разрез перми гор одиночек Шахтау и Тра Тау // Путеводитель экскурсии по разрезам карбона Южного Урала (Башкирия). М.: Наука, 1975. С. 28–31.
- Шамов Д.Ф.* Разрез перми гор одиночек Шахтау и Тра Тау // 27 й Международный геологический конгресс. Южный Урал: Сводный путеводитель экскурсии 047. Институт литосферы АН СССР, 1984. С. 22–24.
- Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Henderson C.M., Shen S., Schmitz M.D., Sungatulina G.V., Barrick J.E., Shilovsky O.P.* Southern Urals. Deep water successions of the Carboniferous and Permian: Pre Congress A3 Trip, August, 6–10, 2015. Kazan: Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan Press, 2015. 88 p.
- Filimonova T.V.* Smaller Foraminifers of the Lower Permian from Western Tethys // Stratigraphy and Geological Correlation. 2010. 18(7). P. 687–811. doi.org/10.1134/S0869593810070014.
- Kahler F., Kahler G.* Fusuliniden aus Kalken der Trogkofel Schichten der Karnischen Alpen // Carinthia II. 1980. Sonderheft 36. P. 183–254.
- Kochansky Devide V.* Donjopermske Fusulinide Sustasa kod Bara u Cronoj Gori // Geoloski Vjesnik. 8–9, 1954–1955. Zagreb, 1956. P. 7–12.
- Lee J.S.* Fusulinidae of North China // Palaeont. Sinica. 1927. Ser. B(4). P. 1–172.
- Loeblich Jr., Tappan H.* Foraminiferal genera and their Classification. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1987. 970 p.
- Murchison R., Verneuil E., Keyserling A.* The geology of Russia in Europe and Ural Mountains. London, 1845. 512 p. 46 il.
- Ross Ch.A.* Late Paleozoic Fusulinacea from Northern Yukon Territory // Journal of Paleontology. 1967. Vol. 41(3). P. 709–725.
- Sheng J.C.* Fusulinids from the Penchi series of the Taitzeho valley, Liaoning // Pal. Sinica. 1958. New Series 143: B(7). P. 1–119.
- Skinner J.W., Wilde G.L.* The Fusulinid Subfamily Boultoniidae // J. Paleontology. 1954. Vol. 28(4). P. 439–441.
- Thompson M.L.* American Wolfcampian Fusulins // University of Kansas Paleontological Contributions. Protozoa. Art. 5. 1954. P. 1–226.

УДК 551.736.1

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗА «ДАЛЬНИЙ ТЮЛЬКАС» (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

© 2020 г. В.В. Черных¹, Г.В. Котляр², Р.В. Кутыгин³, Т.В. Филимонова⁴,
Г.М. Сунгатуллина⁵, Р.Х. Сунгатуллин⁵, Г.А. Мизенс¹, Т.Н. Исакова⁴

¹ Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург

² Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, г. Санкт-Петербург

³ Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения РАН, г. Якутск

⁴ Геологический институт РАН, г. Москва

⁵ Казанский федеральный университет

Реферат. Приведены результаты комплексного палеонтологического исследования микро- и макрофауны из пограничных сакмарско-артинских отложений разреза «Дальний Тюлькас», который претендует на роль Глобального стратотипа нижней границы («золотого гвоздя») артинского яруса пермской системы Международной стратиграфической шкалы. Изучено распространение по разрезу конодонтов, аммоноидей и фораминифер. Нижняя граница артинского яруса проведена по появлению космополитного вида *Sweetognathus whitei* (Rhodes) в эволюционной линии *S. binodosus* – *S. anceps* – *S. whitei*. Выше сакмарско-артинской границы обнаружен типичный для нижнеартинского (актастинского) подъяруса комплекс аммоноидей с *Daraelites*, *Eothinites*, *Popanoceras*, а также *Neopronorites skvorzovi* (Tchernow), *Uraloceras involutum* (Voinova), *U. gracilentum* Ruzhencev и *Popanoceras annae* Ruzhencev, являющихся маркерами сакмарско-артинского рубежа. В разрезе впервые выделены слои с *Uraloceras involutum*. Послойно показано распределение характерных шубертелло-фузулинидовых комплексов и комплексов мелких фораминифер по разрезу. Проанализировано изменение таксономического состава фораминифер во времени.

Ключевые слова: пермская система, сакмарский ярус, артинский ярус, конодонты, аммоноидеи, фораминиферы, Международная стратиграфическая шкала

PALEONTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE “DALNIY TYULKAS” SECTION (SOUTHERN URALS)

© 2020 V.V. Chernykh¹, G.V. Kotlyar², R.V. Kutygin³, T.V. Filimonova⁴,
G.M. Sungatullina⁵, R.Kh. Sungatullin⁵, G.A. Mizens¹, T.N. Isakova⁴

¹ The Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg

² A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg

³ Diamond and Precious Metal Geology Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk

⁴ Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow

⁵ Kazan Federal University

Abstract. The results of a comprehensive paleontological study of the Sakmarian Artinskian boundary interval of the “Dalniy Tulkas” section are presented. Conodonts, ammonoids, foraminifera are described and their evolutionary development is considered.

The results of a comprehensive paleontological study of the micro- and macrofauna from the Sakmarian Artinskian boundary deposits of the “Dalniy Tulkas” section are presented. The “Dalniy Tulkas” section claims to be the Global stratotype of the lower boundary (“golden nail”) of the Artinskian Stage of the Permian system of the International Stratigraphic Chart. The distribution of conodonts, ammonoids, and foraminifera was studied. The lower boundary of the Artinskian Stage was established by the appearance of the cosmopolitan species *Sweetognathus whitei* (Rhodes) in the evolutionary line *S. binodosus* – *S. anceps* – *S. whitei*. A complex of ammonoids with *Daraelites*, *Eothinites*, *Popanoceras*, as well as *Neopronorites skvorzovi* (Tchernow), *Uraloceras involutum* (Voinova), *U. gracilentum* Ruzhencev, and *Popanoceras annae* Ruzhencev were identified above the Sakmarian Artinskian boundary. Moreover, the last four species are markers of the Sakmarian Artinskian border. Beds with *Uraloceras involutum* were first identified in “Dalniy Tulkas” section for the first time. The distribution of characteristic schubertella-fusulinida complexes, and assemblages of small foraminifera is shown in the section. Changes in the taxonomic composition of foraminifera over time are analyzed.

Key words: “Dalniy Tyulkas” section, Permian system, Sakmarian Stage, Artinskian Stage, conodonts, ammonoids, foraminifera, International Stratigraphic Chart

Введение

Разрез «Дальний Тюлькас» претендует на роль Глобального стратотипа нижней границы («золотого гвоздя») артинского яруса пермской системы Международной стратиграфической шкалы [Kotlyar et al., 2016; Chernykh et al., 2019]. В геологии для маркировки нижних границ ярусов Международной стратиграфической шкалы служат эталонные (стратотипические) разрезы. Процедура их выбора и установления границ ярусов определяется концепцией GSSP (Global Stratotype Section and Point — Глобальный стратотипический разрез и точка). Большая часть ярусных границ GSSP в фанерозое уже установлена, есть «золотой гвоздь» и в Российской Федерации (сакмарский ярус, разрез «Усолка»). Несколько потенциальных эталонных разрезов находятся также на территории Республики Башкортостан. Так, на роль «золотого гвоздя» артинского яруса перми с полным правом претендует разрез «Дальний Тюлькас», расположенный в Гафурийском районе Республики Башкортостан (рис. 1). В течение последних лет в пограничном сакмарско-артинском интервале разреза проведено комплексное палеонтологическое исследование, которое включает изучение конодонтов, используемых в качестве видов-маркеров границ ярусов нижней перми, а также амmonoидей и фораминифер.

Методика исследований

Комплексное палеонтологическое изучение сакмарско-артинских отложений разреза «Дальний Тюлькас» включало: а) послойный отбор проб на конодонты весом до 10–20 кг, растворение образцов в 10% уксусной кислоте, просмотр нерастворимого остатка под микроскопом, определение таксономической принадлежности конодонтов, анализ эволюционного тренда свитогнатид на сакмарско-артинском рубеже; б) отбор образцов, содержащих фораминиферы, изучение их в шлифах; в) поиск и отбор амmonoидей, препарирование раковин, определение, фотографирование, анализ распределения по разрезу.

Результаты исследования

Разрез «Дальний Тюлькас» представлен мощной серией терригенно-карбонатных пород (алевролиты, песчаники, известняки) в интервале от верхней части сакмарского яруса (верхи курортной свиты) до нижней части артинского яруса (низы тюлькаской свиты) перми. В отложениях курортной свиты присутствуют конодонты, многочисленные растительные остатки (водоросли, каламиты, палиноморфы), радиолярии, чешуйки (иногда и целые фрагменты) рыб. В верхней части курортной свиты появляются многочисленные

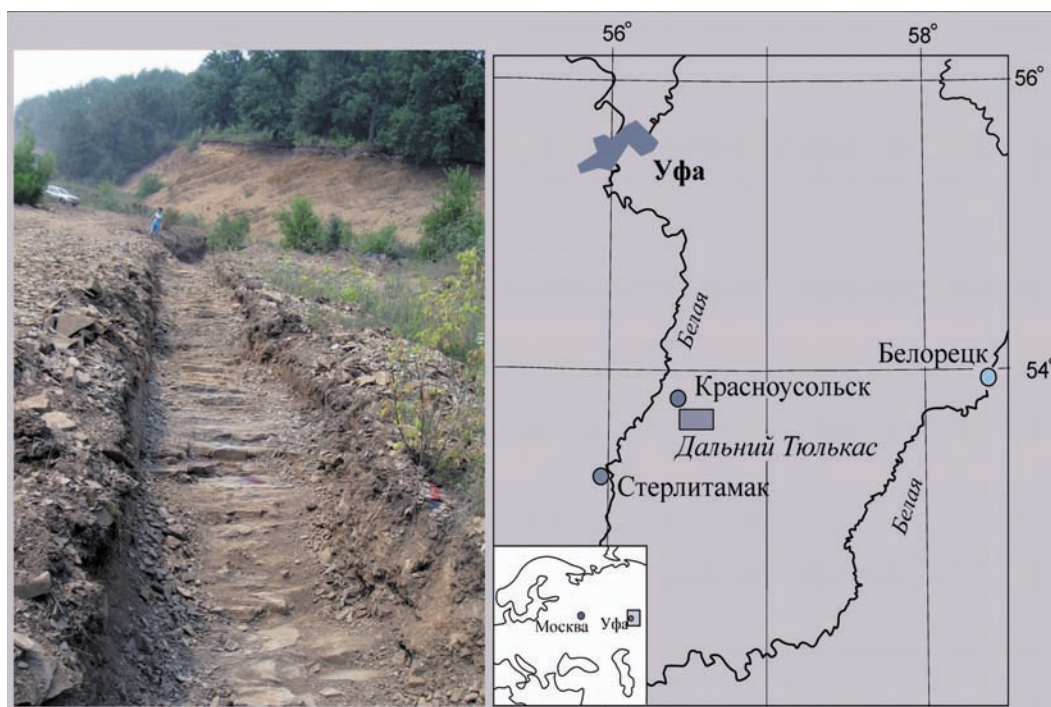


Рис. 1. Разрез «Дальний Тюлькас»

Слева — общий вид, справа — местоположение.

Fig. 1. “Dalniy Tyulkas” Section

Left — general view, right — location.

конкреции известняков с конодонтами, фораминиферами, радиоляриями. Разрез тюлькаской свиты артинского яруса начинается прослоем (мощность до 15 см) органогенно-обломочного известняка с многочисленными фузулидами. Отложения тюлькаской свиты представлены карбонатно-глинистой алевритистой толщей с крупными неоднородными конкрециями известняков. Из органических остатков встречены конодонты, аммоноидеи, фораминиферы, иглы и фрагменты раковин брахиопод, радиолярии, акритархи и редкие растительные остатки. В целом разрез «Дальний Тюлькас» характеризуется циклическим (флишевым) песчано-глинистым типом седиментации; накопление осадков происходило в семиаридном климате в условиях глубоководных конусов выноса [Чувазов и др., 1983].

Палеонтологические исследования

Конодонты в разрезе «Дальний Тюлькас» позволяют практически глобально проследить сакмарско-артинскую границу по появлению космополитного вида *Sweetognathus whitei* (Rhodes) в линии *S. binodosus*—*S. anceps*—*S. whitei* (рис. 2). Предложения использовать появление вида *Sweetognathus whitei* (Rhodes) для определения нижней границы артинского яруса были выдвинуты рядом авторов [Ritter, 1986]. Из вида *Sweetognathus binodosus* Chernykh в результате дифференциации каринальных бугорков появляется вид *S. anceps* Chernykh, обладающий гантелеобразными нодулями (рис. 3, 4). Вместе с такими формами начинают появляться экземпляры с фрагментарным развитием срединного каринального ребра, которые рассматриваются как переходные к *Sweetognathus whitei* (Rhodes) [Chuvashov et al., 2015]. Выше по разрезу от *Sweetognathus anceps* Chernykh происходят свитогнатусы с полностью развитыми гантелеобразными нодулями и срединным ребром — вид *S. whitei* (Rhodes), получивший широкое распространение в отложениях артинского возраста всех регионов мира (см. рис. 3, 4). Таким образом, в сакмарско-артинских отложениях разреза «Дальний Тюлькас» прослежен постепенный переход от *Sweetognathus anceps* Chernykh к *S. whitei* (Rhodes) и тем самым дана полная картина развития свитогнатид в эволюционной линии *Sweetognathus expansus*—*Sw. merrilli*—*Sw. binodosus*—*Sw. anceps*—*Sw. whitei* (см. рис. 2).

Аммоноидеи в разрезе «Дальний Тюлькас» обнаружены только в отложениях артинского яруса, где на уровне 1.6 м выше его нижней границы установлены представители вида *Popanoceras annae* Ruzhencev (рис. 5), широко прослеженного

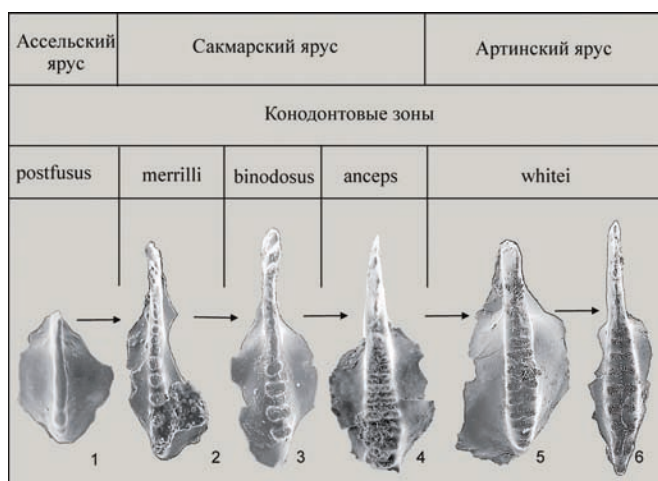


Рис. 2. Эволюционная линия *Sweetognathus expansus* (Perlmutter) *S. whitei* (Rhodes)

1 *Sweetognathus expansus* (Perlm.), разрез «Усолка», слой 21; 2 *S. merrilli* Koz., разрез «Усолка», слой 26/2; 3 *S. binodosus* Chern., разрез «Усолка», слой 26/3; 4 *S. anceps* Chern., разрез «Дальний Тюлькас», слой 4а; 5 форма, переходная от *S. anceps* к *S. whitei* (Rhod.), разрез «Дальний Тюлькас», слой 4б; 6 *S. whitei* (Rhod.), разрез «Дальний Тюлькас», слой 4б.

Fig. 2. The evolutionary lineage *Sweetognathus expansus* (Perlmutter) *S. whitei* (Rhodes)

1 *Sweetognathus expansus* (Perlm.), “Usolka” section, bed 21; 2 *S. merrilli* Koz., “Usolka” section, bed 26/2; 3 *S. binodosus* Chern., “Usolka” section, bed 26/3; 4 *S. anceps* Chern., “Dalniy Tyulkas” section, Bed 4a; 5 a form transitional from *S. anceps* to *S. whitei* (Rhod.), “Dalniy Tyulkas” section, Bed 4b; 6 *S. whitei* (Rhod.), “Dalniy Tyulkas”, Bed 4b.

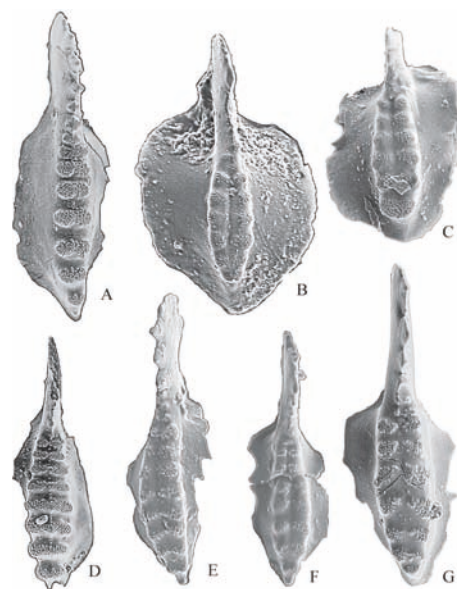


Рис. 3. Конодонты разреза «Дальний Тюлькас»

A (×90) *Sweetognathus anceps* Chernykh, слой 5, артинский ярус, зона whitei; B C (×90) *Sweetognathus gravis* Chernykh, слой 5, артинский ярус, зона whitei; D (×90) *Sweetognathus whitei* (Rhodes), слой 5, артинский ярус, зона whitei; E G (×90) *Sweetognathus obliquidentatus* (Chernykh), слой 5, артинский ярус, зона whitei.

Fig. 3. Conodonts of the “Dalniy Tyulkas” section

A (×90) *Sweetognathus anceps* Chernykh, Bed 5, Artinskian Stage, Zone whitei; B C (×90) *Sweetognathus gravis* Chernykh, Bed 5, Artinskian Stage, Zone whitei; D (×90) *Sweetognathus whitei* (Rhodes), Bed 5, Artinskian Stage, Zone whitei; E G (×90) *Sweetognathus obliquidentatus* (Chernykh), Bed 5, Artinskian Stage, Zone whitei.

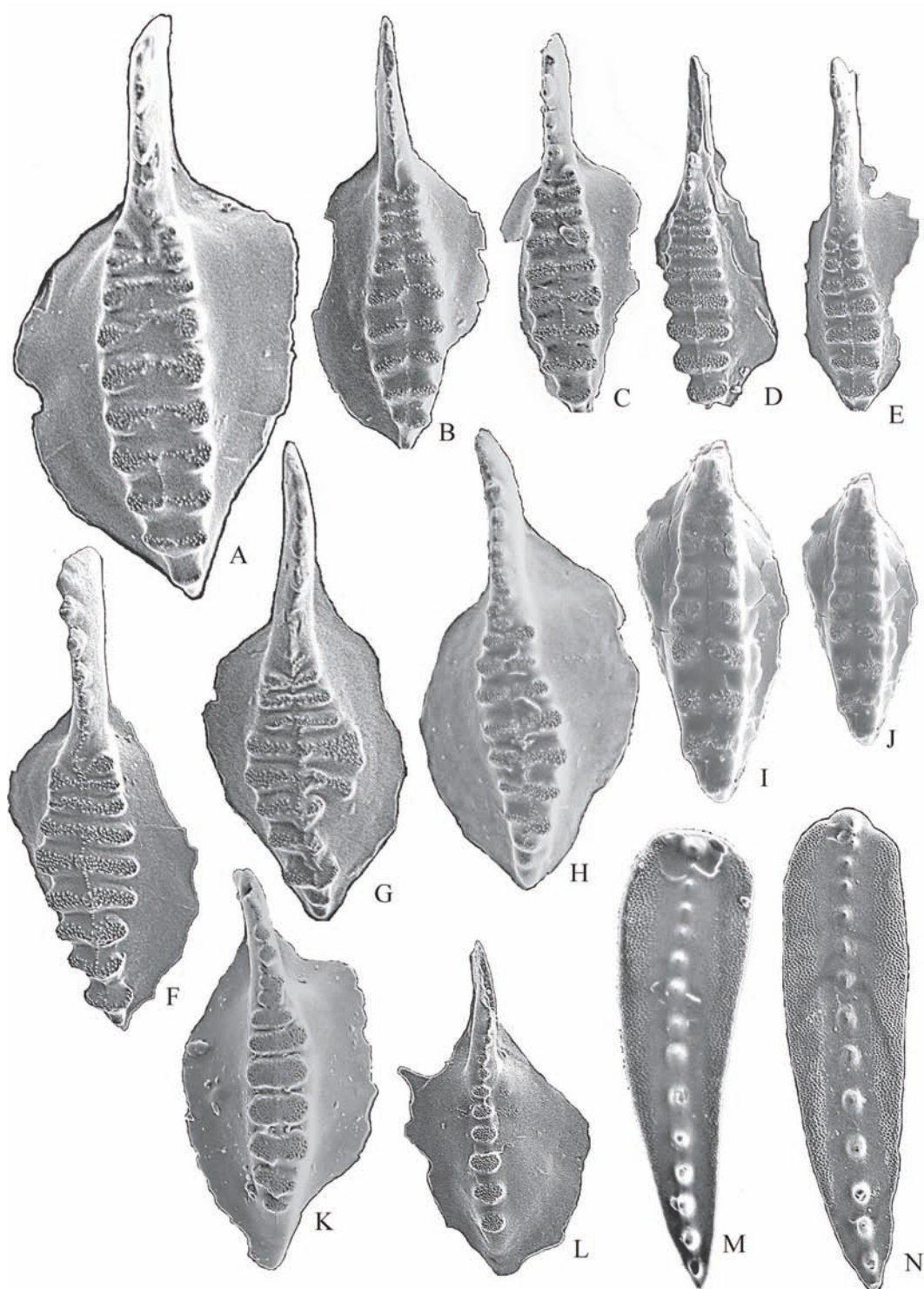


Рис. 4. Конодонты разреза «Дальний Тюлькас»

A, G, H ($\times 90$) *Sweetognathus* aff. *whitei* (Rhodes), слой 10, артинский ярус, зона clarki; **B C** ($\times 90$) *Sweetognathus* aff. *clarki* (Kozur), слой 10, артинский ярус, зона clarki; **D F** ($\times 90$) *Sweetognathus whitei* (Rhodes), слой 10, артинский ярус, зона clarki; **I J** ($\times 90$) *Sweetognathus clarki* (Kozur), артинский ярус, зона clarki; **K L** ($\times 90$) *Sweetognathus binodosus* Chernykh, артинский ярус, зона clarki; **M N** ($\times 60$) *Mesogondolella laevigata* Chernykh, артинский ярус, зона clarki.

Fig. 4. Conodonts of the "Dalniy Tyulkas" section

A, G, H ($\times 90$) *Sweetognathus* aff. *whitei* (Rhodes), bed 10, Artinskian Stage, clarki Zone; **B C** ($\times 90$) *Sweetognathus* aff. *clarki* (Kozur), bed 10, Artinskian Stage, clarki Zone; **D F** ($\times 90$) *Sweetognathus whitei* (Rhodes), bed 10, Artinskian Stage, clarki Zone; **I J** ($\times 90$) *Sweetognathus clarki* (Kozur), Artinskian Stage, clarki Zone; **K L** ($\times 90$) *Sweetognathus binodosus* Chernykh, Artinskian Stage, clarki Zone; **M N** ($\times 60$) *Mesogondolella laevigata* Chernykh, Artinskian Stage, clarki Zone.

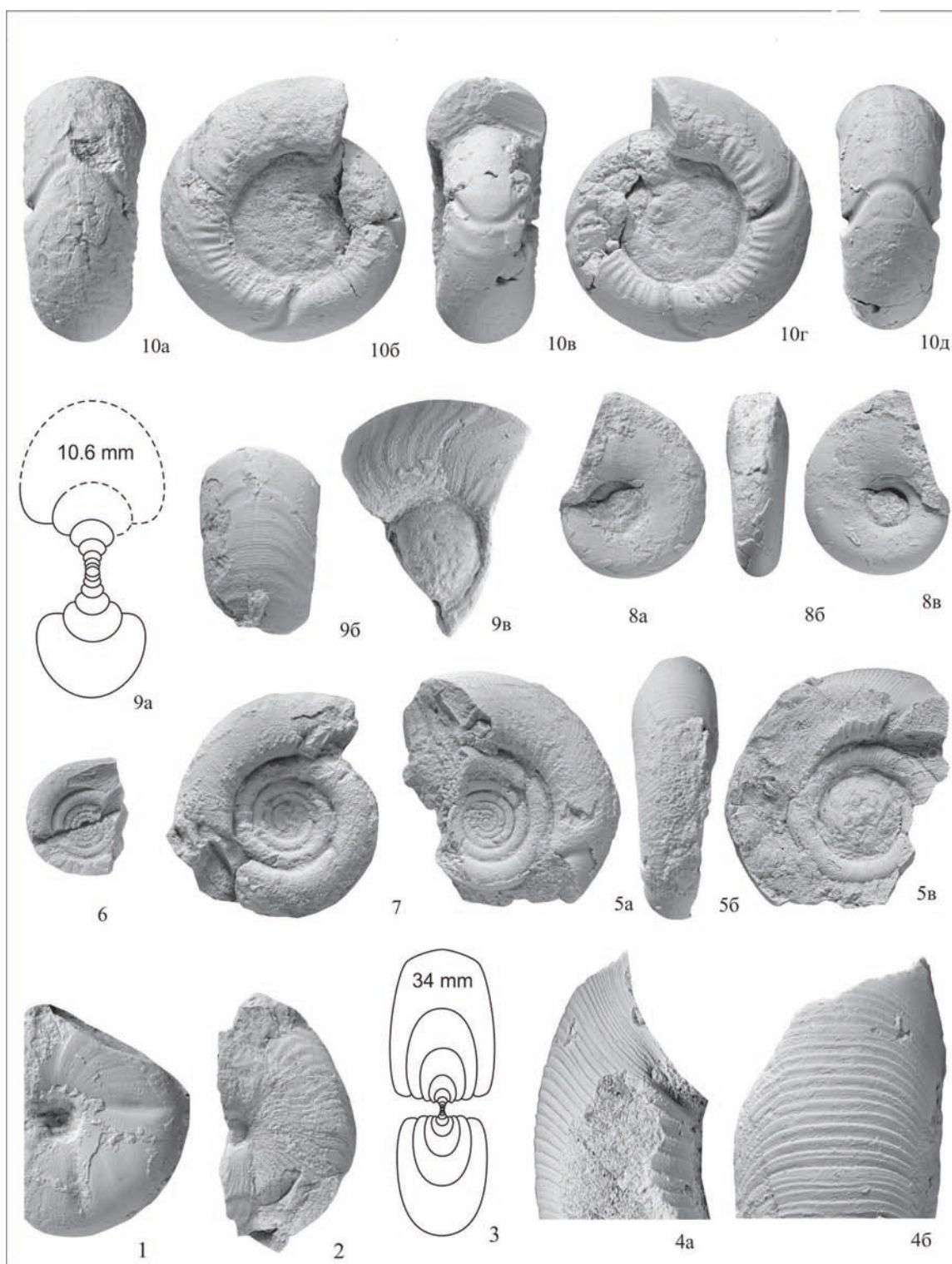


Рис. 5. Аммоноидеи разреза «Дальний Тюлькас»

Фиг. 1. *Popanoceras congregale* Ruzhencev, 1940, $\times 3.5$. Фиг. 2, 3. *Popanoceras annae* Ruzhencev, 1940, $\times 1.5$. Фиг. 4, 5. *Eothinites* aff. *usvensis* Bogoslovskaya, 1962, $\times 7$ (фиг. 4) и $\times 3$ (фиг. 5). Фиг. 6, 7. *Eothinites kargalensis* Ruzhencev, 1933, $\times 2$. Фиг. 8. *Daraelites elegans* Tchernow, 1907, $\times 3$. Фиг. 9. *Uraloceras involutum* (Voinova, 1934), $\times 5$. Фиг. 10. *Uraloceras gracilentum* Ruzhencev, 1956, $\times 3.5$. Нижняя часть артинского яруса.

Fig. 5. Ammonoids of the "Dalniy Tyulkas" section

Fig. 1. *Popanoceras congregale* Ruzhencev, 1940, $\times 3.5$. Fig. 2, 3. *Popanoceras annae* Ruzhencev, 1940, $\times 1.5$. Fig. 4, 5. *Eothinites* aff. *usvensis* Bogoslovskaya, 1962, $\times 7$ (fig. 4) and $\times 3$ (fig. 5). Fig. 6, 7. *Eothinites kargalensis* Ruzhencev, 1933, $\times 2$. Fig. 8. *Daraelites elegans* Tchernow, 1907, $\times 3$. Fig. 9. *Uraloceras involutum* (Voinova, 1934), $\times 5$. Fig. 10. *Uraloceras gracilentum* Ruzhencev, 1956, $\times 3.5$. The lower part of the Artinskian Stage.

в артинских отложениях Южного Урала. Стратиграфический интервал распространения *Popanoceras annae* Ruzhencev охватывает оба подъяруса артинского яруса, однако большинство известных экземпляров происходят из нижнего (актастинского) подъяруса. В 2.5 м выше границы сакмарского и артинского ярусов обнаружены многочисленные раковины вида *Eothinites kargalensis* Ruzhencev, который часто присутствует в актастинском подъярусе Южного Урала. Среди эотинитов встречено несколько экземпляров *Eothinites* aff. *usvensis* Bogoslovskaya с резко прорадиальной поперечной скульптурой. Помимо эотинитов, определены виды *Popanoceras annae* Ruzhencev, *P. congregale* Ruzhencev, *Daraelites elegans* Tchernow, *Neopronorites skvorzovi* (Tchernow), характеризующие оба подъяруса артинского яруса Урала. Парагастриоцератиды встречаются крайне редко; они представлены единичными мелкими экземплярами *Uraloceras involutum* (Voinova) и *U. gracilentum* Ruzhencev. Вид *Uraloceras involutum* (Voinova) является самым распространенным среди парагастриоцератид артинского яруса Южного Урала, причем наиболее массовые его находки приходятся на нижний (актастинский) подъярус. Кроме Южного Урала данный вид известен также в артинских отложениях Среднего Урала [Богословская, 1962], Печорского бассейна [Богословская, Школин, 1998], Канадского Арктического архипелага [Nassichuk et al., 1965], Аляски [Schiappa et al., 2005], Территории Юкон [Nassichuk, 1971], Британской Колумбии и, возможно, Невады [Schiappa et al., 2005]. Редкий актастинский вид *Uraloceras gracilentum* Ruzhencev обладает особенностями древнейших парагастриоцератид, выраженными необычно медленным для рода *Uraloceras* навиванием оборота. Изученный комплекс аммоноидей разреза «Дальний Тюлькас» является типичным для нижнеартинского (актастинского) подъяруса. В развитии аммоноидей актастинский этап характеризуется возникновением ряда стратиграфически важных родов, из которых в разрезе

«Дальний Тюлькас» установлены: *Daraelites*, *Eothinites* и *Popanoceras*. Присутствие в разрезе видов *Neopronorites skvorzovi* (Tchernow), *Uraloceras involutum* (Voinova), *U. gracilentum* Ruzhencev и *Popanoceras annae* Ruzhencev является важным маркером сакмарско-артинского рубежа (см. рис. 5). Учитывая относительно массовую встречаемость вида *Uraloceras involutum* (Voinova) в нижней части артинского яруса Южного Урала и его широкое географическое распространение, интервал разреза «Дальний Тюлькас», содержащий раннеартинских аммоноидей, предлагается выделить в качестве слоев с *U. involutum*.

Фораминиферы в сакмарско-артинских отложениях разреза «Дальний Тюлькас» обнаружены только в пограничном интервале [Filimonova et al., 2019]. Шубертеллиды и фузулиниды присутствуют в четырех образцах. В нижнем образце (слой 8-1) шубертеллидово-фузулинидовый комплекс представлен немногочисленными раковинами *Boultonia* sp., *Schubertella* ex gr. *sphaerica* Suleimanov, *Fusiella schubertellinoides* Suleimanov и обрывками *Pseudofusulina*? sp., имеющими распространение в позднеассельских и сакмарских отложениях Урала. Выше по разрезу фиксируется комплекс фузулинид (слой 8-2), включающий шубертеллид и псевдофузулин бурцевского горизонта — *Boultonia* sp., *Schubertella sphaerica chomatifera* Zolotova, *S. turaevkensis* Baryshnikov, *S. turaevkensis elliptica* Baryshnikov, *P. aff. paraconcessa* Rauser, а также видов *Pseudofusulina* ex gr. *pedissequa* Vissarionova, *P. insignita* Vissarionova, описанных из иргинского горизонта артинского яруса. В самом верхнем образце впервые появляются *Uralofusulinella*? sp., характерные для бурцевского и иргинского горизонтов артинского яруса (слой 10).

Мелкие фораминиферы пограничного сакмарско-артинского интервала, обнаруженные в 4 образцах, весьма многочисленны и разнообразны (рис. 6). Они представлены в основном артинскими таксонами, более многочисленными по сравнению с видами

К рис. 6. Масштабная линейка 0.1 мм. **Фиг. 1 9**, слой 8 1: 1. *Dentalina particulata* Baryshnikov, 2. *Geinitzina lysvaensis* Baryshnikov, 3. *Geinitzina spandeli* Tcherdynzev, 4. *Nodosinelloides kislovi* (Koscheleva), 5. *Nodosinelloides dualis* (Baryshnikov), 6. *?Rectoglandulina* sp., 7. *Howchinella turae* (Baryshnikov), 8. *Endothyra lipinae lata* Zolotova, 9. *?Mesolasiodiscus costiferus* (Lipina). **Фиг. 10 30**, слой 8 2: 10. *Dentalina particulata* Baryshnikov, 11. *Nodosinelloides* ex gr. *netchaewi* (Tcherdynzev), 12. *Nodosinelloides incelebrata novosjolovi* (Baryshnikov), 13. *Nodosinelloides netchaewi rasik* (Baryshnikov), 14. *Endothyra soshkinae* Morozova, 15. *Bradyina compressa* Morozova, 16. *Bradyina lucida* Morozova, 17. *Bradyina compressa minima* Morozova, 18. *Hemigordius* aff. *harltoni* Cushman et Waters, 19. *?Mesolasiodiscus costiferus* (Lipina), 20. *Globivalvulina* sp., 21. *Pseudoglomospira elegans* (Lipina), 22. *Pseudoagathammina duplicata* (Lipina), 23. *Deckerella elegans multicamerata* Zolotova, 24. *Deckerella media bashkirica* Morozova, 25. *Deckerella elegans* Morozova, 26. *Lateenoglobivalvulina spiralis* (Morozova), 27. *Tetrataxis lata* Spandel, 28. *Tetrataxis hemisphaerica* Morozova, 29. *Tetrataxis plana* Morozova, 30. *Tetrataxis hemisphaerica elongata* Morozova.

To fig. 6. Scale bar 0.1 mm. **Figs. 1 9**, bed 8 1: 1. *Dentalina particulata* Baryshnikov, 2. *Geinitzina lysvaensis* Baryshnikov, 3. *Geinitzina spandeli* Tcherdynzev, 4. *Nodosinelloides kislovi* (Koscheleva), 5. *Nodosinelloides dualis* (Baryshnikov), 6. *?Rectoglandulina* sp., 7. *Howchinella turae* (Baryshnikov), 8. *Endothyra lipinae lata* Zolotova, 9. *?Mesolasiodiscus costiferus* (Lipina). **Figs. 10 30**, small foraminifera of bed 8 2: 10. *Dentalina particulata* Baryshnikov, 11. *Nodosinelloides* ex gr. *netchaewi* (Tcherdynzev), 12. *Nodosinelloides incelebrata novosjolovi* (Baryshnikov), 13. *Nodosinelloides netchaewi rasik* (Baryshnikov), 14. *Endothyra soshkinae* Morozova, 15. *Bradyina compressa* Morozova, 16. *Bradyina lucida* Morozova, 17. *Bradyina compressa minima* Morozova, 18. *Hemigordius* aff. *harltoni* Cushman et Waters, 19. *?Mesolasiodiscus costiferus* (Lipina), 20. *Globivalvulina* sp., 21. *Pseudoglomospira elegans* (Lipina), 22. *Pseudoagathammina duplicata* (Lipina), 23. *Deckerella elegans multicamerata* Zolotova, 24. *Deckerella media bashkirica* Morozova, 25. *Deckerella elegans* Morozova, 26. *Lateenoglobivalvulina spiralis* (Morozova), 27. *Tetrataxis lata* Spandel, 28. *Tetrataxis hemisphaerica* Morozova, 29. *Tetrataxis plana* Morozova, 30. *Tetrataxis hemisphaerica elongata* Morozova.

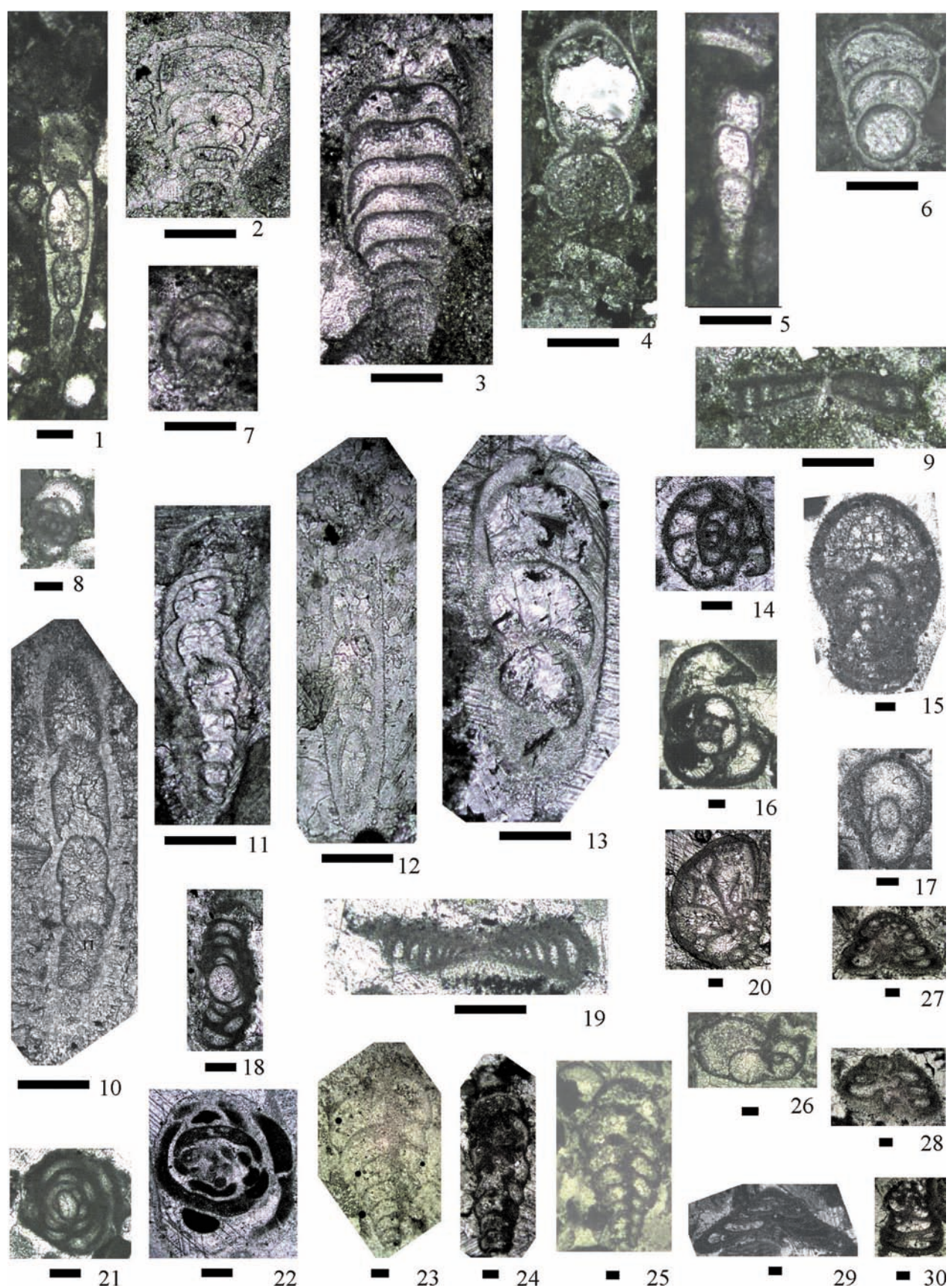


Рис. 6. Мелкие фораминиферы разреза «Дальний Тюлькас»

Fig. 6. Small foraminifera of the "Dalniy Tyulkas" section

широкого стратиграфического распространения (нижнепермскими). Комплекс включает 53 вида, причем большинство из них впервые описаны из естественных обнажений и скважин Пермской области [Барышников и др., 1982]. В первом комплексе (слой 8-1) обнаружено 12 видов, среди которых преобладают типичные для бурцевского горизонта: *Dentalina particulata* Baryshnikov, *Geinitzina lysvaensis* Baryshnikov, *Nodosinelloides kislovi* (Koscheleva), *N. dualis* (Baryshnikov), *Howchinella turae* (Baryshnikov), *?Rectoglandulina* sp., *Endothyra lipinae lata* Zolotova, а также *?Mesolasiodiscus costiferus* (Lipina), причем *Rectoglandulina* и *Howchinella* появляются в основании бурцевского горизонта на Урале (см. рис. 6).

Выше по разрезу (слой 8-2) комплекс обогащается 27 таксонами, среди них первые *Langella* sp., а также *Hemigordius* sp., по которым фиксируют артинский ярус на Урале, бурцевские *Nodosinelloides incelebrata novosjolovi* (Baryshnikov), *N. netchaewi rasik* (Baryshnikov), *Endothyra soshkinae* Morozova, *Bradyina lucida* Morozova, *Br. compressa* Morozova, *Deckerella elegans multicamerata* Zolotova, *Pseudoglomospira elegans* (Lipina) и многочисленные *?Mesolasiodiscus costiferus* (Lipina). Помимо них, в комплексе установлены 16 видов широкого стратиграфического распространения.

В третьем комплексе 22 вида мелких фораминифер являются общими с предыдущими, а 15 видов появляются впервые вместе с первыми *Uralofusulinella*? sp. (слой 10) (рис. 7). Это бурцевско-иргинские виды: *Bradyina subtrigonalis* Baryshnikov, *Endothyranella protracta maxima* Baryshnikov, *Tetrataxis lata novosjolovi* Baryshnikov, *Pachyphloia* sp., *Geinitzina richteri kasib* Koscheleva, *Nodosinelloides* ex gr. *netchaewi* (Tcherdynzev), а также *?Uralogordius* sp. по которым ранее проводилась нижняя граница бурцевского яруса в Пермском Приуралье.

Итак, шубертеллидо-фузулинидовые комплексы фораминифер разреза «Дальний Тюлькас» в погранич-

ном сакмаро-артинском интервале имеют переход от смешанного позднеассельско-сакмарского возрастного состава таксонов к типично артинским. В отличие от шубертеллидо-фузулинидовых ассоциаций, мелкие фораминиферы в этом интервале разреза представлены типичными артинскими таксонами.

Заключение

Разрез «Дальний Тюлькас», как кандидат на эталонный разрез (GSSP) артинского яруса имеет следующие характеристики, необходимые для обоснования его статуса.

1. Разрез легко доступен и в настоящее время имеет полную палеонтологическую характеристику по трем ортостратиграфическим группам микро- и макрофауны — конодонтам, аммоноидеям, фораминиферам.
2. В разрезе зафиксирована нижняя граница артинского яруса по первому появлению вида-маркера *Sweetognathus whitei* (Rhodes) в непрерывной филогенетической линии развития *Sweetognathus expansus* — Sw. merrilli — Sw. binodosus — Sw. anceps — Sw. whitei совместно с дополнительными палеонтологическими маркерами.
3. Установлено присутствие в разрезе аммоноидей *Neopronorites skvorzovi* (Tchernow), *Uraloceras involutum* (Voinova), *U. gracilentum* Ruzhencev и *Popanoceras annae* Ruzhencev, являющихся маркерами сакмарско-артинского рубежа, и предложено выделение слоев с *Uraloceras involutum* раннеартинского возраста.
4. Дана послойная характеристика комплексов фораминифер, свидетельствующая о том, что в пограничном сакмарско-артинском интервале разреза «Дальний Тюлькас» шубертеллидо-фузулинидовые комплексы фораминифер позднеассельско-сакмарского возраста сменяются типично артинскими. В мелкофораминиферовых сообществах по всему пограничному интервалу на фоне таксонов широкого стратиграфического распространения артинские формы. Вверх по разрезу возрастает их разнообразие и численность.

К рис. 7. Масштабная линейка 0.1 мм. 1. *Endothyra rotundata* Morozova, 2. *Endothyra soshkinae* Morozova, 3. *Endothyra lipinae lata* Zolotova, 4. *Endothyra symmetrica* Morozova, 5. *Endothyranella protracta maxima* Baryshnikov, 6. 8. *Lateenoglobivalvulina spiralis* (Morozova), 7. *Deckerella media bashkirica* Morozova, 9. *Bradyina compressa minima* Morozova, 10. *Bradyina compressa* Morozova, 11. *Bradyina subtrigonalis* Baryshnikov, 12. *?Mesolasiodiscus costiferus* (Lipina), 13. *Pseudoglomospira elegans* (Lipina), 14. *Pseudoglomospira vulgaris* (Lipina), 15. *Pseudoagathammina duplicata* (Lipina), 16. *Tetrataxis lata novosjolovi* Baryshnikov, 17. *Hemigordius* aff. *harltoni* Cushman et Waters, 18. *Midiella* aff. *ovatus minima* (Morozova), 19. *Uralogordius*? sp., 20. *Nodosinelloides bella kamaensis* (Baryshnikov), 21. *Nodosinelloides netchaewi* (Tcherdynzev), 22. *Geinitzina lysvaensis* Baryshnikov, 23. *Howchinella turae* (Baryshnikov), 24. *Nodosinelloides jaborovensensis* (Koscheleva), 25. *Pachyphloia* sp., 26. *Nodosinelloides netchaewi rasik* (Baryshnikov), 27. *Geinitzina postcarbonica* Spandel, 28. *Geinitzina richteri kasib* Koscheleva, 29. *Nodosinelloides dualis* (Baryshnikov), 30. *?Langella* sp.

То fig. 7. Scale bar 0.1 mm. 1. *Endothyra rotundata* Morozova, 2. *Endothyra soshkinae* Morozova, 3. *Endothyra lipinae lata* Zolotova, 4. *Endothyra symmetrica* Morozova, 5. *Endothyranella protracta maxima* Baryshnikov, 6. 8. *Lateenoglobivalvulina spiralis* (Morozova), 7. *Deckerella media bashkirica* Morozova, 9. *Bradyina compressa minima* Morozova, 10. *Bradyina compressa* Morozova, 11. *Bradyina subtrigonalis* Baryshnikov, 12. *?Mesolasiodiscus costiferus* (Lipina), 13. *Pseudoglomospira elegans* (Lipina), 14. *Pseudoglomospira vulgaris* (Lipina), 15. *Pseudoagathammina duplicata* (Lipina), 16. *Tetrataxis lata novosjolovi* Baryshnikov, 17. *Hemigordius* aff. *harltoni* Cushman et Waters, 18. *Midiella* aff. *ovatus minima* (Morozova), 19. *Uralogordius*? sp., 20. *Nodosinelloides bella kamaensis* (Baryshnikov), 21. *Nodosinelloides netchaewi* (Tcherdynzev), 22. *Geinitzina lysvaensis* Baryshnikov, 23. *Howchinella turae* (Baryshnikov), 24. *Nodosinelloides jaborovensensis* (Koscheleva), 25. *Pachyphloia* sp., 26. *Nodosinelloides netchaewi rasik* (Baryshnikov), 27. *Geinitzina postcarbonica* Spandel, 28. *Geinitzina richteri kasib* Koscheleva, 29. *Nodosinelloides dualis* (Baryshnikov), 30. *?Langella* sp.



Рис. 7. Мелкие фораминиферы разреза «Дальний Тюлькас», слой 10

Fig. 7. Small foraminifera of the "Dalniy Tyulkas" section, bed 10

Кроме вышеперечисленных групп фауны, сакмарско-артинские отложения разреза «Дальний Тюлькас» содержат богатый комплекс различных фоссилий, представленных брахиоподами, рыбами, радиоляриями, растительными остатками (водоросли и стволы каламитов), акритархами, палиноморфами. Большое количество окаменелостей делает данный разрез весьма привлекательным для геотуризма. Не случайно «Дальний Тюлькас» включен в состав геопарка «Торатау» и в перспективе может стать одним из учебно-туристических центров в Республике Башкортостан. В настоящее время ведутся работы по подготовке разреза к визиту членов Международной пермской подкомиссии. Усилиями администрации Гафурийского района обнажение расчищено, что является одной из важных ступеней на пути к признанию разреза международным стратиграфическим эталоном («золотым гвоздем») артинского яруса пермской системы.

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. Изучение аммоноидей выполнено по государственному заданию ИГАБМ СО РАН и при поддержке РФФИ, проект 18-05-00191. Изучение фораминифер осуществлено по государственному заданию № 0135-2019-0062 ГИН РАН и при поддержке РФФИ, проект 18-05-00191.

Список литературы:

Барышников В.В., Золотова В.П., Кошелева В.Ф. Новые виды фораминифер артинского яруса Пермского Приуралья: Препринт. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1982. 54 с.

Богословская М.Ф. Артинские аммоноидеи Среднего Урала. М.: Изд. во АН СССР, 1962. 117 с. (Тр. ПИН АН СССР; Т. 87).

Богословская М.Ф., Школин А.А. Аммоноидеи // Биота Востока Европейской России на рубеже ранней и поздней перми. М.: ГЕОС, 1998. С. 147–155.

Чувашиов 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., Kotlyar G., Kutygin R., Sungatullina G., Sungatullin R., Mizens G., Boiko M., Nurgalieva N., Balabanov Y., Oshurkova M., Zbukova D., Gareev B., Batalin G. Dalmiy Tyulkas Section (Southern Urals, Russia): a potential candidate for the GSSP to define the base of the Artinskian Stage in the Global Chronostratigraphic Scale, new data // D. Nurgaliev (ed.), Sedimentary Earth Systems: Stratigraphy, Geochronology, Petroleum Resources. Filodiritto Publisher, 2019. P. 71–76. doi: 10.26352/D924F5011.

Chuvashov B.I., Chernykh V.V., Davydov V.I., Shuzhong S., Henderson C.M. Dalmiy Tyulkas section // 18th International Congress on the Carboniferous and Permian: Abstracts Volume. Kazan: Kazan University Press, 2015. P. 20–29.

Filimonova T.V., Isakova T.N., Sungatullina G.M., Sungatullin R.K., Chernykh V.V., Mizens G.A. The assemblages of foraminifers in the Sakmarian Artinskian Boundary of the section Dalmiy Tyulkas, Southern Urals, Russia // Kölner Forum Geol. Paläont., 23 (2019). / S. Hartenfels, H. G. Herbig, M.R.W. Amler & M. Aretz (eds.): Abstracts 19th International Congress on the Carboniferous and Permian. Cologne, 2019. P. 101–102.

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

Nassichuk W.W. Permian ammonoids and nautiloids, South eastern Eagle Plain, Yukon Territory // Journal of Paleontology. 1971. Vol. 45, Is. 4. P. 1001–1021.

Nassichuk W.W., Furnish W.M., Glenister B.F. The Permian ammonoids of Arctic Canada // Geological Survey of Canada. 1965. Bul. 131. P. 1–56.

Ritter S.M. Taxonomic revision and Phylogeny of postearly crisis biselli whitei Zone conodonts with comments on Late Paleozoic diversity // Geologica et Palaeontologica. 1986. Vol. 20. P. 139–165.

Schiappa T.A., Hemmesch N.T., Spinosa C., Nassichuk W.W. Cisuralian Ammonoid genus Uraloceras in North America // Journal of Paleontology. 2005. Vol. 79, Is. 2. P. 366–377.

УДК 551.83+551.3.051

ЭВАПОРИТОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПРИУРАЛЬСКОГО СОЛЕРОДНОГО БАСЕЙНА НА ТЕРРИТОРИИ ГЕОПАРКА ТОРАТАУ (СОСТАВ, УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ, ДИАПИРИЗМ)

© 2020 г. В.М. Горожанин

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

Реферат. В кунгурском веке ранней перми во время коллизии континентов и роста Уральского орогена в западном Приуралье сформировалась эвапоритовая формация. В Бельской впадине Предуральского прогиба, на территории которой располагается геопарк Торатау, разрез эвапоритов кунгурского яруса мощностью от 500 до 1200 м состоит из трех горизонтов – соленосного, гипсово ангидритового и переходного. Соленосный горизонт в погруженных частях прогиба состоит из каменной соли, ангидритов, глин. В солях в подчиненном количестве присутствует полигалит.

Приводятся краткие сведения по литологии кунгурских эвапоритов в разрезах, расположенных в разных частях Предуральского прогиба: по р. Селеук, где они залегают на рифовых известняках, по р. Тейрук у пос. Смакаево, расположенном ближе к центральной части прогиба, где они залегают на депрессионных отложениях, и в восточной части прогиба по р. Зилим у пос. Акташево, где сульфаты перекрывают глубокоководные флишевые отложения.

В эвапоритовых породах проявлены признаки пластического течения вещества, результатом которого является формирование диапировых структур, впервые описанных в этом районе в 40-х годах прошлого столетия (пос. Смакаево).

Для разреза «Акташево» подробно рассмотрены строение и первичные, превосходно сохранившиеся седиментологические признаки. Установлены флишевые терригенно-сульфатные ритмы с градиционной и конволютной слоистостью, которые перекрываются отложениями штормовой седиментации со слоистостью типа HCS (хаммоки).

Вторичные, эпигенетические признаки, связанные с тектоническим воздействием на породы, выражены формированием ангидритовых конкреций, энтеролитовых внутрислоевых микроскладок, а также небольшими глинисто-кристаллокластическими диапирами – структурами межслоевого течения и брекчирования.

Общая модель седиментации кунгурских эвапоритов предусматривает катастрофичный рост солености и выпадения солей из морской воды, вызванный резким прекращением связи морского бассейна с мировым океаном, подобно Мессинскому кризису солености. Отличие от последнего состоит в перекрытии солей не морскими, а континентальными отложениями верхней перми.

Ключевые слова: Предуральский прогиб, кунгурский ярус, эвапориты, деформации сульфатной толщи, диапиры, кунгурский кризис солености

EVAPORITE DEPOSITS OF THE URAL SALINE BASIN ON THE TERRITORY OF THE TORATAU GEOPARK (COMPOSITION, CONDITIONS OF OCCURRENCE, DIAPIRISM)

© 2020 V. M. Gorozhanin

Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

Abstract. In the Kungurian Age of the Early Permian during the continent collision and growth of the Ural orogen in the Western Urals evaporite formation was formed. In Belsk basin of the Ural Foredeep, on the territory of the Toratau Geopark, section of the Kungurian evaporites with thickness ranging from 500 to 1200 m is composed of three horizons – salt, gypsum, anhydrite and the transition horizon. Salt bearing horizon in the submerged parts of the Foredeep consists of rock salt alternating with anhydrite, in places interbedded with saline grey clays. Subordinate polyhalite is present.

Brief information on the lithology of the Kungurian evaporites in sections, located in different parts of the Ural Foredeep is presented: along Seleuk river, where they overlay reef limestone; along Teyruk river, near Smakaev village, located closer to the central part of the Foredeep, where they overlay depressional sediments; and at the Eastern part of the Foredeep, along Zilim river near Aktashevo village where the sulfates overlay deep water flysch deposits.

The evaporite rocks show signs of plastic flowing, the result of which is the formation of diapir structures, first described in this area in the 40s of the last century (near Smakaevo village).

For the “Aktashevo” section, the structure and primary, perfectly preserved, sedimentological features are considered in detail. Flysch terrigenous sulfate rhythms with graded bedding and convolute lamination, which are overlapped by storm sedimentation deposits with HCS (hummocky) type stratification, are established.

Secondary, epigenetic, signs associated with tectonic impact on rocks are expressed by the formation of anhydrite nodules, enterolitic intra layer microfolds, as well as small clay crystalloclastic diapirs structures of interlayer flow and brecciation.

The general model of sedimentation of Kungurian evaporites provides for a catastrophic increase in salinity and salt loss from seawater, caused by the abrupt termination of the connection of the marine basin with the world ocean, like the Messinian salinity crisis. The difference from the latter is in the overlap of salts not by sea, but by continental deposits of the Upper Permian.

Key words: Preuralian Foredeep, Kungurian stage, evaporite, deformation of sulphate strata, diapir, Kungurian salinity crisis

Общие сведения. На территории геопарка Торатау распространена кунгурская соленосная эвапоритовая формация. Эта формация, развитая по всему западному Приуралью, формировалась в одном из крупнейших солеродных бассейнов мира. Его образование связано с отчленением Приуральского краевого прогиба от мирового океана и превращением его в изолированный эвапоритовый бассейн, в результате чего галогенные и сульфатные осадки заполнили всю впадину прогиба и восточную часть Русской платформы [Страхов, 1947; Богданов, 1947]. Это событие имело место в кунгурский век раннепермской эпохи в результате коллизии Восточно-Европейской платформы и Казахстанского континента [Пучков, 2010; и др.].

Большинство разрезов с эвапоритовыми отложениями расположены в западной части Предуральского прогиба, они вскрывают только верхи иренского горизонта кунгурского яруса и соликамский горизонт уфимского яруса. Нижняя часть кунгурского яруса (филипповский и саранинский горизонты), сложенная преимущественно карбонатами, представлена в более северных разрезах, расположенных на Уфимском плато и западной части Юрюзано-Айской впадины Предуральского прогиба. На востоке этой впадины нижняя часть кунгура представлена флишевыми отложениями, аналогичными артинским.

В Бельской впадине Предуральского прогиба кунгурские отложения обычно глубоко погружены под толщей красноцветов верхней перми и могут наблюдаться только на сейсмических профилях. На территории геопарка Торатау имеется несколько разрезов, в которых эвапоритовые отложения выходят на поверхность, и здесь можно увидеть соотношение эвапоритов с подстилающими отложениями.

В разрезе «Селеук», расположенном в западном борту прогиба, сульфатная толща (вероятно, иренский горизонт) залегает на артинских карбонатных отложениях горы Шахтау.

Восточная граница эвапоритовых отложений, залегающих на терригенных флишевых отложениях артинского яруса, обычно скрыта от наблюдения или интенсивно деформирована. И лишь в единственном разрезе восточной части прогиба — на р. Зилим у д. Акташево можно наблюдать залегание сульфатной толщи на подстилающих флишевых отложениях артинского яруса с постепенным переходом.

История изучения эвапоритовой толщи. Геологическое изучение района, начавшееся в связи с открытием Ишимбайского месторождения нефти, выявило необходимость изучения кунгурской толщи, перекрывающей нефтеносные карбонатные массивы и являющейся слабопроницаемой крышкой для нефти. Эта осадочная толща перекрытия, состоящая преимущественно из ангидрита и гипса — природных сульфатов кальция, имеет довольно сложное строение и неоднозначный генезис. Изучением кунгурской толщи занимались известные исследователи — Н.М. Страхов [1947], А.А. Богданов [1947]. По результатам литологического изучения было выделено три толщи: нижняя ангидрито-мергелистая (мощностью до 75 м), соленосная (мощность 1200–1800 м) и верхняя сульфатно-глинистая (мощность до 350 м), при этом состав нижней пачки различался в зависимости от положения разреза в прогибе.

Основные сведения по стратиграфии эвапоритовых отложений получены в настоящее время по территории, располагающейся севернее, на Среднем Урале, где к кунгурской эвапоритовой формации приурочено одно из крупнейших в мире месторождение калийных солей — Верхнекамское. Кунгурский ярус расчленен на саранинский, филипповский (карбонатные) и иренский (солевой) горизонты.

Соленосная толща иренского горизонта в прогибе более дробно расчленена Б.И. Близеевым [1971] на отдельные ритмопачки мощностью 75–100 м каж-

дая; они сопоставляются с ритмопачками юго-востока Русской платформы и Прикаспийской впадины. Каждый ритм начинается пачкой ангидритов и заканчивается пачкой соли. В наиболее полных разрезах выделено от 11 до 13 ритмопачек. В Ишимбайском Приуралье из-за тектонизации отложений и вовлечения их в соляной диапиризм столь дробное расчленение затруднительно.

В Бельской впадине Предуральского прогиба (рис. 1), часть территории которой расположена в пределах геопарка Торатау, разрез эвапоритов кунгурского яруса состоит из трех горизонтов — соленосного, гипсово-ангидритового и переходного [Страхов, 1947]. Соленосный горизонт в погруженных частях прогиба состоит главным образом из каменной соли и чередующихся с ней ангидритов; местами также с карбонатной и терригенной примесью в виде прослоев глин, алевроитов и песчаников. Мощность колеблется от 500–600 до 1000–1200 м. Кунгурские эвапориты Южного Приуралья состоят в основном из сульфатов кальция (ангидрит, гипс) и хлоридов натрия (галит). Гипсы имеют вторичное происхождение, связанное с гидратацией ангидритов; по этой причине они преобладают в верхних частях галогенной толщи. В скважинах при абсолютных отметках ее кровли ниже –450 м встречаются только ангидриты. В подчиненном количестве присутствуют другие эвапоритовые минералы, из которых наиболее важны галит и полигалит, обнаруженные в месторождении Ярбишкадак у г. Ишимбай.

В Предуральском прогибе кунгурские эвапориты обычно перекрыты более молодыми отложениями верхней перми и осадками кайнозоя и могут быть изучены только поисковыми скважинами на нефть или гипс.

Солеродные отложения кунгурского яруса из-за своей высокой растворимости обычно не образуют хороших обнажений. Они выходят в редких естественных обнажениях, образовавшихся благодаря неотектонической активизации отдельных блоков земной коры, которая вывела их на поверхность и сделала доступной для изучения.

На широте Шиханского тектонического блока эвапориты обнажены в разрезе по правобережью р. Селеук у д. Ишеево. При видимом субгоризонтальном залегании они достаточно сильно деформированы (профиль С–D, рис. 2). К северу и югу от Шиханского блока эвапориты погружены на глубину 0.5–1.0 км, и их можно видеть только в виде отдельных гряд и столбообразных штоков и диапиров, прорывающих вышележащие отложения уфимского яруса верхней перми (Смакаевский карьер и г. Машаш, профили E–F и G–H, см. рис. 2).

В восточной части Предуральского прогиба, где кунгурская эвапоритовая формация перекры-

вает флишевую, осадочные толщи вовлечены в зону Уральской складчатости и обнаженность обычно недостаточна. Исключение составляет участок, находящийся на правобережье р. Зилим у д. Акташево, где имеется очень крупное и представительное обнажение кунгурских отложений восточной фациальной зоны.

В центральной части прогиба кунгурские эвапориты обычно погружены на глубину и перекрыты более молодыми отложениями, но в ряде мест они в виде столбообразных диапировых структур «выжаты» к поверхности и также стали доступными для изучения.

Описание обнажений

Разрез «Селеук»

В районе, прилегающем к карьере Шахтау с востока, в бортах узкой долины р. Селеук имеются сплошные скальные выходы гипсов иренского горизонта кунгурского яруса (рис. 3а, б). Видимое залегание толщи гипсов в этом разрезе почти горизонтальное, однако документация разреза, выполненная А.И. Левенко с помощью прослеживания маркирующих слоев и детальных зарисовок, выявила общее моноклинальное залегание всей толщи с уклоном к востоку (см. рис. 3в).

Характерной чертой этой толщи являются внутривулканические дислокации, выраженные серией крупных, амплитудой до 100 м, складок, осложненных более мелкой складчатостью и гофрировкой (рис. 4а). Внутренние части этих складок в виде отпрепарированных замков можно видеть у подножия склона (см. рис. 4б, в).

Этот разрез наглядно демонстрирует, что ангидриты и гипсы при деформациях становятся пластичными, что выражено в образовании большого количества складчатых форм посредством внутривулканического перетекания пластических масс из одного участка в другой. Складки охватывают не только тонкие слойки (первые сантиметры), им подвергались пачки толщиной в метры и десятки метров.

Следы перераспределения вещества можно наблюдать в большом разнообразии минеральных форм сульфатов, среди которых наиболее интересны минералы, формировавшиеся при тектонических деформациях. Характерны прожилки гипсов-селенитов, залечающие трещины, возникавшие при межслоевом скольжении. Развита и другие формы вторичных гипсов — яйцевидные крупнокристаллические гипсово-ангидритовые желваки размером от 0.3 до 3.0 м. Они названы Н.М. Страховым «очковыми гипсами». Желваки и нодулы присутствуют в тонкослоистых

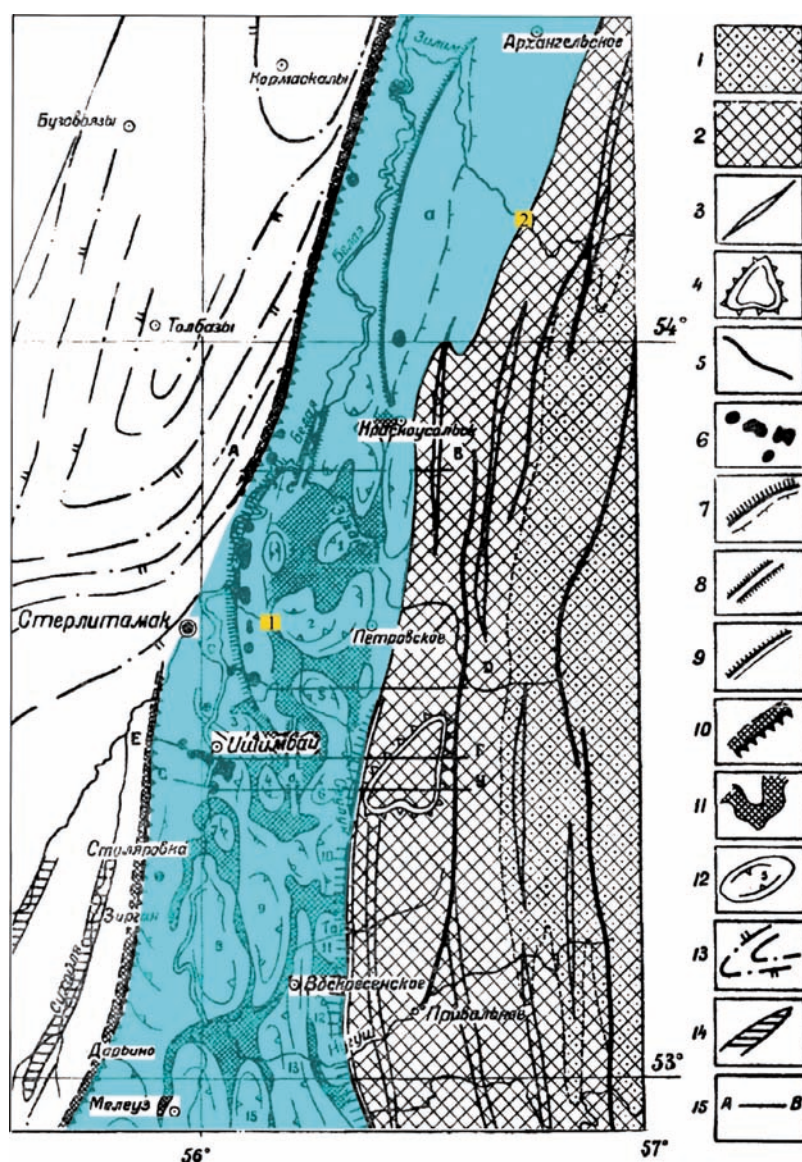


Рис. 1. Кунгурская эвапоритовая формация в Предуральском краевом прогибе (выделено голубоватым цветом) Ишимбайского Приуралья. Геологическая основа по карте А.А. Богданова [1947]

Условные обозначения [Богданов, 1947]: I. **Западная окраина Уральской складчатой зоны.** 1 протерозойские образования в сводовых частях антиклиналей; 2 девонские, каменноугольные, сакмарские и артинские образования восточного крыла Уральского краевого прогиба; 3 антиклинальные складки; 4 куполовидные поднятия; 5 надвиги и сбросы. II. **Предуральская депрессия.** 6 рифовые массивы сакмарского и артинского возраста; 7 односторонние горсты; 8 горстовидные складки; 9 флексуры восточного борта депрессии; 10 флексура западного борта депрессии; 11 гипсовые ядра линейных и кольцевых и диапировых складок; 12 синклиналильные блоки, выполненные красноцветной формацией: 1) Куюсыртский, 2) Ахмеровский, 3) Смакаевский, 4) Баиковский, 5) Салиховский, 6) Ново-Татьяновский, 7) Аллакаевский, 8) Красногорско Нурдавлетовский, 9) Благовещенский, 10) Слободско Буденинский, 11) Верхоторский, 12) Хлебодаровский, 13) Шарипово Тукмакский, 14) Мелеузовский, 15) Сарышево Ильмекеевский. III. **Восточная окраина Русской платформы.** 13 условные изогипсы кровли артинских (на севере) и кунгурских (на юге) образований; 14 соляные антиклинали; 15 линии профилей, изображенных на рис. 2. **Цифры на рисунке в желтых квадратах** типовые разрезы кунгурской формации: 1 по р. Селеук (д. Ишеево), западный борт прогиба; 2 по р. Зилим (д. Акташево), восточный борт прогиба.

Fig. 1. Kungurian evaporite formation in the Preuralian foredeep (highlighted in bluish color) of the Ishimbay Preurals. Geological basis on the map of A.A. Bogdanov [1947]

Symbols [Bogdanov, 1947]: I. **Western outskirts of the Ural folded zone.** 1 Proterozoic formations in the vaulted parts of the anticlines; 2 Devonian, Carboniferous, Sakmarian and Artinskian formations of the Eastern wing of the Preuralian foredeep; 3 anticline folds; 4 domed elevations; 5 thrusts and normal faults. II. **Pre-Ural depression.** 6 reef massifs of sakmarsky and artinsky age; 7 unilateral horsts; 8 horst formed folds; 9 flexures of the East Board of depression; 10 flexures of the West Board of depression; 11 gypsum kernels of linear and ring and diapir folds; 12 synclinal blocks made of red colored formation: 1) Kuyusyrtsky, 2) Akhmerovsky, 3) Smakaevskaya, 4) Baikowski, 5) Salikhovskaya, 6) Novo Satanovsky, 7) Allakaevsky, 8) Krasnogorsk Nurdavletovsky, 9) Blagoveschensky, 10) Sloboda Budeninsky, 11) Verhotorsky, 12) Khlebodarovsky, 13) Sharipovo Tokmaky, 14) Meleuzovskiy, 15) Sarychevo Ilmekyevsky. III. **Eastern outskirts of the Russian platform.** 13 conditional isogypses of the roof of the Artinskian (in the North) and Kungurian (in the South) formations; 14 salt anticlines; 15 lines of the profiles shown in fig. 2. **Figures in yellow squares** typical sections of the Kungurian formation: 1 on the Seleuk river (Isheev), the Western side of the foredeep; 2 on the Zilim river (Aktashevo), the Eastern side of the foredeep.

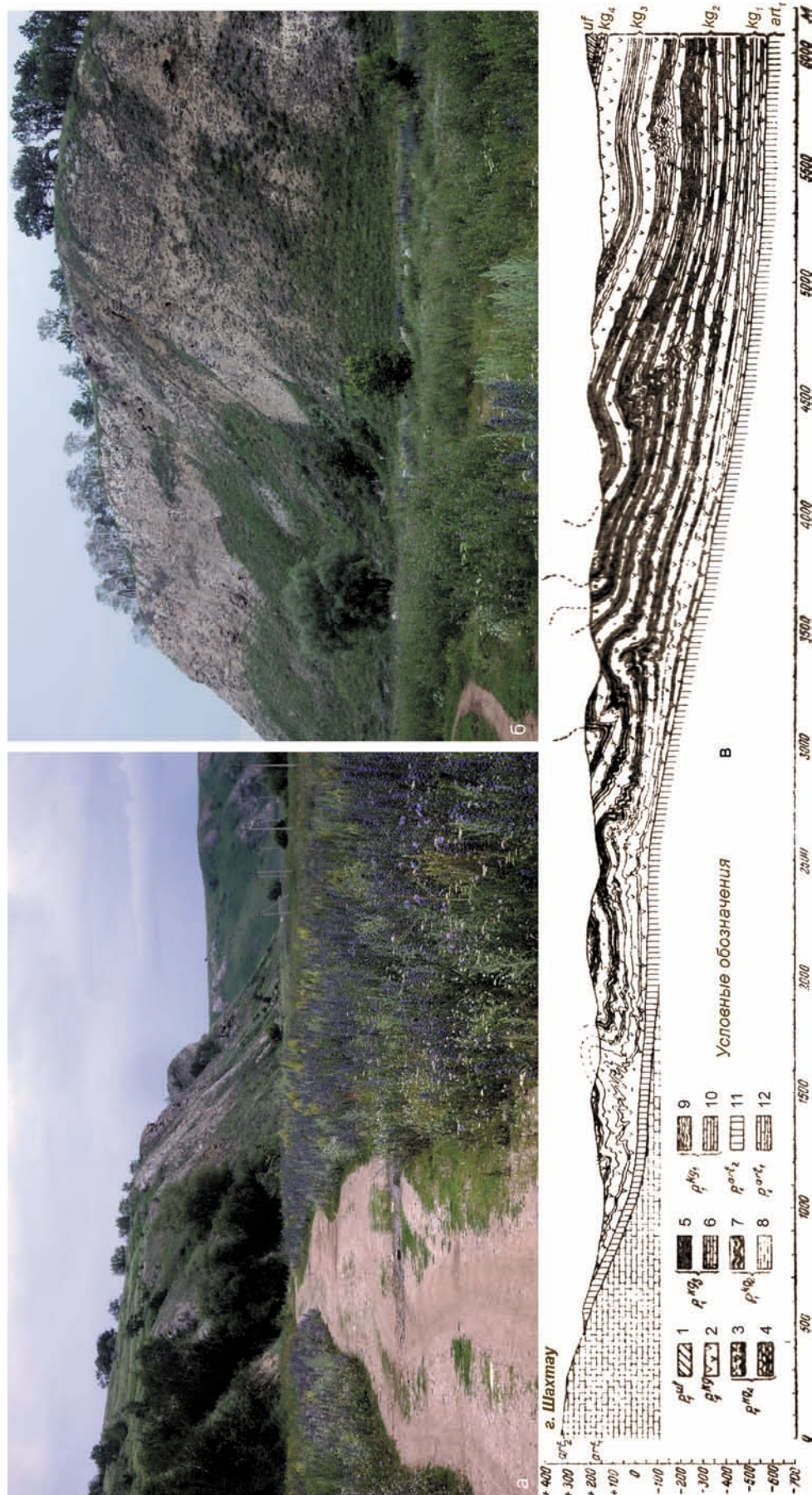


Рис. 3. Выходы галогенной толщи кунгурского яруса в долине р. Селеук (а, б) и ее геологический разрез от г. Шахтау до д. Ишеево (в), составленный А.И. Левенко [Страхов, 1947]

Условные обозначения: 1 — уфимские отложения; 2–10 — кунгурские отложения; 11–12 — артинские отложения. 1 — уфимские отложения; 2 — массивные сахаровидные гипсы, 3 — толстослоистые сахаровидные гипсы, 4 — красные песчаники, мергели и глины, 5 — тонко и неправильно слоистые гипсы, 6 — прослой серых песчаников и глин, 7 — тонко и правильно слоистые гипсы, 8 — прослой серых песчаников и глин, 9 — грубослоистые гипсы, 10 — прослой мергелей и доломитов; 11–12 — артинские отложения. 11 — доломиты и фосфатизированные мергели, 12 — известняки

Fig. 3. The outcrops of the halogen strata of the Kungurian stage in the valley of the Seleuk river (a, б) and its geological section from Shakhtau Mountain to Ishevo village (в), compiled by A.I. Levenko [Strakhov, 1947]

Legend: 1 — Ufimian sediments; 2–10 — Kungurian sediments; 2 — massive sugar-like gypsum, 3 — thick-layered sugar-like gypsum, 4 — red sandstones, marls and clays, 5 — thin and irregularly-layered gypsum, 6 — inlier of sandstones, 7 — thin and regularly layered gypsum, 8 — inlier of gray sandstones and clays, 9 — thick-layered striped gypsum, 10 — inlier of marls and dolomites; 11–12 — Artinskian deposits; 11 — dolomites and phosphatized marls; 12 — limestone



Рис. 4. Выходы и особенности деформации гипсов кунгурского яруса в долине р. Селеук у д. Ишеево

а — складки в гипсовой толще; б — препарированный замок складки; в г — округлые включения новообразованных монокристаллов гипса в тонкослоистой гипсовой толще.

Fig. 4. Outcrops and specific features of deformation of gypsum Kungurian layer of the Seleuk river valley at the Isheev village

а — folds in gypsum layer; б — uncovered fold hinge; в г — rounded inclusions of newly formed gypsum single crystals in thin layer gypsum.

гипсах, при этом слоистость проходит через них без изменений. Генезис их оставался во многом неясным [Страхов, 1947]. В настоящее время показано, что такие структуры — «нодули» формируются при тектонических межслоевых скольжениях [Горожанин, 2016]. Их формирование сопровождается образованием другой необычной формы гипсовых прослоев — пloyчатых складок энтеролитового типа. О происхождении структур этого типа см. ниже.

Еще одной разновидностью гипса, генезис которой также неясен, являются монокристаллы гипса со сглаженными очертаниями, слагающие округлые включения размером 2–4 см в тонкослоистых гипсах. Обычно они располагаются на поверхности напластования слоистых гипсов (см. рис. 4в, г), слагающих ядра мелких складок, что, вероятно, указывает на их синтетектонический рост.

Обнажение гипсов по р. Селеук — одно из немногих на территории Ишимбайского района,

где эвапоритовая толща, несмотря на складки и деформации, залегает в целом субгоризонтально, с небольшим уклоном к востоку, где перекрывается отложениями уфимского яруса. Этот наклон, хорошо заметный в детальной зарисовке разреза (см. рис. 3в), свидетельствует о налегании сульфатной толщи на сакмаро-артинские карбонатные отложения г. Шахтау, а не примыкании ее к выступающим над поверхностью эвапоритового бассейна палеорифмовым массивам, как считают некоторые исследователи. Соответственно, столь хорошо выраженная тектоническая нарушенность первично слоистой сульфатной толщи — есть результат того, что она испытала перераспределение вещества в результате соляного диапиризма, явления, которое в этом районе впервые было выявлено несколько южнее, на широте г. Ишимбай.

К востоку, и особенно к югу, гипсы подвержены диапиризму, их контакты с уфимской толщей тектонические.

Разрез «Смакаево»

В годы интенсивного геологического изучения Ишимбайского района нефтедобычи, где под кунгурскими солями были открыты карбонатные массивы с нефтяными залежами, впервые также было установлено явление диапиризма галогенной толщи. Было установлено, что поднятие северо-западного простирания, протягивающееся от пос. Смакаево на севере до г. Машаш на юге, представляет собой узкую антиклинальную складку, крылья которой сложены падающими круто, иногда почти вертикально, породами уфимского яруса, а в сводовой части находятся три изолированных блока гипсов кунгурского яруса [Богданов 1947; Страхов, 1947]. Один из них, слагающий гору Алебастровую, можно видеть в пос. Смакаево на восточной окраине г. Ишимбай на правом берегу р. Тейрук. Здесь контакты гипсов диапировых структур с перекрывающими отложениями, которые обычно бывают задернованными из-за повышенной растворимости гипсов, вскрыты карьером (координаты $53^{\circ}26'44''$ N, $56^{\circ}05'06''$ E). При изучении Смакаевского карьера Н.М. Страховым описана форма перемещения вещества, которая возникла при пластических деформациях. Эта выработка представляет собой сечение кунгурского ангидритового блока, внедренного в уфимскую толщу, что позволяет наблюдать внутреннюю структуру блока и расшифровать механику вторжения сульфатных масс. На рис. 5 представлен разрез карьера, составленный Н.М. Страховым в 1942 г. В мощной серии кунгурских пород им описаны пакеты, разделенные ясно выраженными зонами брекчирования и смещения каждого пакета относительно соседнего:

1. Рыхлый зеленовато серый песчаник с галькой кремней (уфимские отложения);

2. Верхний сланцевый пакет с брекчией в подошве слоя;
3. Средний сланцевый пакет с тектоническими контактами и будинами со структурой течения;
4. Нижний сланцевый пакет;
5. Гипсовый пакет: линзовидный блок гипса, в сердцевине содержащий ангидрит;
6. Гипсово-терригенный пакет: песчаники, отделенные поверхностями скольжения от овально вытянутых будин розоватых гипсов;
7. Гипсовый пакет: сложен неслоистыми серыми гипсами со структурой овально уплощенных линз (псевдослоистости), отделен от ангидритов зоной дробления;
8. Второй ангидритовый пакет: голубовато-белые ангидриты с включениями овально округлых кристаллов гипса, отделен от ангидритов слоя 9 зоной дробления с гипсом;
9. Ангидритовый пакет: голубовато-белые ангидриты с включениями овально округлых кристаллов гипса, разбит ветвящимися трещинами, по которым идет гипсование.

Таким образом, в борту Смакаевского карьера устанавливается тектоническое линзование ангидритов и последующее смещение линз, свойственное краевой части диапирового поднятия.

Гора Машаш, располагающаяся в этой же полосе поднятий, представляет собой аналогичное диапировое поднятие гипсов, только более глубоко срезанное эрозией (рис. 6).

Таким образом, благодаря изучению галогенной толщи кунгура в Ишимбайском Приуралье, установлено, что существуют два возможных пути перетекания солей и сульфатов при пластических деформациях. Тонкослоистые пачки пород смещались посредством микроскладчатости и гофрировки ангидритов, более массивные толщи — путем раздробления на линзовидные блоки и крупные пакеты, смещавшиеся друг относительно друга. При смещении пластов ангидритов в них формировались разнообразные многочисленные новообразования гипса: крупнокристаллический гипс, гипс-селенит и т. д.

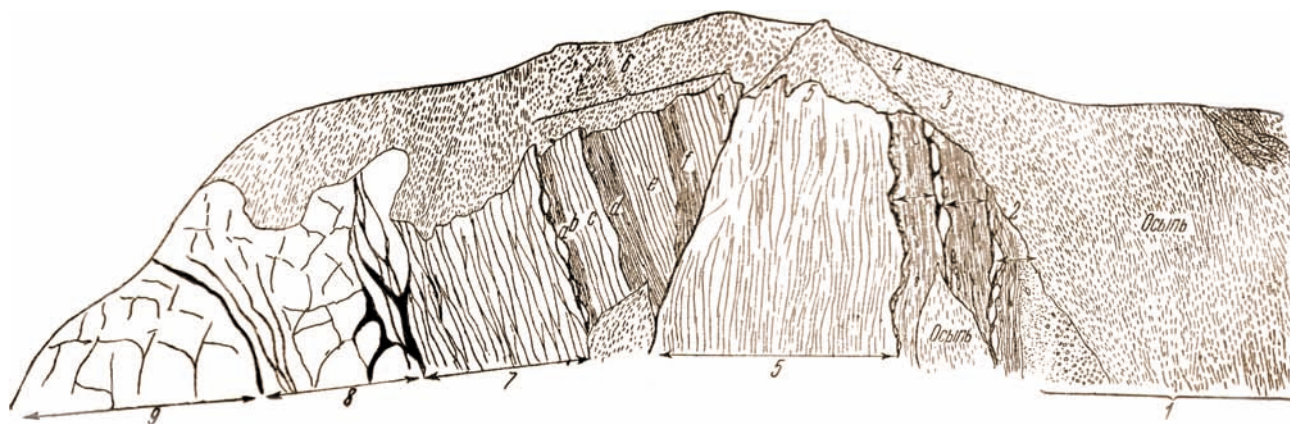


Рис. 5. Разрез кунгура в Смакаевском карьере [Страхов, 1947]

Цифры на разрезе соответствуют номерам пакетов слоев в тексте.

Fig. 5. Section of the Kungurian in Smakaev quarry [Strakhov, 1947]

The numbers on the section correspond to the layer package numbers in the text.

Разрез «Акташево»

Разрез кунгурских отложений, образующих скальные выходы до 70 м высотой, находится в Гафурийском районе Республики Башкортостан на р. Зилим в 0.3 км выше д. Акташево. Скальные выходы образуют отвесный обрыв, протягивающийся более чем на 500 м (рис. 7).

Уникальность этого разреза определяется значительным размером обнажения, сохранностью первичных осадочных текстур в породах, с одной стороны, и наличием признаков эпигенетических преобразований — с другой, присутствием тектонических взаимоотношений в виде горизонтальной зоны срыва по пластичной гипсово-глинистой толще со структурами заворота слоев. На примере этого разреза можно решать вопросы о геодинамической обстановке и фациальных условиях накопления эвапоритов, а также особенностях и причинах постседиментационных процессов.

В структурном плане разрез расположен между Архлатышской и Саятбабинской антиклинальными складками, приуроченными к взбросо-надвику прибортовой зоны прогиба. По простиранию на юг, в 1.5 км выше по течению, в обнажении по правому берегу р. Зилим наблюдается сближенный контакт деформированных гипсов и флишевых пород артинского яруса (рис. 8), что свидетельствует о наличии тектонического нарушения на контакте.

Строение разреза. Данный разрез состоит из двух основных толщ — нижней слоистой терригенно-гипсовой (видимая мощность 30–50 м), и верхней — массивной гипсовой (50–60 м), которые разделены между собой зоной ангидрит-гипсово-глинистых пород со следами субгоризонтального течения (рис. 9). Промежуточная толща не выдержана по мощности, и местами полностью выклинивается, создавая видимость двучленного строения разреза. Она сложена мегабрекцией (рис. 10), состоящей из блоков и деформированных прослоев гипсовых пород, закрученных

в рулеты в черном глинистом матриксе, который содержит включения гигантокристаллического гипса («марьино стекло»). В верхней части линзы с мегабрекцией наблюдаются небольшие складки волочения с западной вергентностью (рис. 10в). Они свидетельствуют о давлении с востока при ее образовании. Мощность слоя мегабрекции непостоянна — от первых сантиметров до 10–12 м. Раздвиг мощности имеет вид треугольника, обращенного углом вниз (рис. 10б). Можно предположить, что первично эта толща содержала галит, впоследствии растворенный. Однако она сохранила пластичность, т.к. именно по ней наблюдается скольжение толщ относительно друг друга и выжимание этой пластичной массы в диапироподобные структуры [Горожанин, Горожанина, 2011б].

Верхняя гипсовая толща перекрывается темно-серыми микрозернистыми доломитами (вскрыто не более 20 м), которые бронируют весь гипсовый разрез от разрушения. В доломитах проявлены вторичные поверхностные явления в виде карстовых воронок.

Основные литологические разновидности пород.

В основании нижней толщи, расположенной над урезом воды, обнажены слоистые осадки, представленные горизонтально-слоистыми и косослоистыми сероцветными терригенно-сульфатными породами, состоящими из тонкого чередования песчано-алевролитовых, тонкозернистых карбонатных и гипсовых слойков. Алевролиты полимиктового состава наряду с зернами кварца и кварцитов содержат бурые обломки глинисто-кремнистых осадочных и хлоритизированных магматических пород, сцементированных микрозернистым гипсом. Состав обломков в алевролитах указывает на поступление кластики в эвапоритовую область из зоны складчатого Урала. В осадках наряду с косослоистыми текстурами отмечаются промоины, заполненные гипсовыми галечками, локально развит градационная сортировка материала. Видимая мощность тонко-горизонтально-слоистых отложений

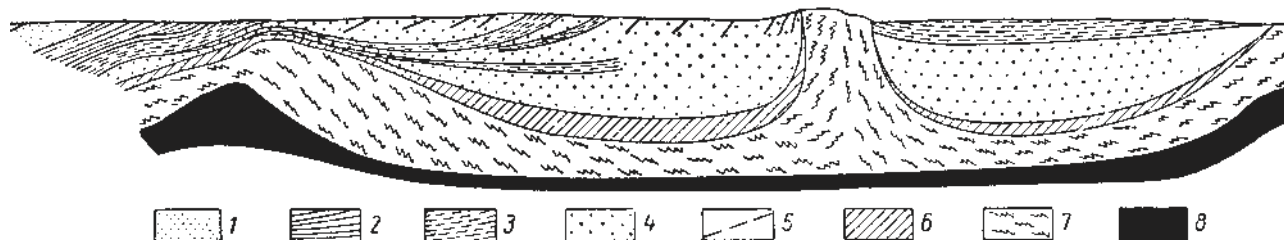


Рис. 6. Разрез через гипсово-диапировую структуру г. Машаш в ишимбайском Приуралье [Богданов, 1947]

Условные обозначения: 1 5 пермская красноцветная толща; 6 переходная толща; 7 кунгурская галогенная толща; 8 сакмаро артинские отложения.

Fig. 6. A section through the gypsum-diapir structure Mashash Mount in the Ishimbay PreUrals [Bogdanov, 1947]

Legend: 1 5 Permian red colored strata; 6 transitional strata; 7 Kungurian halogen strata; 8 Sakmarian Artinskian deposits.



Рис. 7. Общий вид разреза «Акташево» — крупного обнажения терригенно-сульфатных отложений кунгурского яруса по правому берегу р. Зилим у д. Акташево

Fig. 7. General view of the “Aktashevo” section — a large outcrop of terrigenous sulfate deposits of the Kungurian Stage on the right bank of the river Zilim near the village of Aktashevo

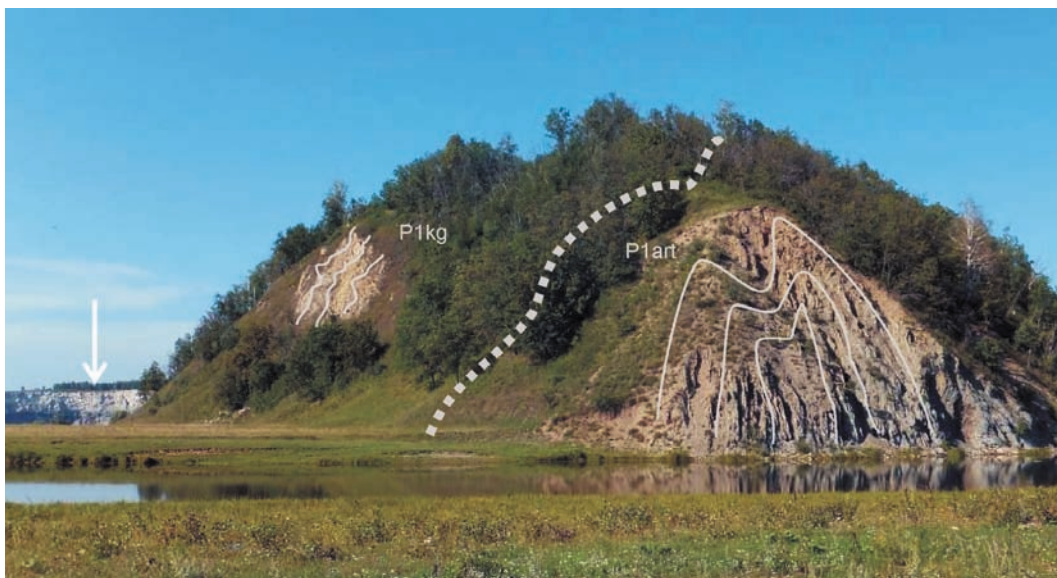


Рис. 8. Сближенные выходы отложений артинского и кунгурского ярусов на правом берегу р. Зилим в 1 км к югу от разреза «Акташево», положение которого отмечено стрелкой

Тонкие сплошные линии — слоистость; штриховая линия — предполагаемый стратиграфический контакт.

Fig. 8. Close-spaced outcrops of deposits of the Artinskian and Kungurian Stages on the right bank of the Zilim river 1 km South of the “Aktashevo” section, the position of which is marked by an arrow

Thin solid lines — bedding; dashed line — assumed stratigraphic contact.

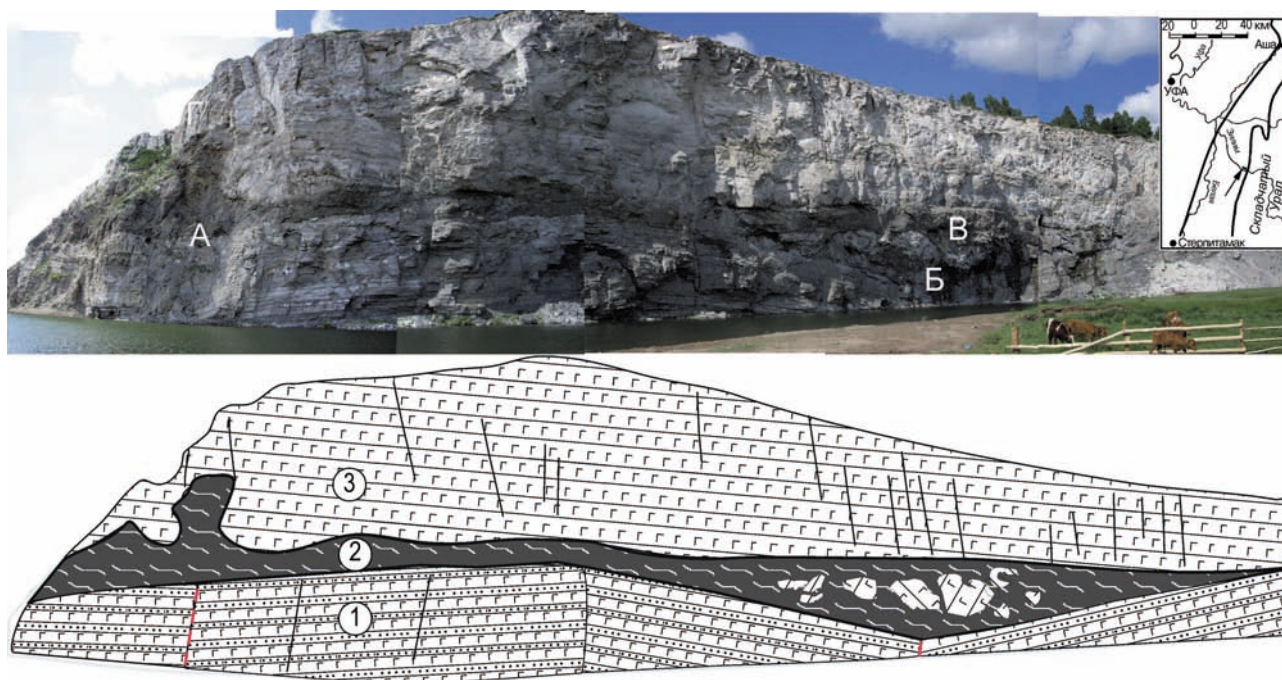


Рис. 9. Трехчленное строение терригенно-сульфатной толщи кунгурского яруса в разрезе «Акташево» (рисунок по фотографии)

Толщи: 1 — терригенно сульфатная, 2 — мегабрекчий (промежуточная), 3 — массивно слоистая сульфатная. Участки с буквами А Г соответствуют фотографиям на рис. 10.

Fig. 9. The three-membered structure of the terrigenous-sulfate section of the Kungurian in the “Aktashevo” section (picture from the photo)

Members of the section: 1 — terrigenous sulfate, 2 — megabreccia (intermediate), 3 — massively layered sulfate. The areas with the letters A Г correspond to the photos in Fig. 10.

в основании разреза около 5 м. Выше в отложениях преобладают гипсовые и ангидритовые пропластки толщиной 5–10 см с белыми ангидритовыми нодулями размером до 30 см. Мощность терригенно-гипсовой пачки около 20 м.

Верхняя толща сложена белым микрозернистым гипсом массивного облика с реликтовой слоистостью. На массивном фоне заметна слабо выраженная брекчиевидность, обусловленная мелкими разнонаправленными трещинками, выполненными серой глиной. Мощность гипсовой толщи — свыше 50 м. Она перекрывается толщей черных микрозернистых доломитов, в которых при микроскопическом изучении обнаружены реликты кристаллов диагенетического гипса.

Промежуточная толща, представленная мегабрекчий гипсовых пород в черном глинистом матриксе, описана выше. Следует отметить, что по составу жильный материал, выполняющий трещины кливажа толщиной 10–20 см, хорошо заметные в верхней гипсовой толще, полностью аналогичен описанному в промежуточной толще с глинистым матриксом и гигантокристаллическим гипсом; отсутствуют только крупные обломки пород.

Седиментологические признаки в отложениях разреза «Акташево»

В разрезе «Акташево», особенно в нижней, сульфатно-терригенной толще, очень хорошо выражена слоистость, изучение которой может помочь в реконструкции условий осадочного бассейна. Установлены следующие типы слоистости (рис. 11–18):

- ♦ горизонтальная;
- ♦ косая и восходящая рябь волнений;
- ♦ градационная;
- ♦ следы размыва.

Выделены также признаки турбидитовых ритмов (рис. 18–19) и штормовые отложения, диагностируемые по наличию темпеститов и слоистости типа хаммоки (рис. 20–23).

Наиболее распространенной является горизонтальная слоистость, свидетельствующая о достаточно спокойной обстановке седиментации. Горизонтальные глинисто-сульфатные слойки часто несут следы оползания, изгиба и т.д., что говорит о том, что характер донной поверхности не был идеально ровным. Кроме того, присутствуют слои с косой слоистостью и массивные слои с несортированным неслоистым



Рис. 10. Детали строения осадочных толщ в разрезе «Акташево»

а — диапировая структура гипсово глиняной брекчии (темно серое) среди гипсов верхней толщи; б — «воронкообразная» линза тектонического скупивания над разрывным нарушением, выполненная гипсово глинистой брекчией с крупными глыбами светлых гипсов; в — структуры закручивания сульфатных литокластов в составе мегабрекчии, на врезке — структуры будинажа типа «book shelves» с западной вергентностью; г — трещины кливажа, минерализованные гигантокристаллическим гипсом.

Fig. 10. Details of the structure of sedimentary strata in the “Aktashevo” section

а — diapir structure of gypsum clay breccia (dark gray) among the gypsum of the upper member; б — “funnel shaped” lens of tectonic crowding over the break up structure, made of gypsum clay breccia with large blocks of light coloured gypsum; в — structures of twisting of sulphate lithoclasts in megabreccia composition, on the inset — boudinage structures of “book shelves” type with Western vergence; г — cleavage cracks mineralized by giantocrystalline gypsum.

материалом, которые вероятно имеют штормовое происхождение. Отмечены слойки, сложенные галечками гипса гравийной размерности (несортированные и не градационные, предположительно штормовой природы), выполняющие эрозионные неровности в тонко-горизонтальнослоистых гипсовых отложениях. Наличие разнообразных текстур — волновой ряби, косой и мульдобразной слоистости конволутной — свидетельствует о достаточно активной волновой гидродинамике. Отмеченные признаки характерны для самой нижней части разреза.

Условия осадконакопления. В основании разреза хорошо проявлена цикличность. В нижней толще

она выражена ритмами (пакетами) сульфатно-терригенных пород мощностью от 10 до 50 см с нечеткой градационной слоистостью. Иногда такие правильные ритмы нарушаются прослоями с массивной структурой несортированного разноразмерного сульфатно-терригенного материала и эрозионным срезанием предыдущего горизонтальнослоистого ритма, что свидетельствует о достаточно активной гидродинамике (штормовые прослои). Выше условия седиментации были более спокойные, только изредка отмечаются признаки крупноволнистой текстуры (слоистость типа хаммоки), которая показывает гидродинамическое влияние штормов на спокойную седиментацию



Рис. 11. Горизонтальная и волнистая слоистость в гипсах терригенно-сульфатной толщи

Fig. 11. Horizontal and wavy-layered bedding in gypsum of terrigenous-sulphate deposits



Рис. 12. Косая слоистость в отложениях терригенно-сульфатной толщи

Fig. 12. Cross bedding in the sediments of the terrigenous-sulphate deposits



Рис. 13. Слоистость восходящих знаков ряби (?) в отложениях терригенно-сульфатной толщи

Fig. 13. The climbed-up ripples mark (?) bedding in the sediments of the terrigenous-sulphate deposits



Рис. 14. Градационная слоистость в отложениях терригенно-сульфатной толщи

Fig. 14. Graded bedding in the sediments of the terrigenous-sulphate deposits

в относительно глубоководных (50–100 м) условиях.

Говоря о глубинности бассейна, следует отметить следующие факты:

- 1 — залегание на артинских песчано-глинистых отложениях флишеидного типа;
- 2 — присутствие в нижней терригенно-сульфатной толще признаков турбидитной расслоенности (хотя и неявно выраженные и часто с редуцированными членами ритмов);
- 3 — наличие слоистости типа хаммоки и темпеститов.

Таким образом, условия осадконакопления достаточно быстро эволюционировали. Отложения в целом

представлены осадками засоленной лагуны, занимавшей в кунгурское время Предуральский прогиб, при этом восточная прибортовая зона прогиба, вероятно, была более глубоководной. Первоначально бассейн был довольно глубоким (100–200 м), по-видимому, переходным от флишевого. В нем шло терригенное осадконакопление с неявно выраженным влиянием дистальных турбидных потоков. Накопление сульфатов, иногда обломочных, наблюдаемых в нижней толще, показывает, что происходит быстрое обмеление глубоководного бассейна, тонкие сульфатно-терригенные осадки верхней части терригенной толщи формировались в обстановке прибрежной зоны лагунной впадины.



Рис. 15. Структуры размыва (белая штриховая линия) в гипсах, заполненные обломочным гипсом; терригенно-сульфатной толща

Fig. 15. Erosion structures (white dashed line) in gypsum filled with clastic gypsum; terrigenous-sulphate deposits



Рис. 16. Подошвенные знаки размыва (flute casts) в основании ритма в отложениях терригенно-сульфатной толщи

Fig. 16. Sole washout marks (flute casts) at the base of the rhythm in the sediments of the terrigenous-sulphate type



Рис. 17. Прослой гравелито-песчаника со структурой размыва в тонкослоистых гипсах

Fig. 17. Layer of gravelite-sandstone with erosion structure in thin-layered gypsum

Последовательность накопления осадков следующая: песчаники (алевролиты) – гипс – соль с глиной – гипс – доломит. Появление доломитовых осадков в верхней части разреза может указывать на поступление (прорыв) морских вод в замкнутую соленосную лагуну.

Вторичные (эпигенетические) признаки в отложениях разреза «Акташево»

В терригенно-эвапоритовом разрезе «Акташево» наряду с первичными седиментационными литологическими признаками хорошо проявлены процессы эпигенетической мобилизации вещества, имевшие



Рис. 18. Цикл осадконакопления (турбидитный ритм Боума, выделен белой стрелкой) в отложениях терригенно-сульфатной толщи; ритм начинается размывом нижележащего осадка градиционно-слоистым сульфатно-терригенным песчаником и заканчивается алевропесчаником с конволлютной слоистостью

Fig. 18. The cycle of sedimentation (turbidite rhythm of Bouma, highlighted by a white arrow) in the deposits of terrigenous-sulfate strata; the rhythm begins with the erosion of the underlying sediment by graded-layered sulfate-terrigenous sandstone and ends with siltstone with convolute bedding

место в результате тектонических подвижек. К ним относятся:

- 1) описанные выше структуры течения и выжимания (диапиры и воронкообразные депрессии с мегабрекчиями заполнения (см. рис. 10 а, б) и складками волочения);
- 2) структуры межслоевого скольжения с формированием нодулей и энтеролитовой складчатости;

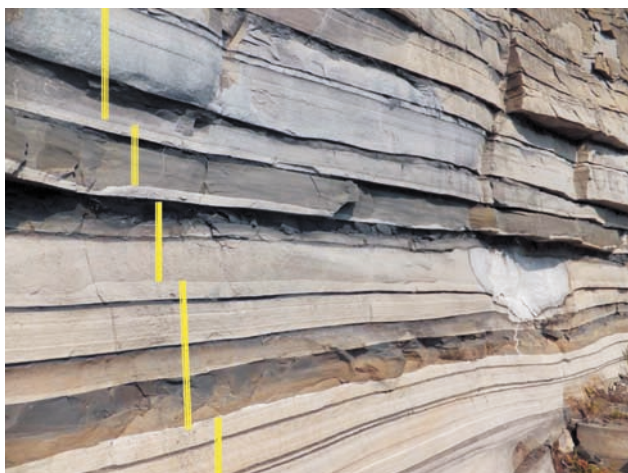


Рис. 19. Осадочные ритмы в терригенно-сульфатной толще

Fig. 19. Sedimentary rhythms in the terrigenous-sulphate deposits



Рис. 20. Прослой косослоистого слабо сортированного темпестита среди горизонтально-слоистых гипсов

Fig. 20. Interlayer of obliquely layered loosely sorted tempestite among horizontally layered gypsum



Рис. 21. 5-сантиметровый штормовой прослой (темпестит) обломочного неслоистого несортированного гипса (серое, отмечен стрелкой) в тонко-горизонтально-слоистой толще

Fig. 21. 5 cm storm interlayer (tempestite) clastic coarse unsorted gypsum (grey, marked with arrow) in thin horizontally layered thickness



Рис. 22. Крупноволнистая слоистость типа «hummocky» в терригенно-гипсовой толще, свидетельствующая о влиянии штормовой гидродинамики на относительно глубоководные осадки

Fig. 22. Large-wave stratification of the «hummocky» type in the terrigenous-gypsum thickness, indicating the influence of storm hydrodynamics on relatively deep-water precipitation

3) трещины кливажа, минерализованные гигантокристаллическим гипсом (см. рис. 10г).

Структуры течения. Промежуточная толща, представленная в настоящее время фрагментарно, первоначально, вероятно, была представлена нормальной толщей глин и, предположительно, галитов. При тектонических деформациях по этому слою произошел срыв двух относительно жестких толщ — нижней песчано-гипсовой и верхней гипсовой; глинистая пачка, возможно, послужила «смазкой». Деформированные рулеты сульфатных пород в глине свиде-

тельствуют о пластичном выдавливании материала в области с меньшим литостатическим давлением. Вероятно, ими были участки, где в результате тектонических деформаций произошло образование разрывов сплошности и, как следствие, падение давления. Крупные кристаллы гипса в смеси с темно-серой глиной образуют гипсово-глиняную брекчию. Она составляет промежуточную толщу и выполняет диапировые образования в верхней и нижней толщах. Трещины шириной 10–30 см, секущие верхнюю толщу, выполнены гигантокристаллическим гипсом («марьино



Рис. 23. Слоность типа HCS (hummocky cross stratification) в гипсе

Fig. 23. HCS (hummocky cross stratification) bedding in gypsum

стекло») и ориентированы в двух направлениях (см. рис. 10г). По одной из трещин в западной части разреза наблюдается диапировидное внедрение черной глинистой массы с кристаллами гипса. Оно вытянуто субвертикально, имеет бесформенные очертания и частично прорывает верхнюю гипсовую толщу. По-видимому, это образование можно рассматривать в качестве зарождающегося сульфатно-глиняного диапира, и связано оно с нагнетанием глинисто-сульфатной массы. Подвижность этой массы могла быть обусловлена растворением первичного галита. В восточной части разреза наблюдается нагнетание и «выдавливание» глинисто-гипсовой массы вниз и заполнение пространства над тектоническим нарушением, проявленном в нижней сульфатно-терригенной толще в виде субвертикальной зоны, вдоль которой слои наклонены навстречу друг другу (по типу сброса). Эти взаимоотношения указывают на одновременность процессов пластического течения (см. рис. 10в) и тектонического «взламывания».

Эпигенетические нодулы (конкреции). В нижней сульфатно-терригенной толще широко развиты нодулы перекристаллизованного гипса и внутрислойные энтеролитовые складки в гипсовых прослоях. Признаки внутрислойного пластического течения вещества в нижней сульфатно-терригенной толще выражены в образовании довольно крупных, до 0.5–0.7 м, ангидритовых «нодулей» — овально-сферических «конкреций», ярко выделяющихся белым цветом на темно-сером фоне основной массы пород (рис. 24а–г). Они сложены сульфатом кальция, чаще всего ангидритом; в результате перекристаллизации произошло очищение от черного пигмента органического вещества. В окружающих породах вокруг таких нодул наблюдается

характерная внутрислойная пloidчатость, известная также как «энтеролитовая складчатость» (см. рис. 24е–ж). Амплитуда, а также частота (или периодичность) энтеролитовых складок вблизи самих нодул весьма интенсивны, на удалении от последних они постепенно затухают. Вокруг небольших (0.2–0.3 м) нодул энтеролитовая складчатость прослеживается на расстоянии 2–3 м, вокруг более крупных (0.5–0.7 м) — прослеживается на расстоянии до 15 м. В расположении вторичных нодул и связанных с ними внутрислойных энтеролитовых складок наблюдается определенная закономерность. Все они приурочены к участку с наклонным залеганием пород, приобретенным вблизи (вследствие) тектонического нарушения. Тектонические подвижки, вероятно, инициировали внутрислойное перераспределение сульфатного вещества, которое переносилось внутри слоя к месту образования вторичного нодуля. Формирование нодул связано с тектоническим воздействием, обычно оно сопровождается формированием внутрислойной энтеролитовой складчатости, но иногда можно видеть только межслойное скольжение, подчеркиваемое трещинами отрыва.

Энтеролитовая (змееподобная или кишечная) текстура в гипсах и ангидритах с давних пор привлекает внимание исследователей из-за необычности и достаточной редкости нахождения в приповерхностных условиях. В разрезах эвапоритовых отложений среди гипс-ангидритовых слоев с тонкослоистым ламинарным напластованием, наблюдаются пloidчатые или гофрированные слои, смятые в микроскладки. Их принимали за знаки ряби, складки оползания, структуры разбухания при переходе из ангидрита в гипс и т.п. Подробный обзор представлений о генезисе ангидритов «со змееподобной» текстурой можно найти в работе Ю.Ф. Левицкого [1961]. Общепринятым считается, что энтеролитовая складчатость гипса возникла при его образовании результате гидратации ангидрита и увеличения объема. Это объяснение вошло в учебники [Фролов, 1993] со ссылкой на Ф.Дж. Петтиджона [1981], хотя ранее Ю.Ф. Левицким [1961] была показана несостоятельность этого объяснения из-за несоответствия объемных соотношений между гипсом и ангидритом и линейных размеров петель или складок, кроме того, данные структуры более характерны не для гипса, а для ангидрита, поскольку ангидрит, благодаря своей высокой пластичности, легче поддается деформациям, чем гипс. По мнению Ю.Ф. Левицкого, змееподобная текстура является раннедиагенетической, она возникает при дегидратации и перекристаллизации гипсоносного осадка, образовании трещин усыхания и разрыва, по которым происходят частичное растворение и деформация ангидритового слоя при неспокойных условиях



Рис. 24. Эпигенетические (вторичные) новообразования в терригенно-гипсовой толще в разрезе «Акташево»

а г нодулы перекристаллизованного ангидрита в нижней гипсово терригенной толще; д ангидритовый нодуль и энтеролитовые складки в терригенно сульфатной толще на юге Предуралья, Оренбургская область, скв. Акобинская 172, гл. 5077 м; е ж внутрислойные энтеролитовые складки в гипсах в обрамлении вторичных нодулей.

Fig. 24. Epigenetic (secondary) neoformations in the terrigenous-gypsum thickness in the "Aktashevo" section

а г nodules of recrystallized anhydrite in the lower gypsum terrigenous deposits; д anhydrite nodule and enterolite folds in the terrigenous sulfate deposits in the South of the Preuralian foredeep, Orenburg region, Borehole Akobinskaya 172, deepness 5077 m; е ж intra layer enterolith folds in gypsum framed by secondary nodules.

осаждения типа волновой ряби. По нашему мнению, это трактовка также некорректна, поскольку не дает объяснения причины избирательности деформаций гипсовых слоев и особенностей строения микроскладок. Мы предлагаем иное объяснение энтеролитовой складчатости в гипсах и ангидритах, основанное на анализе предыдущих материалов, данных бурения и новых наблюдениях в разрезах. Следует отметить, что чаще всего энтеролитовые структуры описывают в кернах скважин из толщи ангидритов, подстилающих кунгурские соленосные отложения. Нами такие структуры наблюдались при описании керна нефтепоисковых скважин, пробуренных в последние годы ООО «Газпром добыча Оренбург» на юге Предуральяского прогиба — в основании солянокупольных структур на глубинах 4–5 км (рис. 24д). Это показывает однотипность процессов в сульфатных толщах, залегающих как на поверхности, так и на глубине, и свидетельствует о том, что выведенные в настоящее время на поверхность эвапориты, вероятно, также были глубоко погружены и испытали диапиризм.

Итак, наиболее характерными чертами энтеролитов, которые представляют собой пloyчатые или гофрированные слои, смятые в микроскладки среди гипс-ангидритовых слоев с тонкослоистым ламинарным напластованием, являются:

- 1) присутствие вокруг нодулей-конкреций;
- 2) интенсивная амплитуда и частота энтеролитовых складок вблизи нодулей и затухание на удалении от них;
- 3) приуроченность к участку с наклонным залеганием пород, приобретенным вследствие близости к тектоническому нарушению.

Генезис нодулей и генетически связанных с ними энтеролитов связан с тектоническим воздействием, вызвавшим внутрислойное течение — перераспределение сульфатного вещества, которое переносилось внутри слоя к месту образования вторичного нодуля.

В целом описанные выше эпигенетические образования — рост конкреций-нодулей, межслоевая гофрировка и перетекание материала свидетельствуют о влиянии на осадочную толщу тектонического фактора; наличие их определяется близостью к зоне разлома. Время тектонической активности неопределенно. Обычно активизацию тектонических движений связывают с позднепалеозойской коллизией, хотя нельзя исключить и связь с неотектонической активизацией востока Русской плиты и Уральского орогена.

Поверхностные явления

К ним следует отнести карстовые явления (воронки, карстовый водопад) и камнепад на отвесных стенках речной излучины.

В разрезе «Акташево» развит карст двух типов: сульфатный и карбонатный. К карстопроявлению сульфатного типа относятся практически полная гидратация сульфатных минералов (весь ангидрит, за исключением вторичных нодулей, замещен гипсом) и формирование карстовых полостей в сульфатной и терригенно-сульфатной толщах.

На выровненной пенеппенизированной поверхности доломитов, бронирующих сульфатную толщу, проявлен карст карбонатного типа. Он выражен карстовыми воронками, часть из которых вероятно не «залечены» поверхностными суглинками, т.к. вода через них проникает почти до уровня р. Зилим, выливаясь из расщелин крутой стенки обнажения в виде небольшого живописного водопада (рис. 25).



Рис. 25. Карстовые явления в разрезе «Акташево»: а воронки в доломитах, бронирующих верхнюю сульфатную толщу; **б** водопад из небольшого понора в нижней сульфатно-терригенной толще

Fig. 25. Karst phenomena in the “Aktashevo” section: а sinkholes in dolomites, which armor the upper sulfate thickness; **б** waterfall from a small ponor in the lower sulfate-terrigeneous deposits

К поверхностным явлениям следует отнести также камнепады и осыпание практически вертикальных стенок разреза, что может свидетельствовать о продолжающемся неотектоническом росте этого блока земной коры.

Таким образом, разрез «Акташево» представляет собой один из лучших разрезов кунгурского яруса, который сложен здесь терригенно-эвапоритовыми отложениями восточного борта Предуральского краевого прогиба и доступен для изучения с поверхности. Аналоги этих отложений в условиях Бельской впадины Предуральского прогиба обычно глубоко погружены и могут наблюдаться только на сейсмических профилях. Уникальность этого разреза определяется значительным размером обнажения, хорошей сохранностью первичных осадочных текстур в породах, проявлением процессов эпигенетической мобилизации вещества в результате блоковых тектонических подвижек, наличием реликтов сульфатно-глинисто-галитовых внедрений [Горожанин, Горожанина, 2011а; Горожанин, 2016].

Формирование вторичных ангидритовых нодул и связанной с ними энтеролитовой складчатости, структур скольжения и будинажа, а также диапировых структур обусловлено тектоническим влиянием на эвапоритовую толщу. Время проявления таких деформаций неизвестно. С уверенностью их можно определить лишь как мезо-кайнозойские. Учитывая, что вся юго-восточная часть Восточно-Европейской платформы, включая Предуральский прогиб и западный склон Урала, была ареной довольно сильных неотектонических движений [Рождественский, 1971], можно предположить, что многие наблюдаемые явления связаны именно с этим этапом. Разрез можно рассматривать как геологический памятник эвапоритовых образований кунгурского яруса пермской системы.

Модель накопления эвапоритов, структуры перераспределения солей (общая реконструкция бассейна)

Основные черты строения эвапоритовой толщи кунгура были установлены в годы Великой Отечественной войны при геологическом изучении Ишимбайского нефтеносного района. Трудami многих геологов, изучавших солеродные отложения кунгура в Ишимбайском Приуралье, установлено, что солеродная толща кунгурского яруса имеет трехчленное строение.

Используя современные данные бурения в депрессионной зоне прогиба, а также изучение разреза восточной бортовой зоны (разрез «Акташево») [Горожанин, 2016], можно в целом реконструировать общую геологическую историю развития кунгурского эвапоритового бассейна.

Приуральский эвапоритовый бассейн образовался во время коллизии континентов и последующего роста Уральского орогена [Пучков, 2010], который частично отчленил Приуральский бассейн от мирового океана. Поступление океанической воды в полуизолированный бассейн происходило с севера Урала (в современных координатах), где кунгурские отложения представлены в терригенных фациях бассейна с нормальной соленостью морской воды. Обмеление Приуральского океанического бассейна и образование солей произошло чрезвычайно быстро, т. к. в ряде мест Предуральского прогиба можно видеть, что гипсовая толща залегает непосредственно на глубокоководных депрессионных или флишевых отложениях (рис. 26). Эта ситуация похожа на мессинский кризис солености, который описан И.С. Чумаковым [Маловицкий и др., 1982] для начала миоцена в Средиземноморье; он произошел в результате тектонического «закрытия» палеоокеана Тетис и появления Гибралтарского барьера, отчленившего осадочный бассейн от Атлантического океана. В отличие от мессиния, где соли вновь перекрылись глубокоководными радиоляриевыми илами (и сейчас находятся под дном Средиземного моря), в Приуралье эвапоритовый бассейн окончательно высох и перекрылся молассой — красноцветными конгломератами и песчаниками континентального генезиса, образовавшимися в результате разрушения Уральского орогена.

По аналогии с мессинским кризисом, этот момент неожиданного и быстрого образования солей в геологической истории Приуралья можно назвать кунгурским кризисом солености.

В последующее время эвапоритовая толща, перекрытая более молодыми осадочными образованиями, подверглась тектоническому перераспределению вещества, в том числе и диапиризму. Поэтому характер ее залегания различен по площади.

На погруженных участках в центре прогиба, таких как Аллакаевская впадина, которая расположена к востоку от Ишимбайского массива, сульфаты и соли, слагающие толщу, подверглись тектоническому перераспределению. В результате вещество из опущенных участков выжато к поверхности в виде протыкающих вышележащие осадки диапировых структур — соляных штоков.

На приподнятых блоках, таких как Шиханский в западной части прогиба, эвапориты залегают, на первый взгляд, почти горизонтально в виде наклоненной к востоку сульфатной толщи. Однако тот факт, что она перекрывает массив Шахтау и подвержена интенсивной тектонизации, выраженной складками и следами внутрипластового перераспределения вещества, не оставляет сомнения в том, что соляной диапиризм был интенсивно проявлен и в этой части

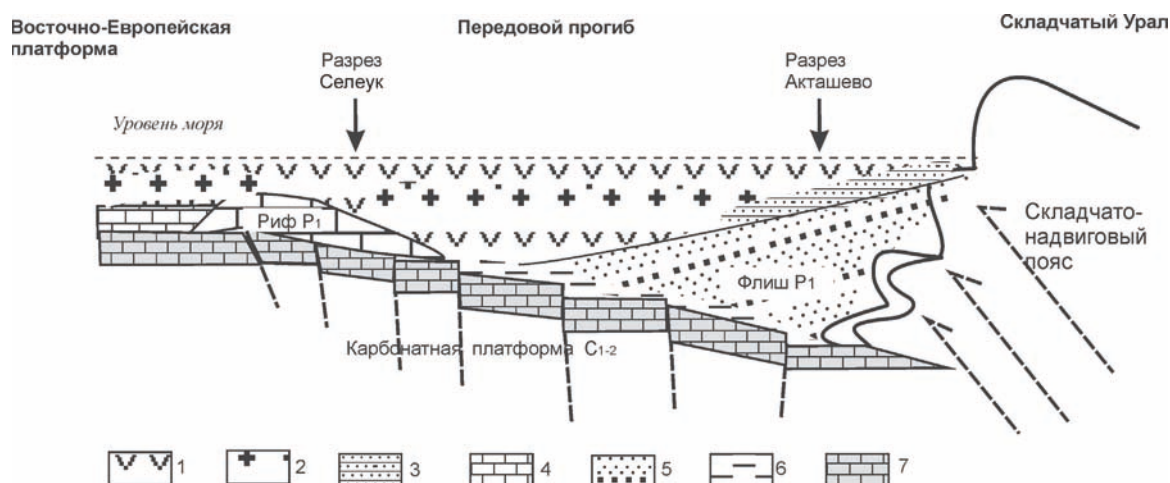


Рис. 26. Модель строения Предуральского краевого прогиба в момент заполнения его эвапоритовыми осадками (кунгурский век)

Условные обозначения: 1 3 отложения кунгурского яруса: 1 сульфаты (гипсы и ангидриты), 2 соли (галит), 3 сульфаты и песчаники; 4 6 отложения ассельского, сакмарского и артинского ярусов нижней перми: 4 карбонаты западного борта, 5 флиш восточного борта, 6 депрессионные кремнисто глинистые отложения центральной части; 7 шельфовые известняки каменноугольной системы.

Fig. 26. Model of the structure of the Preuralian Foredeep at the time of its filling with evaporite sediments (Kungurian age)

Legend: 1 3 deposits of Kungurian stage: 1 sulphates (gypsum and anhydrites), 2 salts (halite), 3 sulphates and sandstones; 4 6 deposits of the Asselian, Sakmarian and Artinskian stages of the Lower Permian: 4 carbonates of the western side, 5 flysch of the eastern side, 6 deep water siliceous clay deposits of the central part; 7 shelf limestones of the Carboniferous system.

прогиба. В настоящее время эти диапиры уничтожены современной эрозией, а в разрезе «Селеук» от кунгурской формации осталась только нижняя толща тектонизированных сульфатов.

Приподнятые блоки в восточном борту прогиба, такие как рассмотренный выше разрез «Акташево», показывают, что сульфаты кунгурского яруса, за исключением самых восточных участков, вовлеченных в зону разлома, залегают здесь более спокойно и почти горизонтально. Это достаточно парадоксальный вывод, так как обычно считается, что именно рост Уральского горного сооружения привел к диапиризму кунгурских солей. Как показано выше, признаки зарождения диапиров, генетически обусловленных межслоевым скольжением, имеются и здесь. Однако амплитуды диапиров составляют первые метры, что на 2–3 порядка меньше таковых в западной и центральной частях Предуральского прогиба.

Такое явление, как диапиризм солей, также более известное как соляная тектоника, из-за неоднозначности генезиса до сих пор является предметом дискуссий. Разные исследователи по-разному объясняли такие структуры. Нефтепоисковое бурение и интенсивное геологическое изучение в Ишимбайском Приуралье позволили установить главный фактор — тектонический — как причину появления соляного диапиризма. Решающая роль в развитии этих представлений принадлежала Н.М. Страхову. Им впервые было показано [Страхов, 1947], что:

1) пластические перемещения масс, возникающие при солянотектонических формированиях, не ограничиваются только каменной солью, как думали прежде, но в большей или меньшей степени охватывают все породы галогенного разреза, включая ангидриты и глины. Особенно важно было установление относительной подвижности ангидритов, что позволило понять возможность сульфатных диапировых инъекций в поле развития соляной тектоники;

2) главной движущей силой пластических перемещений являются тектонические подвижки, вызывающие плейчатость и микроскладчатость, а не явления гидратации ангидритов, как считалось ранее;

3) показана невозможность объяснения генезиса солянотектонических форм только гравитационной нагрузкой перекрывающих толщ; показано, что вес избыточных масс в мульдах является второстепенным фактором.

Складки охватывают не только тонкие слои толщиной в первые сантиметры, им подвергались пакки толщиной в метры и десятки метров, что наглядно видно в естественном разрезе гипсо-ангидритовой толщи в долине р. Селеук.

Складчатая форма движения вещества была наиболее реальной формой перетекания пластических масс из одного участка в другой, демонстрирующей возможный путь внутрiformационных течений каменной соли и ангидритов и глинистых пород.

Актуальность этих закономерностей подтверждается современными данными. В расположенной южнее оренбургской части Предуральского краевого прогиба, где соляные поднятия в виде валов и отдельных штоков достигают 4–5-километровой высоты, в подсолевых толщах под ними обнаружены залежи нефти и газа. Их генезис, как и возникновение самих диапиров, объясним с точки зрения тектонической активизации разломов земной коры [Горожанин и др., 2013], что хорошо согласуется с представлениями, впервые разработанными Н.М. Страховым на территории ишимбайского Приуралья.

Полезные ископаемые кунгурских эвапоритов

Кунгурская эвапоритовая формация Приуралья сложена преимущественно химически осажденными осадочными породами — гипсом, ангидритом и галитом, которые в чистом виде являются химическими соединениями, широко используемыми в различных отраслях народного хозяйства — производстве соли, каустической соды, строительных материалов. Кроме того, одним из самых ценных полезных ископаемых в эвапоритах являются калийные соли — карналлиты и сильвиниты, локальные скопления которых образуют минерально-сырьевую базу для химической промышленности и производства удобрений (Верхнекамское месторождение калийных солей). В кунгурских эвапоритах ишимбайского Приуралья калийных солей хлоридного типа не найдено, однако в галитовом месторождении Ярбишкадак, где методом подземного растворения добывается сырье для производства соды, были обнаружены скопления минерала полигалита — сульфата калия и магния, технология добычи и использования которого пока не разработана и является делом будущего.

Список литературы:

Близев Б.И. Ритмичность кунгурской соленосной толщи юго востока Русской платформы и сопредельной части Предуральского прогиба // Геология и генезис месторождений

горнохимического сырья. Казань, 1971. 245 с. (Тр. геологического института; Вып. 31).

Богданов А.А. Тектоника Ишимбайского Приуралья. М., 1947. 148 с. (Тр. МОИП, нов. сер.; Вып. 7(11)).

Горожанин В.М. Литологические особенности, фации и эпигенез эвапоритов кунгурского яруса нижней перми восточного борта Предуральского прогиба (Разрез «Акташево», Южный Урал) // Уникальные литологические объекты через призму их разнообразия: Материалы 2 й Всерос. школы студентов, аспирантов и молодых ученых по литологии. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2016. С. 29–33.

Горожанин В.М., Горожанина Е.Н. Разрез «Акташево» — литолого-тектонический памятник кунгурского яруса нижней перми (р. Зилим, Южный Урал) // Пермская система: стратиграфия, палеонтология, палеогеография, геодинамика и минеральные ресурсы: Матер. Межд. конф., посвящ. 170 летию со дня открытия пермской системы. Пермь, 2011а. С. 74–78.

Горожанин В.М., Горожанина Е.Н. Эпигенетическая мобилизация вещества в терригенно-эвапоритовом разрезе кунгура (восточный борт Предуральского прогиба) // Концептуальные проблемы литологических исследований: Матер. 6 го Всерос. литол. совещ. Казань: Изд во КГУ, 2011б. Т. 1. С. 240–243.

Горожанин В.М., Горожанина Е.Н., Днистрянский В.И., Побережский С.М., Ефимов А.Г. Роль разломно-блоковой тектоники в формировании залежей углеводородов в подсолевых отложениях палеозоя на юге Соль Илецкого свода // Геология нефти и газа. 2013. № 2. С. 22–33.

Левицкий Ю.Ф. Ангидрит со змееподобной текстурой // Материалы по геологии соляных месторождений. Л.: ОНТИ, 1961. С. 87–91. (Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер.; Т. 68).

Маловицкий Я.П., Чумаков И.С., Шимкус К.М., Есин Л.А., Москаленко В.Н. Земная кора и история развития Средиземного моря. М.: Наука, 1982. 194 с.

Петтиджон Ф. Осадочные породы. М.: Недра, 1981. 751 с.

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

Рождественский А.П. Новейшая тектоника и развитие рельефа Южного Приуралья. М.: Наука, 1971. 303 с.

Страхов Н.М. Геология кунгура Ишимбайского нефтеносного района. М.: МОИП, 1947. 142 с.

Фролов В.Т. Литология: Уч. пособие. М.: Изд во МГУ, 1993. Кн. 2. 432 с.

УДК 551.736.3(470.57)

ПЕРМСКИЕ КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ НА ЮГЕ ИШИМБАЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

© 2020 г. Т. В. Клименко¹, Е. И. Кулагина²¹ Башкирский Государственный Университет, географический факультет, Уфа² Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

Реферат. На территории южной части Ишимбайского района республики Башкортостан привлекают внимание обнажения биармийского и татарского отделов пермской системы, представленные молассой, сложенной красноцветными и сероцветными полимиктовыми песчаниками, конгломератами, алевролитами, аргиллитами с прослоями мергелей и известняков. Они прослеживаются по берегам рек Белой, Тор, Юргабашки, в склонах логов и оврагов, выделяясь своеобразным красно коричневым цветом. В статье приводится краткий обзор исследований верхнепермских отложений данной территории, характеристика подстилающих приуральских (нижнепермских) отложений. Приуральский отдел представлен всеми ярусами. Ассельский и сакмарский ярусы сложены карбонатами небольшой мощности. Артинский ярус сложен карбонатными и глинисто карбонатными отложениями до 750 м мощности. Кунгурский ярус представлен толщей эвапоритов мощностью до 1500 м. Уфимский ярус сложен терригенными красноцветными породами с редкими прослоями известняков мощностью до 900 м. Биармийский отдел представлен казанским и уржумским ярусами, сложен терригенно карбонатной обломочной толщей более 900 м мощности. Татарский отдел представлен северодвинским ярусом, сложен в основном терригенными породами с прослоями медистых песчаников и конгломератов, мощность его более 1400 м. Возраст биармийских и татарских отложений обоснован по пресноводным остракодам.

Ключевые слова: пермская система, биармийский отдел, татарский отдел, Ишимбайский район, республика Башкортостан, типовые разрезы, палеонтологическая характеристика

THE PERMIAN CONTINENTAL DEPOSITS IN THE SOUTH OF THE ISHIMBAY DISTRICT OF THE BASHKORTOSTAN REPUBLIC

© 2020 T. V. Klimenko¹, E. I. Kulagina²¹ Bashkir State University, Faculty of Geography, Ufa² Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

Abstract. In the southern part of the Ishimbay region of the Bashkortostan Republic attention is drawn to the outcrops of the Biarmian and Tatarian series of the Permian system. They are represented by molasse composed of red and gray colored polymictic sandstones, conglomerates, siltstones, mudstones with interbeds of marls and limestones. They are traced along the banks of the Belaya, Tor, and Yurgabashka rivers, in the slopes of gullies and ravines, and distinguished by a peculiar red brown color. The article provides a brief overview of studies of the Permian deposits of this territory, the characteristics of the underlying Priuralian (lower Permian) deposits. The Cisuralian Series (lower Permian) is represented by all stages. The Asselian and Sakmarian are composed of a small thickness carbonates. The Artinskian is composed of carbonate and clay carbonate deposits up to 750 m thick. The Kungurian is represented by an unit of evaporites with a thickness of up to 1500 m. The Ufimian is composed of terrigenous red rocks with rare intercalations of limestone, the thickness of up to 900 m. The Biarmian Series (Kazanian and Urzhumian stages) is composed of terrigenous carbonate member, its thickness reaches more than 900 m. The Tatarian Series is represented by the Severodvinian Stage, that is composed mainly of terrigenous rocks with intercalations of copper sandstones and conglomerates, its thickness is more than 1400 m. The age of the Biarmian and Tatarian deposits is justified by non marine ostracods.

Key words: Permian System, Tatarian Series, Biarmian Series, type sections, paleontological characteristics

Введение

В конце каменноугольного периода на Земле происходили глобальные изменения палеогеографических обстановок в связи с образованием суперконтинента Пангеи. На современной территории Башкор-

тостана на рубеже приуральской (раннепермской) и биармийской (среднепермской) эпох в связи с закрытием Палеоуральского океана и образованием Предуральского краевого прогиба морское осадконакопление постепенно сменялось континентальным. После формирования мощной толщи эвапоритов

кунгурского яруса Предуральский краевой прогиб продолжал заполняться карбонатно-терригенными обломочными отложениями молассовой формации уфимского возраста. В течении биармийской и татарской эпох накапливались карбонатно-терригенные отложения мощностью до 3000 м, представляющие типичную молассу [Мизенс, 1997]. Эти красноцветные и сероцветные полимиктовые песчаники, конгломераты, алевролиты, аргиллиты с прослоями мергелей и известняков формировались за счет размыва горных поднятий. Они заполняли изолированные синклинальные впадины — мульды. Полимиктовые обломочные отложения, переносимые наземными аллювиальными потоками с поднятий западного склона Уральских гор, полностью заполнили впадину Предуральского краевого прогиба к концу пермского периода [Пучков 2000], а также см. статью В.Н. Пучкова в предыдущем номере журнала.

Настоящая статья посвящена континентальным пермским отложениям южной части Ишимбайского района, распространенным на территории Ишимбайской площади. Северная граница площади проходит на широте г. Ишимбай протягиваясь на восток до долготы 56° 45' Е. Южная граница проходит немного южнее границы Мелеузовского района РБ. В структурном отношении Ишимбайская площадь охватывает восточный борт Предуральского краевого прогиба и зону линейной складчатости, включает бассейны рек Селеук, Тор, Урюк, район пос. Верхотор и г. Заргантау (рис. 1). На этой территории привлекают внимание обнажения биармийского и татарского отделов пермской системы, которые обнажаются по берегам рек, в склонах логов и оврагов, выделяясь своеобразным красно-коричневым цветом. На г. Зиргантау обнажены конгломераты триасовой системы мезозоя. В татарских отложениях данной территории издавна известны месторождения медистых песчаников с богатым содержанием меди.

Исторический обзор

Начало детальных исследований верхнепермских отложений западной Башкирии было положено в 1927–1929 гг., когда под руководством М.Э. Ноинского была проведена геологическая съемка 10-верстного масштаба. Период 1930–1950 гг. отличается наиболее интенсивными планомерными геологосъемочными и разведочными работами. Результаты исследований этого периода отражены в рукописных отчетах А.П. Тяжевой, Г.В. Вахрушева, Б.С. Каткова, Г.Б. Яковлева, П.В. Потуловой, С.И. Зайцева, П.А. Матрошилина, А.Г. Лапшинова, А.И. Стеблева, К.Н. Утопленникова и ряда других исследователей. В этот период были выявлены перспективные участки для поисковых

работ на нефть, газ, бурые угли, фосфориты, медистые песчаники, полиметаллы и строительные материалы. Детальное расчленение верхнепермских красноцветов на территории среднего течения рек Селеук и Тайрюк было выполнено П.А. Матрошилиным в 1942 г. В районе верхних течений рек Ишоры, Селеук и Тор при проведении геологической съемки А.А. Мансуровым (1959 г.) дано детальное описание нижнепермских, каменноугольных и девонских отложений. В 1963 г. Е.А. Имаевым закартированы кунгурские, уфимские, казанские, татарские отложения и произведено их послонное описание.

Детальная ранняя история изучения верхнепермских отложений Башкирского и Оренбургского Приуралья приведена Н.М. Кочетковой [1970] в монографии, посвященной верхнепермской стратиграфии по остракодам. В 1961–1963 гг. Н.М. Кочетковой изучен ряд разрезов, где по фауне остракод и литологическому составу были установлены верхнеказанские отложения, выделены нижеустинский, сухонский и северодвинский горизонты. После этих работ геологические исследования на данной территории долгое время не проводились. Лишь в 1988–1996 гг. были возобновлены геологические исследования Ишимбайской площади, которые проводились геологами АОТ «Башкиргеология» Н.П. Шевчуном и Т.В. Клименко при участии С.А. Ткачевой. Целью этих исследований было составление обновленной крупномасштабной геологической карты, доизучение и прогнозная оценка территории на полезные ископаемые.

Стратиграфическая шкала пермской системы

В Общей стратиграфической шкале России принято трехчленное деление пермской системы на отделы: приуральский, биармийский и татарский [Котляр и др., 2006; Постановления МСК..., 2006]. Ранее пермская система в России подразделялась на два отдела — нижний и верхний [Стратиграфические..., 1993].

Приуральский отдел включает ассельский, сакмарский, артинский, кунгурский и уфимский ярусы (рис. 2). Приуральский отдел является единицей и Международной хроностратиграфической шкалы [Henderson et al., 2012] с различием в том, что в международной шкале уфимский ярус не выделяется, а, вероятно, включен в кунгурский. Вопрос о валидности уфимского яруса как подразделения общей стратиграфической шкалы России дискутируется еще с работ М.Э. Ноинского 1930-х годов, например [Алкснэ, Кочеткова, 1969; Кочеткова, 1970], и остается дискуссионным [Котляр и др., 2013]. Для расчленения морских отложений приуральского отдела используются

зональные шкалы по конодонтам, фузулинидам, мелким фораминиферам, аммоноидеям, радиоляриям, брахиоподам, морским двустворкам.

Средний, или биармийский отдел пермской системы включает казанский и уржумский ярусы. Верхний, татарский отдел пермской системы подразделяется на северодвинский и вятский ярусы. Для расчленения лагунно-континентальных и континентальных отложений биармийского и татарского отделов основную роль играют пресноводные остракоды надсемейств *Darwinuloidae*, *Suchonelloidae* и *Darwinuloidoidea* [Наумчева, 2017]. Используются также тетраподы, ихтиофауна, харофиты и флора [Котляр и др., 2006].

Пермские отложения Ишимбайской площади

На территории Ишимбайской площади отложения пермской системы представлены всеми тремя отделами. Они вскрыты скважинами на восточном борту Предуральского прогиба и прослеживаются в естественных обнажениях по берегам рек. Ассельский, сакмарский и нижняя часть артинского яруса сложены терригенно-карбонатными морскими отложениями и расчленяются по фузулинидам.

Приуральский отдел

Ассельский ярус. На большей части площади наблюдается разрыв кровли верхнего карбона и нижней части ассельского яруса, поэтому нижняя граница яруса обычно резкая. Ярус представлен доломитами, известняками микритовыми, биокластовыми с многочисленной фауной фораминифер, обломочными известняковыми брекчиями, кремнистыми алевролитами, доломитами. Мощность изменяется от 27 до 60 м.

Сакмарский ярус представлен карбонатными и терригенными породами. С нижележащими породами ассельского яруса наблюдается постепенный переход. Сакмарские отложения обнажены по рекам Селеук, Шида и Тор, по фауне фораминифер они подразделяются на тастубский и стерлитамакский горизонты. В известняках и доломитах нижней части тастубского горизонта отмечается фосфатизация. Чаще всего фосфорит присутствует в виде микроскопических стяжений и прожилок, а также в виде тонких прослоек в доломитах и мергелях, иногда образуя слои толщиной от 0.1 до 10 см [Клименко, 1995]. Мощность тастубского горизонта 18–110 м. Стерлитамакский горизонт обнажен слабо, он изучен в основном по скважинам и горным выработкам. Сложен песчаниками известковистыми, алевролитами известковистыми в переслаивании с аргиллитами и редкими прослоями

мелкозернистых известняков, иногда органогенных с обломками мшанок, члеников криноидей, спикул губок, радиолярий, редких фораминифер сакмарского возраста. Мощность стерлитамакского горизонта до 135 м. Мощность сакмарского яруса 150–250 м.

Артинский ярус. Граница с нижележащими отложениями сакмарского яруса проводится условно из-за литологического однообразия пород и недостатка фаунистических данных. Во многих разрезах артинские отложения залегают с разрывом на породах сакмарского яруса, о чем свидетельствует наличие конгломерато-брекчии в основании. Нерасчлененные бурцевский и иргинский горизонты артинского яруса представлены толщей переслаивания аргиллитов, мергелей, алевролитов, реже песчаников с прослоями и линзами микритовых и органогенно-обломочных известняков. Преобладают в разрезе аргиллиты. Мощность нижнеартинских отложений достигает 500 м. Верхнеартинские отложения (саргинский горизонт) представлены преимущественно грубозернистыми полимиктовыми песчаниками, переслаивающимися с гравелитами, мелко-среднегалечными конгломератами с подчиненными прослоями аргиллитов и известняков. В полимиктовых песчаниках верхов артинского яруса происходит постепенная смена карбонатного цемента на гипсовый и ангидритовый. Мощность верхнеартинских отложений 200–250 м. Мощность артинского яруса достигает 800 м.

Кунгурский ярус залегает на полимиктовых песчаниках артинского яруса с постепенным переходом. Представлен гипсами, ангидритами, каменной солью, в меньшей степени терригенными и карбонатными породами. Анализ разрезов буровых скважин показывает, что отложения кунгура на коротких расстояниях претерпевают значительные изменения в строении и мощностях. На поверхности в отложениях кунгурского яруса развиты карстовые воронки. Мощность кунгурских отложений в западной части площади — 440–1500 м.

Уфимский ярус представлен в основном терригенными красноцветными песчано-глинистыми породами с подчиненными прослоями доломитов и известняков в нижней и средней части. Они выходят на дневную поверхность в береговых обрывах р. Тор и вскрыты скважинами. По разрезам скважин уфимские отложения делятся на нижнюю переходную толщу (соликамский горизонт) и верхнюю (шешминский горизонт). Нижняя граница проводится условно по литологии — по контакту галогенных образований кунгура с глинисто-карбонатными породами соликамского горизонта. Последний изучен по скважинам в восточном борту Предуральского прогиба, где он представлен толщей терригенно-карбонатных сильно загипсованных пород — переслаивающимися

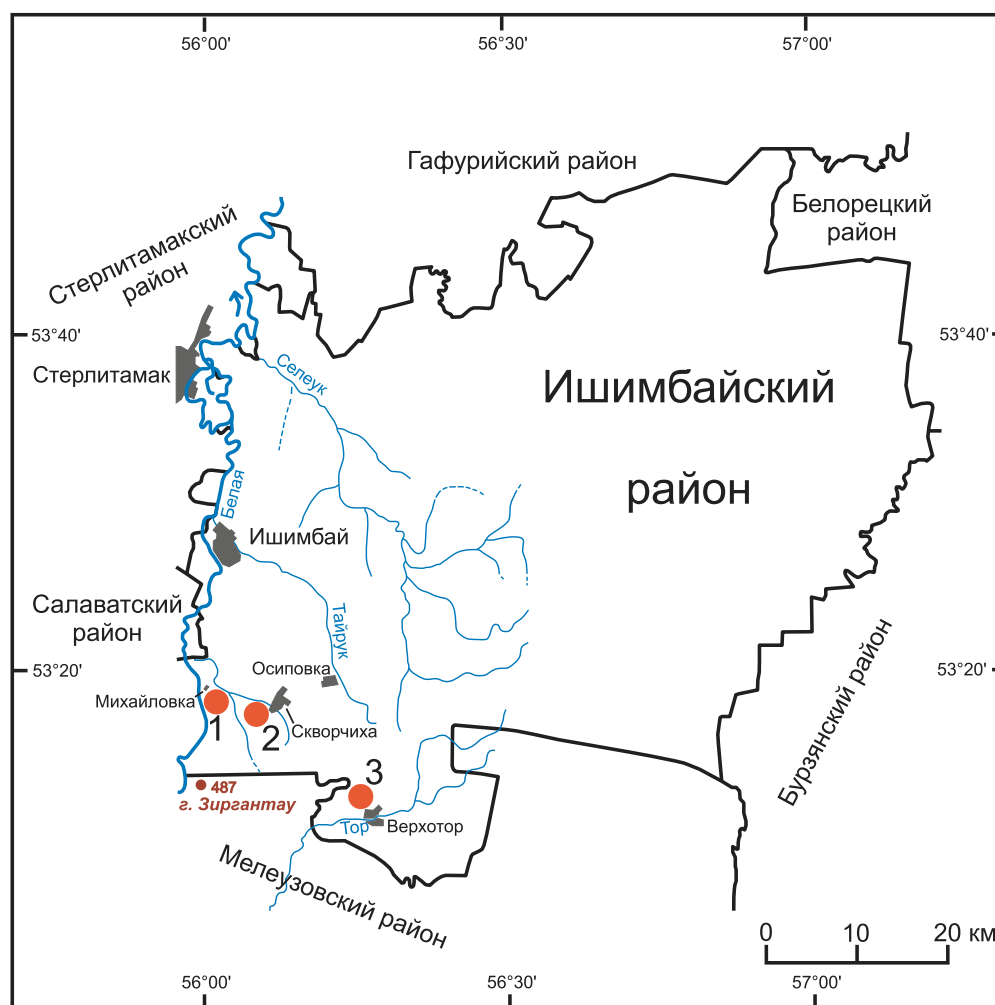


Рис. 1. Основные обнажения биармийского и татарского отделов южной части Ишимбайского района республики Башкортостан

1 — обнажения красноцветной молассы северодвинского яруса у с. Михайловка по правому берегу р. Белой; 2 — разрез северодвинского яруса у д. Скворчихи по р. Юргабашке; 3 — разрез уржумского яруса у северной окраины с. Верхотор по руч. Аляткия.

Fig. 1. The main outcrops of the Biarmian and Tatarian of the southern part of the Ishimbay region of the Bashkortostan Republic

1 — the outcrops of the red colored molasse of the Severodvinian stage at the Mikhailovka Village on the right bank of the Belaya River; 2 — the section of the Severodvinian stage near the of Skvorchikha Village along the Yurgabashka River; 3 — the section of the Urzhumian stage at the northern outskirts of the Verkhotor Village on Alatkia Stream.

коричневато-красными и буровато-коричневыми глинами, алевролитами и песчаниками, голубовато-серыми мергелями, серыми, белыми, коричневато-серыми гипсами. Мощность от 19 до 350 м. Шешминский горизонт сложен красноцветными алевролитами, песчаниками, конгломератами, мергелями, реже прослоями известняков. Мощность от нескольких до 550 м. Нижняя граница шешминского горизонта устанавливается по увеличению количества красноцветных пород и уменьшению загипсованности и карбонатности.

Нерасчлененные отложения уфимского яруса описаны в разрезе восточнее с. Верхотор. Здесь зале-

гает мощная толща красноцветных конгломератов, песчаников, алевролитов и мергелей. Конгломераты включают гальки габбро, серпентинита, диабазы, эклогита, халцедона, диорита, известняка, кварцита, гранита. Органических остатков в породах уфимского яруса не обнаружено. Мощность уфимского яруса по р. Тор до 983 м.

Биармийский отдел

Казанский ярус выделяется условно. Нижняя граница не выражена из-за плохой обнаженности и отсутствия палеонтологических находок, проводится

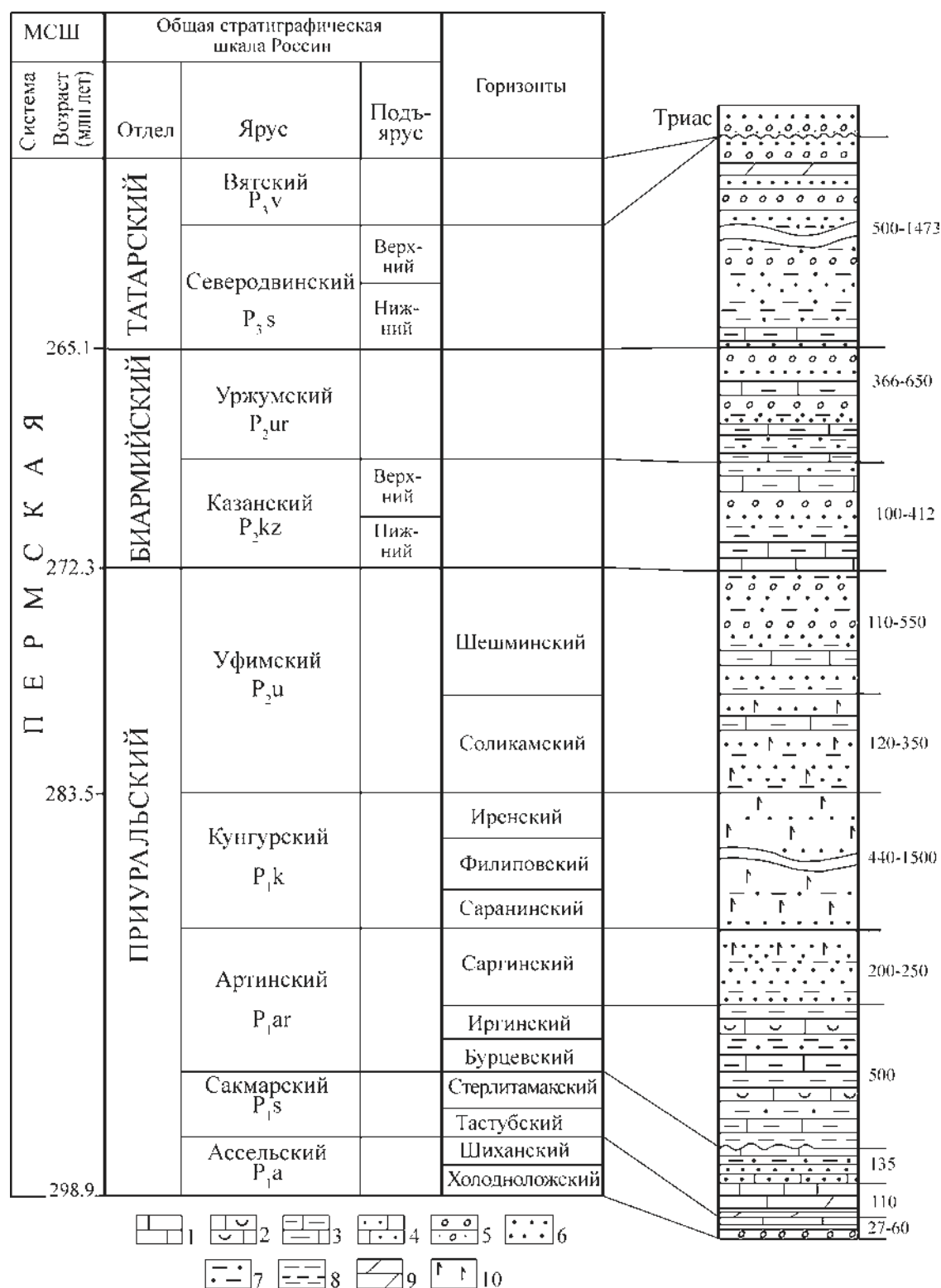


Рис. 2. Сводный стратиграфический разрез пермской системы южной части Ишимбайского района [Шевчун, Клименко, 1996 г.], возраст по Международной стратиграфической шкале (МСШ) [Henderson et al., 2012]

Условные обозначения: 1 известняк, 2 биокластовый известняк, 3 глинистый известняк и мергель, 4 песчаный известняк, 5 крупно и среднегалечный конгломерат, 6 песчаник, 7 алевролит, 8 аргиллит, 9 доломит, 10 гипс.

Fig. 2. Generalized stratigraphic column of the Permian deposits of the southern part of the Ishimbay region [Shevchun, Klimenko, 1996 g.], ages according to the International stratigraphic scale [Henderson et al., 2012]

Legend: 1 limestone, 2 bioclastic packstone and vackestone, 3 clay limestone and marl, 4 sandy limestone, 5 large and medium pebble conglomerate, 6 polymictic sandstone, 7 siltstone, 8 mudstone, 9 dolomite, 10 gypsum.

по смене тонкозернистых терригенно-карбонатных пород более грубозернистыми. Прерывистые выходы пород казанского яруса наблюдаются по правому берегу р. Тор у с. Верхотор. Здесь выше мергельно-песчаной конгломератовой толщи, условно относящейся к уфимскому ярусу, встречаются редкие гальки кремней, выше — элювий тонкоплитчатых зеленовато-серых песчаников. Верхняя часть яруса представлена пестроцветными отложениями мощностью от 0 до 412,5 м.

Уржумский ярус изучен по разрезам р. Тор у с. Верхотор, руч. Аляткия и по р. Юргабашке у д. Скворчихи (см. рис. 1). По Н.М. Кочетковой [1970], подразделяется на два горизонта — нижнеустьинский и сухонский.

Нижнеуржумские отложения хорошо обнажены по правому берегу руч. Аляткия у северо-западной окраины с. Верхотор (рис. 3). Это сероцветные и коричнево-красные мергели, глины, алевролиты, мелкозернистые песчаники и серые известняки. Уржумские отложения охарактеризованы остракодами (определения Н.М. Кочетковой и С.А. Ткачевой): *Darwinuloides tscherdynzevi* Kashevarova, 1958, *D. dobrinkaensis* Kashevarova, 1958, *Paleodarwinula inornatina* (Belousova, 1956), *P. perlonga* (Sharapova in Schneider, 1948), *P. chramovi* (Glebovskaya in Schneider, 1948), *P. teodorovichii* (Belousova, 1963), *P. fragilis angusta* (Schneider, 1948), *P. aff. elongata* (Lunijak in Kashevarova, 1958). В разрезе по руч. Аляткия мощность уржумского яруса составляет 266 м.

Характерные особенности нижней части уржумского яруса следующие: 1) карбонатно-терригенный состав пород, представленных известняками, мергелями, глинистыми алевролитами и мелкозернистыми песчаниками; 2) преобладание сероцветных пород; 3) присутствие песчано-известняково-глинистых прослоев с фауной остракод.

Верхняя часть уржумского яруса изучена в береговых обрывах р. Юргабашки у д. Скворчиха. Здесь в прерывистых обнажениях в нижней части разреза наблюдается мощная конгломерато-песчаная толща с редкими прослоями коричнево-красного мергеля, в верхней части — мергельно-глинисто-песчаная толща с прослоями серого глинистого известняка и алевролита. В алевролитах и известняках Н.М. Кочетковой и С.А. Ткачевой определены остракоды: *Paleodarwinula fragiliformis* (Kashevarova, 1958), *P. fragilis angusta* (Schneider, 1948), *P. teodorovichii* (Belousova, 1963), *P. elegantella* (Belousova, 1963), *P. perlonga* (Sharapova in Schneider, 1948), *P. chramovi* (Glebovskaya in Schneider, 1948), *P. elongata* (Lunijak in Kashevarova, 1958), *P. torensis* (Kotschetkova, 1970), *P. inornatina* (Belousova, 1956), *Prasuchonell nasalis* (Sharapova in Schneider, 1948), *Pr. nasalis arcuata* (Kotschetkova, 1970). В глинисто-песчано-алевритистых породах встречаются обуглившиеся растительные остатки. Мощность толщ до 444 м.

Общая мощность уржумского яруса в Предуральском прогибе составляет до 780–1000 м.



Рис. 3. Обнажение терригенных пород уржумского яруса у северо-западной окраины с. Верхотор по правому склону долины руч. Аляткия. Фото Е.И. Кулагиной

Fig. 3. Exposure of the Urzhumian terrigenous rocks at the northwestern outskirts of the Verkhotor Village on the right bank of the Alatka Stream. Photograph by E.I. Kulagina

Татарский отдел

Татарский отдел представлен нижним, северодвинским ярусом. Вятский ярус на рассматриваемой территории размыт.

Северодвинский ярус залегает согласно на подстилающих отложениях. Нижняя толща, изученная по скважинам, сложена коричневато-красными алевролитами, коричневато-красными и зеленовато-серыми мергелями желвачного типа с прослоями от 0.1 до 2 м мощности светло-серого глинистого известняка. Вскрытая мощность пород достигает 330 м.

Средняя часть северодвинского яруса обнажается по правому берегу р. Белой юго-западнее д. Михайловки (рис. 4). Разрез наращивается от д. Михайловки с севера на юг на протяжении 3 км. В основании разреза залегает пачка известняков (8 м) светло-серых с розоватым оттенком, глинистых, песчано-алевритистых, слабо ожелезненных. Стратиграфически выше наблюдается толща карбонатно-терригенных пород красно-коричневого цвета, сложенная переслаиванием мергелей, доломитов, алевролитов, песчаников, конгломератов.

Песчаники тонкоплитчатые, от тонкозернистых до крупнозернистых, полимиктовые, преобладают зерна кремнистых пород и кварца, в меньшем количестве встречаются зерна серпентинита, эффузивов,

хлорита, полевого шпата, серицитовых сланцев. Цемент глинистый. Слои песчаника имеют мощность от 0.4 до 8.9 м, преобладают слои мощностью до 3 м. Конгломераты средне-крупногалечные с песчаным цементом, они образуют выступающие слои и скальные обнажения (рис. 5). Среди разноцветных галек кремня преобладают зеленые и красноватые разности, реже встречаются гальки белых, желтых и пестрых тонов (рис. 6). Цемент — песчаник среднезернистый с известковым цементом. Гальки конгломератов представлены диоритами пироксен-роговообманковыми, роговообманковыми, андезитовидными, микродиоритами, габбронорит-порфиритами, метабазальтами, серпентинитами, катаклазитами и другими породами. В верхней части толщи из алевролитов получены остракоды *Paleodarwinula* aff. *baschkirica* (Starostina in Belousova, 1963), *Suchonellina* aff. *digitalis* (Mishina, 1961), *Suchonellina inornata* aff. *macra* (Lunijak in Kashevarova, 1958), *Suchonellina futschiki* (Kashevarova, 1958).

В разрезе выделен 151 слой, среди которых отмечено 14 прослоев медистых песчаников и конгломератов от 0.1 до 0.6 м по мощности с содержанием меди от 0.01 до 5.04%. Медистые песчаники зеленовато-серые, среднеплитчатые, от мелко- до крупнозернистых, залегают среди аргиллитов и мергелей красновато-коричневого цвета. Песчаники и конгломераты, несущие медное оруденение, залегают в виде линз,



Рис. 4. Обнажение карбонатно-терригенной толщи северодвинского яруса по правому берегу р. Белой у д. Михайловки (на закате). Фото Е.И. Кулагиной

Fig. 4. The terrigenous-carbonate member of the Severodvinian stage on the right bank of Belaya River near Mikhailovka Village (at the sunset). Photo by E.I. Kulagina



Рис. 5. Скальный выход конгломерата в обнажении северодвинского яруса по правому берегу р. Белой у д. Михайловки. Фото Е.И. Кулагиной

Fig. 5. The rock outcrop of the Severodvinian conglomerate on the right bank of Belaya River near Mikhailovka Village. Photo by E.I. Kulagina



Рис. 6. Конгломерат из северодвинского яруса, д. Михайловка. Масштабный отрезок 17 см. Фото Е.И. Кулагиной

Fig. 6. Conglomerate from the Severodvinian stage near Mikhailovka Village. Scale bar = 17 cm. Photo by E.I. Kulagina

выклиниваясь через первые десятки метров, и промышленного интереса не представляют. Мощность описанного разреза у д. Михайловки составляет 1473 м. Суммарная мощность уржумских и татарских отложений в Предуральском прогибе достигает 1000–3000 м.

Триасовая система

Триасовые отложения с перерывом залегают на породах татарского отдела пермской системы. Древнейшими из мезозойских пород на площади являются континентальные отложения, представленные галечниками, конгломератами и песчаниками. Железистые конгломераты и песчаники нижнего триаса слагают г. Зиргантау и ее отроги на правом берегу р. Белой, где наблюдаются в отдельных выходах по правому берегу р. Зирганки. Конгломераты состоят из гравийно-галечного материала. Размеры галек колеблются от десятых долей до 15–30 см в диаметре. Гальки в основном состоят из серых и розовато-серых слюдистых и бесслюдистых кварцитов, серых и красноватых кварцевых и аркозовых песчаников, белого и желтоватого кварца, серого и черного кремня, кремнистых и слюдистых сланцев, серых окремнелых известняков. Реже встречаются гальки диабазов, роговиков, и совсем редко — гальки яшм.

Характерным является присутствие в конгломератах окатанных и полуокатанных галек красноватых мергелей и аргиллитов татарского яруса. Цемент — глинистый песчаник, окрашенный окислами железа в красно-бурые тона.

Заключение

Верхнепермские континентальные отложения, наблюдаемые в долинах и на водоразделах рек Селеук, Тор, Белая, Тайрук, Юргабашка, представлены мощной толщей пестроцветных континентальных образований. Наибольший интерес представляют обнажения медистых песчаников и конгломератов северодвинского яруса, как пример молассы, формировавшейся на заключительной орогенной стадии развития Уральских гор.

Авторы выражают благодарность М.А. Наумчевой за консультации по систематике пресноводных остракод.

Работа выполнена по теме госзадания 0246-2019-0118.

Список литературы:

Алкснз А.Э., Кочеткова Н.М. Основные типы разрезов уфимского яруса в Башкирском Приуралье // Вопросы геологии восточной окраины Русской платформы и Южного Урала / Под ред. Е.В. Чибриковой. Уфа, 1969. Вып. 9: Стратиграфия и палеонтология. С. 123–133.

Клименко Т.В. Разрез «Селеук» // Козлов В.И., Синицына З.А., Кулагина Е.И., Пазухин В.Н., Пучков В.Н., Кочеткова Н.М., Абрамова А.Н., Клименко Т.В., Сергеева Н.Д. Путеводитель геологической экскурсии по разрезам палеозоя и верхнего докембрия западного склона Южного Урала и Приуралья / РАН, Уфимский научный центр, Институт геологии. Миасс: Геотур, 1995. С. 102–111.

Котляр Г.В., Голубев В.К., Силантьев В.В. Общая стратиграфическая шкала пермской системы: современное состояние // 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. 187–195.

Котляр Г.В., Коссовая О.Л., Амон Э.О., Голубев В.К., Коновалова М.В., Ошуркова М.В. Пермская система // Зональная стратиграфия фанерозоя России / Под ред. Т.Н. Корень. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. С. 91–102.

Кочеткова Н.М. Стратиграфия и остракоды верхнепермских отложений южных районов Башкирии и прилегающих частей Оренбургской области. М.: Недра, 1970. 131 с.

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

Наумчева М.А. История изучения позднепермских и раннетриасовых пресноводных остракод Восточно-Европейской платформы // Бюл. МОИП. Отд. Геол. 2017. Т. 92, Вып. 1. С. 21–37.

Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 36. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 63 с.

Пучков В.Н. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: Даурия, 2000. 146 с.

Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург, 1993. 51 схема.

Henderson C.M., Davydov V.I., Wardlaw B.R., Gradstein F.M., Hammer O. The Permian Period // The Geologic Time Scale. 2012. Vol. 1. 2. P. 653–679.

УДК 551.76/.77(470.57)

ОТЛОЖЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ СОБЫТИЯ МЕЗОЗОЯ И КАЙНОЗОЯ; СОВРЕМЕННЫЕ ОПАСНЫЕ ЭКЗОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ ГЕОПАРКА «ТОРАТАУ» (ЮЖНОЕ ПРЕДУРАЛЬЕ, РОССИЯ)

© 2020 г. Г.А. Данукалова^{1,2}, Е.М. Осипова¹¹ *Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН*² *Казанский Федеральный университет*

Реферат. В Республике Башкортостан в стадии становления находится геопарк «Торатау», который расположится на территории Гафурийского, Ишимбайского и Стерлитамакского районов. Большая часть площади геопарка будет приурочена к Предуральскому прогибу и частично к западному склону Южного Урала (топографический лист N 40 XXI). Мезозой представлен небольшими площадями морских отложений верхнего мела, выходы континентального триаса известны севернее и южнее характеризуемой площади. Кайнозойские отложения представлены породами палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. К палеогену отнесены континентальные верхнеэоценовые отложения; к неогену континентальные миоценовые и плиоценовые осадки, а четверть представлен более широко морскими палеоплейстоценовыми, континентальными эоплейстоценовыми, неоплейстоценовыми, а также голоценовыми образованиями, формирующими палеогидрографические долины реки Белой и ее притоков. Анализ состояния изученности мезо кайнозойских отложений показывает слабую их охарактеризованность на современном уровне и подчеркивает необходимость доизучения как при государственной геологической съемке листа N 40 XXI в масштабе 1:200 000, осуществляющейся в настоящее время, так и при создании геопарка «Торатау». Такие работы необходимы для понимания развития территории, как в прошлом, так и в ближайшем будущем, для предотвращения развития опасных экзогенных геологических процессов, а также для сохранения геологического наследия, что и является основной задачей геопарков.

Ключевые слова: Южное Предуралье, мезозой, кайнозой, стратиграфия, геопарк «Торатау»

DEPOSITS AND MAIN EVENTS OF THE MESOZOIC AND CENOZOIC; MODERN GEOHAZARDS ON THE “TORATAU” GEOPARK TERRITORY (SOUTHERN FORE-URALS, RUSSIA)

© 2020 G.A. Danukalova^{1,2}, E.M. Osipova¹¹ *Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences*² *Kazan Federal University*

Abstract. The “Toratau” Geopark, which is located on the territory of the Gafuri, Ishimbay and Sterlitamak regions of the Republic of Bashkortostan, is in its infancy. Most of the geopark area will be confined to the Fore Ural foredeep and partially to the western slope of the Southern Urals. The Mesozoic is represented by small areas of marine deposits of the Upper Cretaceous; the outcrops of the continental Triassic are known north and south of the characterized territory. Cenozoic sediments are represented by rocks of the Paleogene, Neogene and Quaternary systems. Continental Upper Eocene sediments are attributed to the Paleogene; the Neogene is represented by continental Miocene and Pliocene deposits, and the Quaternary is represented more widely by marine Palaeopleistocene, continental Eopleistocene, Neopleistocene, and also Holocene formations, forming palaeohydrographic valleys of Belaya river and its tributaries. An analysis of the state of study of the Mesozoic and Cenozoic deposits of the territory shows their weak characterization at the modern level and emphasizes the need for their further study as a part of the state geological survey of sheet N 40 XXI at a scale of 1:200000, currently carried out, and the emerging “Toratau” Geopark. Such work is necessary to understand the development of the territory both in the past and in the near future, to prevent a development of dangerous exogenous geological processes, as well as to preserve the geological heritage, which is the main task of geoparks.

Key words: Southern Fore Urals, Mesozoic, Cenozoic, stratigraphy, geopark “Toratau”

Введение

Отложения мезозоя и кайнозоя известны на территории геопарка «Торатау» (лист N-40-XXI), охватывающей южную часть Гафурийского, Ишимбайский и частично Стерлитамакский районы Республики Башкортостан, по результатам тематических геологических работ [Вахрушев, 1938, 1940; Яхимович, 1958] и материалам геологических съемок [Богданов, 1950; Синецын, Синецына, 1962; и др.] (рис. 1, табл. 1).

В Предуралье и на Южном Урале постоянно происходит подъем территории в результате тектонических движений [Puchkov, Danukalova, 2009], который приводит к активизации эрозионного (речного) размыва, сопровождающегося переносом и накоплением осадков по берегам и в устьевой части рек, склоновых процессов (водно-склоновых, гравитационных) в горах и на возвышенностях, карстового и суффозионного процессов. Действие геологических процессов со временем разрушает целостность распространения отложений (особенно в предгорьях). В результате в настоящее время наблюдается фрагментарность отложений, что затрудняет установление полных объемов некоторых стратиграфических подразделений, но и тем самым увеличивает ценность каждого местонахождения морских осадков мела и палеоплейстоцена или континентальных образований палеогена, миоцена и неоплейстоцена.

1. Характеристика отложений мезозоя и условия их накопления

Мезозой, или мезозойская эратема, мезозойская эра — это среднее подразделение фанерозоя. Нижняя возрастная граница проводится на рубеже 252.17 млн лет, верхняя — 66 млн лет. Подразделяется на триасовую (триас), юрскую (юра) и меловую (мел) системы (периоды) [Стратиграфический..., 2019].

На характеризуемой территории мезозой представлен верхним отделом меловой системы и распространен в виде небольших полей, сохранившихся от размыва в эрозионных или эрозионно-тектонических впадинах около населенных пунктов Инзелга, Кутлугуза, Бердышла и др., где с разрывом залегает на отложениях нижней перми (рис. 2).

Мел, или меловая система (период) — хроностратиграфическое подразделение мезозоя. Нижняя возрастная граница — 145.0 млн лет, верхняя — 66.0 млн лет. Нижний отдел (эпоха) мела подразделяется на (снизу вверх) берриасский, валанжинский, готеривский, барремский, аптский и альбский ярусы; верхняя — на сеноманский, туронский, коньякский, сантонский, кампанский и маастрихтский ярусы [Стратиграфический..., 2019] (см. табл. 1).

В меловых отложениях на территории исследований выделяют сантонский, кампанский и маастрихтский ярусы [Вахрушев, 1940].

Отложения, сопоставляемые с сантоном, представлены песчаниками зеленовато-серыми глауконитовыми кварцевыми, песками кварцевыми, глинами зелеными, конгломератами мелкогалечными. В наиболее полном разрезе у д. Кутлугуза, по данным Г.В. Вахрушева [1940], обнажаются сверху вниз следующие породы:

	Мощность
1. Конгломерат и песчаник кремнистый с <i>Belemnitella</i> cf. <i>mucronata</i> (von Schlotheim, 1813).....	не устан.
2. Песчаник зеленовато серый глауконитово кремнистый слабо сцементированный с <i>Oxytoma tenuicostata</i> (Roemer, 1841), <i>Aviculopecten</i> sp., <i>Belemnitella</i> sp., <i>Actinocamax verus</i> Miller, 1823, <i>Placoscyphia grandis</i> Sinz., позвонки <i>Elasmosaurus</i> sp.....	8 м
3. Песчаник зеленый глауконитово глинистый слабо сцементированный.....	до 1.7 м
4. Конгломерат зеленовато серый слабо сцементированный, состоит из окатанных галек кварца, кремня и сливных песчаников, сцементированных песчано глинистым зеленым цементом.....	до 3 м
5. Глина серая и песчаник ожелезненный.....	не устан.

Восточнее разреза «Кутлугузино» количество крупнообломочного материала возрастает, песчаники постепенно замещаются конгломератами крупногалечными, а западнее разреза размерность материала уменьшается, конгломераты становятся мелкогалечными, а песчаники замещаются глинами, мергелями и опоками.

Фауна двустворчатых и головоногих моллюсков, по мнению Г.В. Вахрушева [1940], указывает на поздне меловой возраст вмещающих пород и их формирование в морских условиях. Общая мощность пород достигает 30 м.

Отложения, которые могут быть отнесены к кампану, известны в бассейне р. Тайрюк, по правобережью р. Селеук, на водоразделе рек Зирган и Усолка, по левобережью р. Белая.

Отложения по правобережью р. Белая характеризуют морскую прибрежную мелководную крупно-размерную фацию, на левобережье р. Белой в разрезах кампана присутствуют глубоководные осадки.

Прибрежная фация кампана хорошо представлена в разрезе «Кутлугузино», где сверху вниз залегают:

	Мощность
1. Песок зеленый глинистый, глауконитовый с прослоями глины песчанистой зеленой и зеленовато серой.....	6 м
2. Песчаник зеленовато серый и желтовато зеленый слабо сцементированный с прослоями песка глинистого и глины песчанистой такого же цвета. В песчанике присутствуют <i>Belemnitella</i> cf. <i>mucronata</i> (von Schlotheim, 1813).....	11 м

3. Песчаник зеленовато серый, слабо сцементированный с кварцевыми гальками и фрагментами кусков глины белой.....3 м

4. Песчаник зеленовато серый кремнистый слоистый с про слоями конгломерата серого. В конгломерате присутствуют фрагменты губок *Siphonia* sp.....1 м

Отложения, сопоставляемые с маастрихтом, известны в некоторых пунктах характеризуемой территории на левом берегу р. Белая около деревень Бишкаин и Ефремино, где породы представлены белым мелом (мощность до 6 м), более мергельным в нижней части с галечками фосфорита глинистого, с *Belemnitella lanceolata* (v. Schlotheim, 1813).

Состав отложений и присутствие в породах глинистых примесей говорит об удаленности этой территории от берега моря в маастрихте.

Южнее и севернее характеризуемой территории известны красновато-коричневоцветные континентальные отложения нижнего триаса на горах Маны, Бака, Манус, Бугульчан, Зиргантау, Курбантау и др. [Сатаев и др., 2002].

2. Характеристика отложений кайнозоя и условия их накопления

Кайнозой, или кайнозойская эратема, кайнозойская эра — это верхнее подразделение фанерозоя. Начался 65 млн лет назад, продолжается в настоящее время. Подразделяется на палеогеновую (палеоген), неогеновую (неоген) и четвертичную (квартер) системы (периоды) [Стратиграфический..., 2019] (см. табл. 1).

В пределах листа N-40-XXI кайнозойские отложения представлены породами всех систем. К палеогену отнесены континентальные верхнеэоценовые отложения; к неогену — миоценовые и плиоценовые континентальные отложения, к квартеру — палеоплейстоценовые, эоплейстоценовые и неоплейстоценовые, а также голоценовые образования.

2.1. Палеогеновая система

Палеоген, или палеогеновая система (период) имеет нижнюю возрастную границу на уровне 66 млн лет, верхнюю — 23.03 млн лет. Палеоген делится на три отдела (эпохи): нижний — палеоцен, средний — эоцен и верхний — олигоцен. На территории геопарка «Торатау» отложения палеогена представлены фрагментарно. В среднем – верхнем палеоцене в Предуралье был морской залив, где накапливались глинисто-кремнистые осадки — опоки с желваками фосфорита, зеленовато-серые глины, глауконитовые пески и галечники. Осадки нижнего эоцена и низов среднего эоцена имеют морское происхождение; отложения большей части среднего эоцена и олигоцена — континентальные. Осадки представлены озерными белыми и светло-серыми кварцевыми песками с линзами и прослоями галечников [Данукалова, Шалагинов, 2002б; Данукалова, 2009].

На правобережье р. Белой в предгорной части обнажаются палеогеновые отложения около деревень Кинзебулатово, Байгузино,

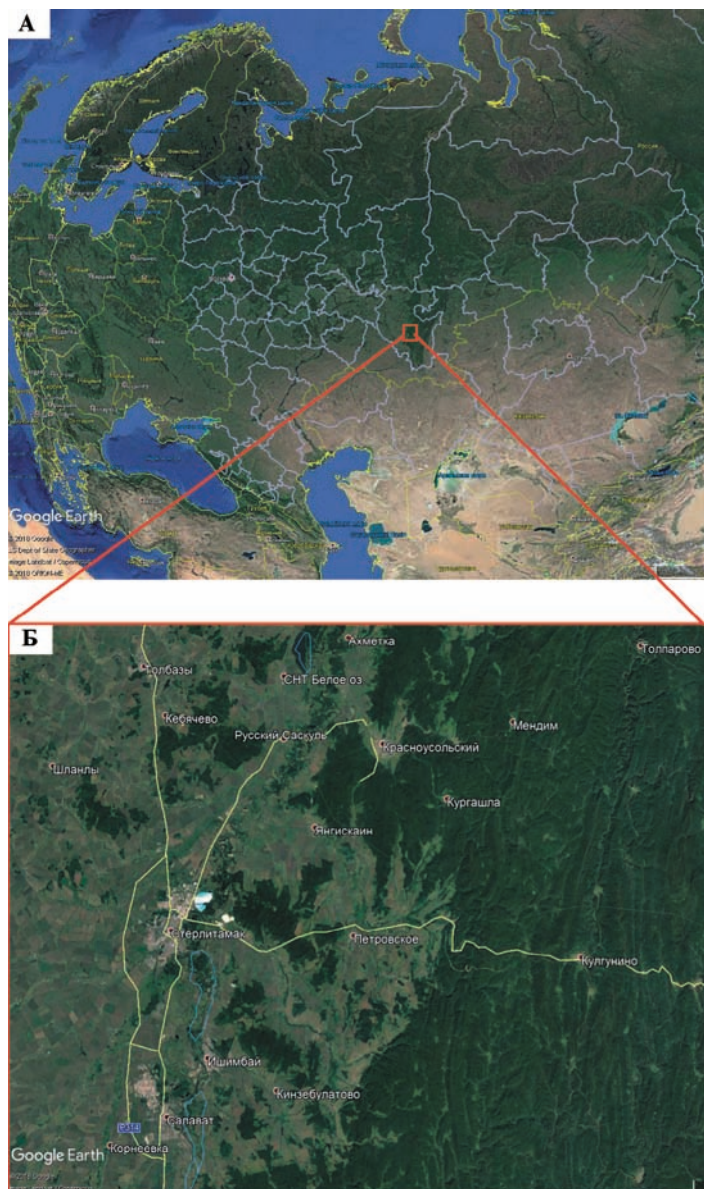


Рис. 1. (А, Б) Обзорная карта-схема характеризуемой территории (геопарк «Торатау») (Google Earth), прямоугольник показывает расположение характеризуемой территории

Fig. 1. (A, B) A General Map showing the characterized area (Geopark «Toratau») (Google Earth), rectangle indicates location of the geopark

Таблица 1

Стратиграфическое подразделение мезозойской и кайнозойской эратем
[Данукалова, 2009; Данукалова и др., 2013; Стратиграфический..., 2019]

Table 1

The stratigraphic subdivision of the Mesozoic and Cenozoic
[Danukalova, 2009; Danukalova et al., 2013; Stratigraphic..., 2019]

Эонотема	Эратема	Система	Отдел	Подотдел	Ярус	Нижняя граница, возраст, млн. лет	Основные глобальные события, млн. лет	Основные условия, в которых накапливались осадки в Южном Предуралье
Фанерозойская	Кайнозойская	Четвертичная*	Голоцен*			0,01		Континентальные условия. Реки.
			Плейстоцен*	Неоплейстоцен		0,8	0,1 Человек разумный	
				Эоплейстоцен	Калабрийский	1,8		Морской залив. Континентальные условия. Реки.
				Палео плейстоцен	Гелазский	2,58	2,5 Первые люди и орудия. Континентальные оледенения в северном полушарии	
		Неогеновая*	Плиоцен*	Верхний	Пьяченцкий	3,6		Континентальные условия. Реки.
				Нижний	Занклский	5,33	4,2 Первые австралопитеки.	
			Миоцен*	Верхний	Мессинский	7,246	Осушение Средиземного моря	Континентальные условия
					Тортонский	11,62		
				Средний*	Серравальский	13,82		Континентальные условия. Озера.
					Лангийский	15,98		
				Нижний*	Бурдигальский	20,44	Эпоха углеобразования.	Континентальные условия
					Аквитанский	23,03	Раскрытие Красного моря	
			Палеогеновая*	Олигоцен	Верхний	Хаттский	28,1	Разделение Австралии и Антарктиды. Появление и расцвет беззубых птиц.
		Нижний			Рюпельский	33,9		
		Эоцен*		Верхний*	Приабонский	38,0		
				Средний	Бартонский	41,3		
					Лютетский	47,8		
		Нижний		Ипрский	56,0	Широкое распространение млекопитающих.	Морской залив.	
				Верхний	Танетский			59,2
				Средний	Зеландский			61,6
		Палеоцен		Нижний	Датский	66,0		
			Верхний*	Маастрихтский*		72,1	66 Мел палеогеновое вымирание. Раскрытие Тасманова моря. 100 85 Соединение Северной и Южной Атлантики. Раскрытие Северной Атлантики. Первые плацентарные млекопитающие. Разнообразные цветковые. Раскрытие Южной Атлантики. Разделение Индии, Мадагаскара, Африки, Антарктиды.	Морской залив. Отложения отсутствуют вследствие размыва
	Кампанский*			83,6				
	Сантонский*			86,3				
	Коньякский			89,8				
	Туронский			93,6				
	Сеноманский			100,5				
	Нижний	Альбский		113,0				
		Аптский		125,0				
		Барремский		129,4				
		Готеривский		132,9				
		Валанжинский		139,8				
		Берриасский		145,0				

Примечание: * подразделения, выделенные на характеризующей территории.

Notes: * units which were recognized on the characterized territory.

Ромадановка и др. (рис. 3). Г.В. Вахрушев [1940] и В.Л. Яхимович [1958] относят к эоцену белые и светло-серые пески, песчаники, кварцито-песчаники и галечники. Пески мелко- и среднезернистые параллельно- и косослоистые. Пески и песчаники с охристы-

ми пятнами и разводами, состоят большей частью из окатанных и полуокатанных зерен кварца диаметром до 0.5 мм, реже встречаются более грубозернистые разности, переходящие в галечники и гравий. Песчаники залегают среди песков в виде каравасобразных

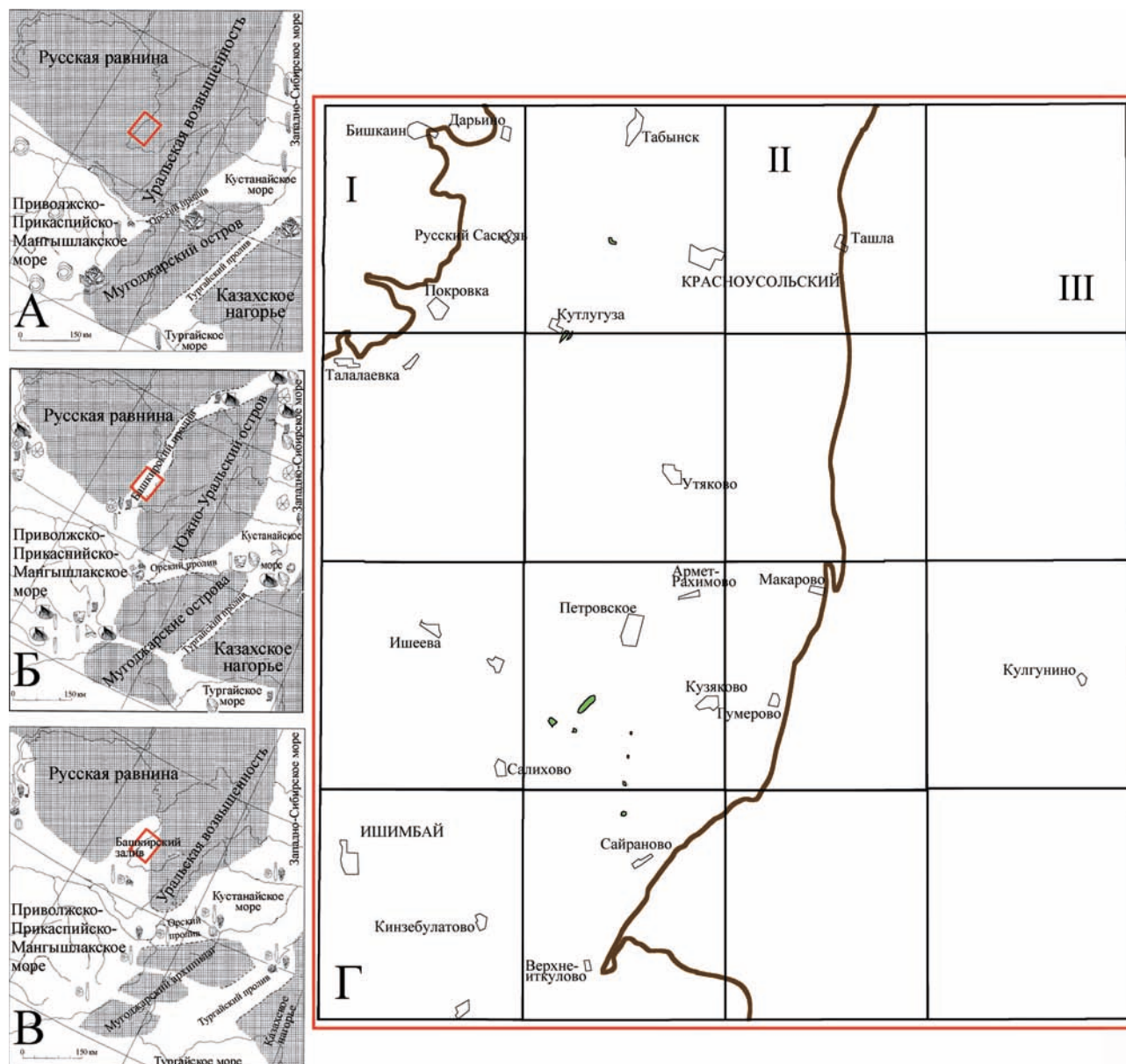


Рис. 2. Палеогеографическая обстановка в позднем мелу на территории Южноуральского региона и современное распространение отложений верхнего мела согласно геологической карте листа N-40-XXI [Синицын, Синицына, 1962]

Условные обозначения. I III структурно-фациальные зоны (схема Г, зоны разделены линиями коричневого цвета): I юго-восток Восточно-Европейской платформы; II Предуральская; III Уральская. Палеогеографическая обстановка в Южноуральском регионе в позднем мелу: А – сеноман туронское время (100.5–89.9 млн лет); Б – сanton кампанское время (86.3–72.1 млн лет); В – маастрихтский век (72.1–66.0 млн лет); Г – участки развития верхнемеловых морских отложений показаны зеленым цветом. А–В по [Беньямовский и др., 2006б]; красный прямоугольник показывает положение обсуждаемой территории на схемах А–В.

Fig. 2. Palaeogeographic situation during the Late Cretaceous on the territory of the Southern Urals region and the modern distribution of the Upper Cretaceous deposits according to the geological map of sheet N-40-XXI [Sinitsyn, Sinitsyna, 1962]

Legend. I–III structural and facies zones ("Г" scheme, zones are subdivided by brown lines): I – southeast of the East European platform; II – Fore Urals; III – Urals. Palaeogeographic situation in the Southern Urals region during: А – the Cenomanian Turonian periods (100.5–89.9 Ma) of the Late Cretaceous; Б – the Santonian Campanian periods (86.3–72.1 Ma) of the Late Cretaceous; В – the Maastrichtian period (72.1–66.0 Ma) of the Late Cretaceous; Г – areas of the Upper Cretaceous marine sediments distribution are indicated by green colour. А–В according to [Benyamovsky et al., 2006b]; the red rectangle shows the position of the territory under discussion on schemes А–В.

конкреций. Песчаники и кварцито-песчаники содержат обломки древесины и отпечатки листьев.

А.П. Тяжевой [1937] в песчаниках (мощность до 20 м) у д. Байгузино найдены отпечатки листьев, среди которых А.Н. Криштофович определил формы, близкие к палеогеновым родам подбел (*Andromeda*) и *Dewalquea* (возможно, относящаяся к семейству Araliaceae). Подобные пески и кварцито-песчаники с фрагментами древесины, встречены в окрестностях населенных пунктов Инзелга, Табынское, Кутлугуза и других, где они залегают на различных по возрасту отложениях.

При размыве этой толщи рыхлый материал выносится, а на месте остаются глыбы сливных песчанников и конгломератов с характерными неровными поверхностями. В предгорной части Южного Урала описываемые отложения, по-видимому, были широко распространены, т.к. отдельные островки и глыбы сливных песчанников и конгломератов встречены вдоль всего западного склона. Общий облик пород, наличие косой слоистости и остатков наземных растений свидетельствует о накоплении их в континентальных пресноводных озерных бассейнах [Вахрушев, 1940].

Наиболее полный разрез эоцена описан в Ромадановском овраге на правом берегу р. Каргышлы (бассейн р. Тор и р. Белая). Отложения представлены толщей глин, песков, песчанников, галечников и конгломератов. Эта толща перекрывается миоценовыми образованиями. Глины и пески, формирующие эту толщу, окрашены в светлые тона — белые, светло-серые, коричневатые-серые. Пески состоят из плохо окатанных зерен кварца и, реже, кремня, для них характерна плохая сортировка, глинистость, присутствие лимонитовых конкреций. Мощность описанных отложений до 20 м. В железистых конкрециях среди песков и конгломератов найдены фрагменты кремневой древесины, отпечатки листьев бука (*Fagus*), рдеста (*Potamogeton*) и двудольных (*Dicotyledoneae*). Условия формирования этой толщи были такими же, как и предыдущих эоценовых образований — озерные водоемы.

2.2. Неогеновая система

Неогеновые отложения развиты во многих пунктах западной половины территории листа. Они подразделяются на миоцен и плиоцен [Данукалова, Шалагинов, 2002а; Невеская и др., 2004; Данукалова, 2012, 2016; Данукалова и др., 2016] (см. табл. 1).

Миоцен. Миоценовые отложения залегают на палеогеновых с постепенным переходом, местами наблюдается небольшой размыв. В большинстве пунктов миоцен трансгрессивно залегает на закарстованной поверхности кунгура (рис. 4). В основании

миоцена находятся озерные образования тюльганского горизонта Предуралья надгоризонта. В карьерах близ населенных пунктов Байгузино и Талалаевка тюльганский горизонт представлен песками белыми и светло-серыми мелкозернистыми, песчаниками и светло-серыми алевролитами с галечниками в основании. В верхней части горизонта встречаются прослои глин вязких, песчаных и углистых, а также прослои бурого угля. Мощность тюльганского горизонта до 10 м. В нижнем миоцене выше тюльганского выделены угленосные куюргазинский и ворошиловский горизонты, представленные глинами с прослоями бурого угля, песками и галечниками, а в среднем миоцене — ушкатлинский горизонт.

У д. Кутлугузино в стенках карьера обнажаются снизу вверх:

Мощность

1. Пески белые кварцевые мелкозернистые косослоистые слабо ожеженные 15 м
2. Галечник из кварцевых и кремневых полуокатанных галек (длина до 5 см), залегает линзообразно 0.25 м
3. Глины пестроокрашенные слабо песчаные с углистыми прослоями 18.8 м

Пески и галечник относятся к тюльганской свите, а глины пестроокрашенные, вероятно, относятся к ушкатлинскому горизонту. Общая мощность миоцена здесь около 34 м.

В районе населенных пунктов Талалаевка, Ромадановка и Байгузино к песчано-глинистой толще приурочены пласты бурых углей куюргазинской и ворошиловской свит, залегающие на абсолютных отметках 260–280 м [Яхимович, Адрианова, 1959].

Месторождение бурых углей и огнеупорных глин Талалаевское расположено на левом берегу р. Мессельки севернее с. Талалаевка. Континентальные миоценовые образования залегают на неровной поверхности гипсово-ангидритовой толщи кунгура (нижняя пермь), а местами под ними залегают морские глауконитовые глины и пески верхнего мела. Миоценовые образования начинаются толщей белых кварцевых песков тюльганской свиты, выше лежат бурые угли куюргазинской свиты (мощность тюльганской и куюргазинской свит 75 м). Выше залегает ворошиловская свита, представленная песками, галечниками и глинисто-углистыми образованиями (мощность до 105 м). Выше находятся плиоценовые континентальные отложения и морские отложения нижнего квартала (акчагыл). Мощность плиоцена до 35 м. Бурые угли интенсивно разрабатывались в 1948–1953 гг. [Яхимович, Адрианова, 1959].

Байгузинское месторождение бурых углей, формовочных песков и белых глин расположено в верховье ручья Беркуле (приток р. Тайрюк) около д. Байгузино и было известно в начале 20 века, хотя первые

сведения о нем были опубликованы Г.В. Вахрушевым в 1932 г. Разрез миоцена начинается с белых кварцевых песков с конкрециями сливных песчаников тюльганской свиты, выше (на глубинах около 35–36 м) зале-

гают бурые угли и глины куюргазинской свиты. Общая мощность отложений около 15 м. В песчаниках А.П. Тяжевой найдены отпечатки листьев *Andromeda* и *Dewalquea* (определение А.Н. Криштофовича),



Рис. 3. Палеогеографическая обстановка в палеогене на территории Южноуральского региона и современное распространение отложений палеогена согласно геологической карте листа N-40-XXI [Синицын, Синицына, 1962]

Условные обозначения. I–III структурно-фациальные зоны (схема Г, зоны разделены линиями коричневого цвета): I – юго-восток Восточно-Европейской платформы; II – Предуральская; III – Уральская. А – палеогеографическая обстановка в Южноуральском регионе во время палеоценовой эпохи раннего палеогена; Б – палеогеографическая обстановка в Южноуральском регионе во время раннеэоценовой эпохи среднего палеогена; В – палеогеографическая обстановка в Южноуральском регионе во время среднепалеоценовой эпохи среднего палеогена; Г – участки развития палеогеновых озерных отложений показаны желтым цветом. А–В – по [Беньямовский и др., 2006а]; красный прямоугольник показывает положение обсуждаемой территории на схемах А–В.

Fig. 3. Palaeogeographic situation during the Paleogene on the territory of the Southern Urals region and the modern distribution of the Paleogene deposits according to the geological map of sheet N-40-XXI [Sinitsyn, Sinitsyna, 1962]

Legend. I–III structural and facies zones ("Г" scheme, zones are subdivided by brown lines): I – southeast of the East European platform; II – Fore Urals; III – Urals. Palaeogeographic situation in the Southern Urals region during: A – the Paleocene of the Early Paleogene; B – the Early Eocene of the Middle Paleogene; V – the Middle Late Eocene of the Middle Paleogene; Г – areas of the Upper Paleogene lacustrine sediments distribution are indicated by yellow colour. A–B – according to [Benyamovsky et al., 2006a]; the red rectangle shows the position of the territory under discussion on schemes A–B.

в глинах П.Н. Клюквиным [1938ф] собраны отпечатки растений, которые А.Н. Криштофович определил как *Taxodium distichum miocenicum* Heer, 1859, *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Unger, 1850, *Populus balsamoides* (Goepfert) Heer, 1859, *Myrica* (*Comptonia*) *vindobonensis* (Ettings) Heer, 1859, *Fagus* sp. и отнес их к бурдигальскому ярусу нижнего миоцена.

Ромадановское месторождение бурых углей расположено на правом берегу р. Каргышлы (правый приток р. Тор) в окрестностях с. Ромадановка. Миоце-

новые образования залегают во впадине и изучены по скважинам. Уголь вскрыт на глубине 23.9 м, мощность его составляет 1.8 м. Угленосные отложения залегают на коричневатых глинах с конкрециями сидерита и белых кварцевых песках с конкрециями железистого песчаника, в которых А.Н. Криштофович определил *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Unger, 1850, *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer, 1878, *Carpinus grandis* Unger, 1876, *Castanea kubinyi* Kováts, 1951, *Platanus aceroides* Goepfert, 1855, *Taxodium distichum*

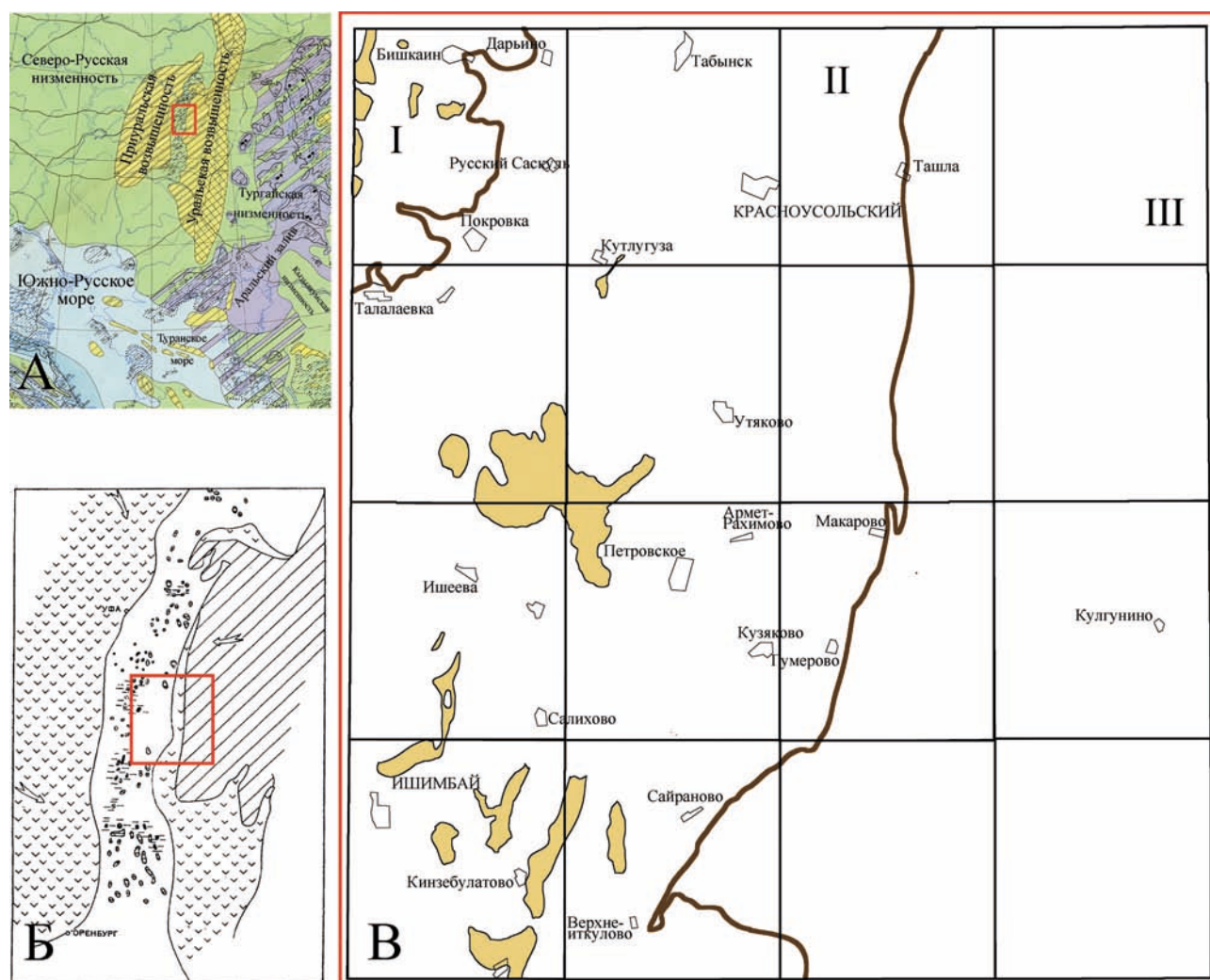


Рис. 4. Палеогеографическая обстановка в раннем неогене (миоцен) на территории Южноуральского региона и современное распространение отложений миоцена согласно геологической карте листа N-40-XXI [Синицын, Синицына, 1962]
 Условные обозначения. I III структурно-фациальные зоны (схема В, зоны разделены линиями коричневого цвета): I юго-восток Восточно-Европейской платформы; II Предуральская; III Уральская. Палеогеографическая обстановка на юго-востоке Восточно-Европейской платформы и Южном Урале во время: А раннемиоценовой, начале среднемиоценовой эпох раннего неогена [Виноградов, 1967]; Б раннемиоценовой эпохи раннего неогена [Якимович и др., 1970]; В участки развития миоценовых озерно-аллювиальных отложений показаны желтым цветом. Красный прямоугольник показывает положение обсуждаемой территории на схемах А, Б.

Fig. 4. Palaeogeographic situation during the Early Neogene (Miocene) on the territory of the Southern Urals region and the modern distribution of the Miocene deposits according to the geological map of sheet N-40-XXI [Sinitsyn, Sinitsyna, 1962]
 Legend. I III structural and facies zones ("B" scheme, zones are subdivided by brown lines): I southeast of the East European platform; II Fore Urals; III Urals. Palaeogeographic situation in the Southern Urals region during: A the Early Miocene, beginning of the Middle Miocene of the Early Neogene [Vinogradov, 1967]; B the Early Miocene of the Early Neogene [Yakhemovich et al., 1970]; V areas of the Miocene lacustrine fluvial sediments distribution are indicated by yellow colour. The red rectangle shows the position of the territory under discussion on schemes A, B.

miocenicum Heer, 1859, *Fagus* sp., *Potamogeton* sp. Пески были сопоставлены с нижним миоценом [Яхимович, Адрианова, 1959].

Во многих пунктах известны выходы белых кварцевых песков и огнеупорных белых глин тюльганской свиты (Кутлугузинское, Урман-Бишкадакское, Байгузинское, Ишеевское, Кинзебулатовское, Бердышлинское, Ромадановское, Ново-Николаевское и другие месторождения). Огнеупорные белые глины залегают в виде линз в толще белых песков (тюльганская свита); подстилающими могут быть морские осадки верхнего мела, палеогена или пермские отложения [Яхимович, Адрианова, 1959].

Плиоцен. Плиоценовые отложения представлены снизу мощной толщей кинельского надгоризонта, выполняющей погребенные глубоко врезаемые речные долины. Разрезы надгоризонта вскрыты скважинами, пробуренными в долине р. Белой у д. Белое озеро, к югу и востоку от д. Талалаевка и в других пунктах. В основании этой свиты залегают аллювиальные галечники (более 5 м), состоящие из гальки кварцевого и кремневого состава с песчаным заполнителем (чебеньковский горизонт). Выше галечников располагается мощная толща озерных отложений, представленных глинами коричневато-серыми, темно-серыми и зеленовато-серыми тонкослоистыми (ленточными) (карламанский и кумурлинский горизонты). В глинах встречаются вкрапления и бобовины вивианита, растительные остатки, крупные раковины *Unio* и мелкие пресноводные гастроподы. В скважинах, пробуренных к югу от д. Талалаевка, среди глин встречаются прослойки песков мощностью до 8 м и горизонт погребенной почвы мощностью 0.5 м. Общая мощность этой толщи достигает 135 м [Яхимович, Адрианова, 1959].

2.3. Четвертичная система

Квартер, или четвертичная система (период) — подразделение кайнозоя. Нижняя возрастная граница — 2.6 млн лет, длится по настоящее время. Делится на 2 отдела (эпохи): нижний — плейстоцен и верхний — голоцен. Плейстоцен подразделяется на три раздела (подотдела): палеоплейстоцен, эоплейстоцен (теплые климатические этапы) и неоплейстоцен (более холодный), делящиеся на звенья и климатолиты (горизонты) [Стратиграфический..., 2019].

Четвертичные отложения характеризуемой территории описаны в сводных работах Г.В. Вахрушева [1938], В.Л. Яхимович [1958].

К низам квартера относятся отложения палеоплейстоцена и эоплейстоцена.

На поверхность отложения палеоплейстоцена выходят у населенных пунктов Талалаевка, Николо-Хуторянк, Чувашские Кармалы, Бишкаин, где пред-

ставлены песчаниками желтовато-серыми известково-глинистыми мелкозернистыми, конгломератами известковистыми, глинами песчанистыми серыми с зеленоватым оттенком и песками разнотернистыми с линзами галечника (рис. 5).

По данным А.П. Тяжевой [1937], Г.А. Данукаловой [1996], в отложениях палеоплейстоцена у д.д. Николо-Хуторянк и Талалаевка обнаружены морские двусторчатые моллюски *Aktschagylia subcaspia* (Andrussov, 1902), *Aktschagylia ossoskovi* (Andrussov, 1902), *Cerastoderma pseudoedule* (Andrussov, 1902), *Dreissena* sp. Эти отложения представляют собой осадки максимальной ингрессии Акчагыльского моря, мощностью до 15 м [Яхимович и др., 1970; Данукалова, 1996, 2015а, б].

Отложения эоплейстоцена представлены в континентальных фациях, практически не охарактеризованы и нуждаются в доизучении.

Отложения неоплейстоцена развиты главным образом в долинах рек в аллювиальных субфациях (русловая, старичная, пойменная), где слагают I, II, III надпойменные террасы бассейна р. Белой и ее основных притоков [Данукалова, 2010] (рис. 6–9, табл. 2). На остальной территории они представлены склоновыми образованиями — продуктами разрушения коренных пород возвышенностей, локально встречаются субтерральные образования (в пещерах).

IV надпойменная терраса в рельефе не выражена. К аллювиальным осадкам, слагающим IV террасу, условно отнесены галечники, сохранившиеся в переглубленных частях речных долин или в виде скоплений на очень узких уступах, поднимающихся на 40–50 м над уровнем рек.

Аллювиальные отложения III надпойменной террасы в пределах характеризуемой территории плохо обнажены и очень редко могут быть выделены в обрывистых берегах рек, а также на пологих склонах междуречий (рис. 6). Иногда (р. Усолка и др.) третья и вторая надпойменные террасы срезаны под один уровень. На правом берегу р. Усолки между с. Табынск и пос. Красноусольский разрез III надпойменной террасы, по данным В.Л. Яхимович [1958], следующий (сверху вниз):

Мощность

1. Суглинок черный (почва черноземная).....до 0.3 м
2. Суглинок буровато коричневого.....0.7 м
3. Суглинок лессовидный желто бурый с раковинами наземных и пресноводных моллюсков: *Succinella oblonga* (Draparnaud, 1801), *Vallonia pulchella* (O.F. Müller, 1774), *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758), *Lymnaea palustris* (O.F. Müller, 1774), *Paraspira spirorbis* (Linnaeus, 1758)....1 м
4. Погребенная почва0.6 м
5. Суглинок желто бурый с неясной горизонтальной слоистостью.....до 5 м

6. Песок темно серый мелко или среднезернистый с прослоями суглинка до 0.2 м

7. Суглинок серый с прослоями песка и стяжениями гидроокислов железа до 2.3 м

8. Галечник из плохо окатанных галек кремня в гравелистом песке 0.8 м

Видимая мощность до 10 м.

Аналогичные осадки составляют III надпойменную террасу и в других пунктах описываемой территории, где они тесно связаны со склоновыми буровато-коричневыми суглинками. Осадки III надпойменной террасы сопоставлены со второй половиной среднего неоплейстоцена, в их подошве могут быть отложения нижнего неоплейстоцена (рис. 6).

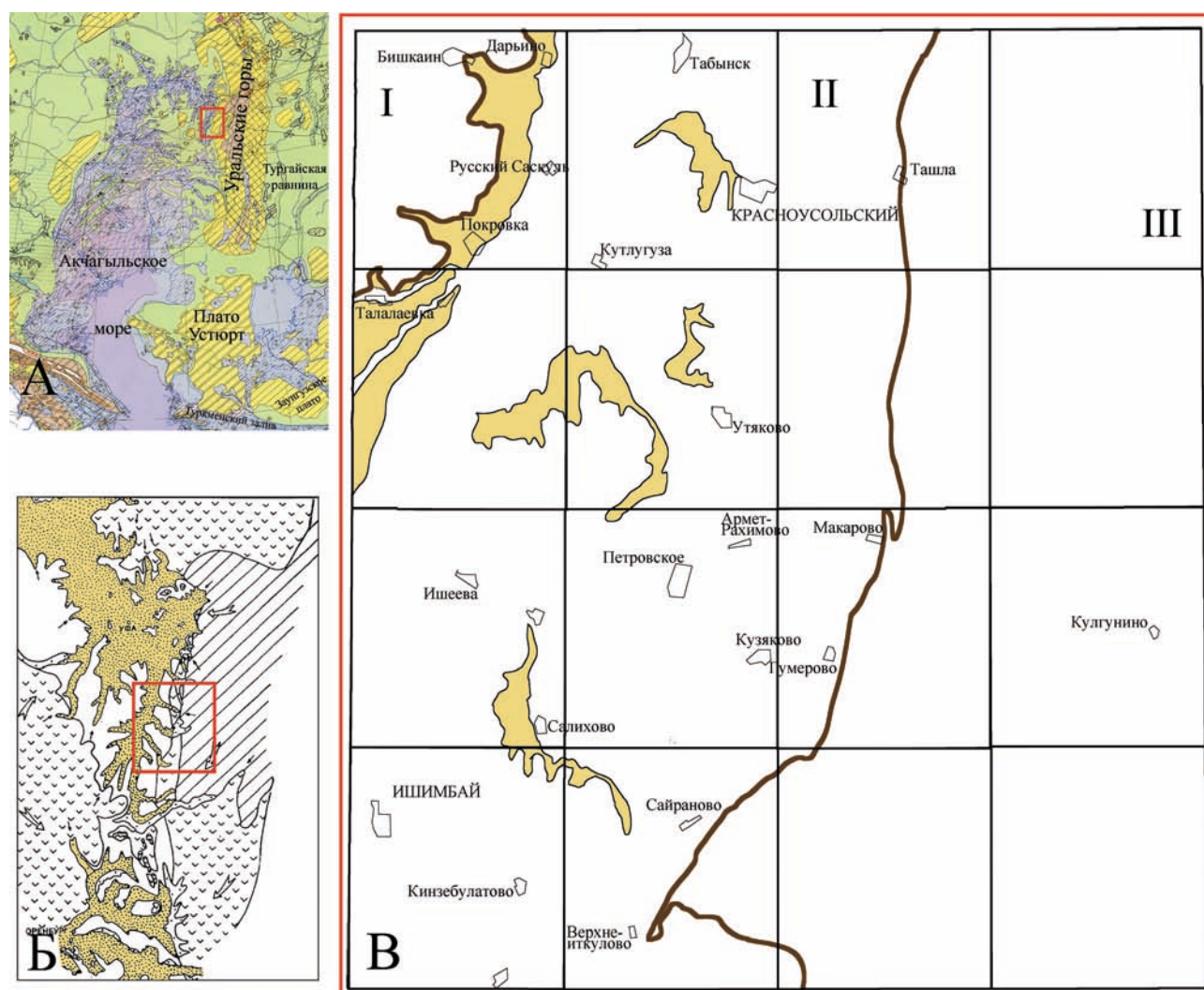


Рис. 5. Палеогеографическая обстановка в раннем квартере (гелазий) на территории Южноуральского региона и современное распространение отложений гелазия согласно геологической карте листа N-40-XXI [Синицын, Синицына, 1962]

Условные обозначения. I III структурно фациальные зоны (схема В, зоны разделены линиями коричневого цвета): I юго-восток Восточно-Европейской платформы; II Предуральская; III Уральская. Палеогеографическая обстановка на юго-востоке Восточно-Европейской платформы и Южном Урале во время: А палеоплейстоцена (гелазий) [Виноградов, 1967]; Б палеоплейстоцена (максимальная ингрессия акчагыльского моря) в Южном Предуралье, по [Якимович и др., 1970]; В участки развития нижнеплейстоценовых (палеоплейстоценовых) морских и аллювиально-морских отложений показаны желтым цветом. Красный прямоугольник показывает положение обсуждаемой территории на схемах А Б.

Fig. 5. Palaeogeographic situation during the Early Pleistocene (Gelasian) on the territory of the Southern Urals region and the modern distribution of the Gelasian deposits according to the geological map of sheet N-40-XXI [Sinitsyn, Sinitsyna, 1962]

Legend. I III structural and facies zones ("B" scheme, zones are subdivided by brown lines): I southeast of the East European platform; II Fore Urals; III Urals. Palaeogeographic situation in the Southern Urals region during: A the Paleopleistocene (Gelasian) [Vinogradov, 1967]; B the Paleopleistocene (Maximal Akchagyl ingress) in the Southern Fore Urals [Yakhemovich et al., 1970]; B areas of the Lower Pleistocene (Paleopleistocene) fluvial marine sediments distribution are indicated by yellow colour. The red rectangle shows the position of the territory under discussion on schemes A B.

II надпойменная терраса эрозионная, осадки ее формировавшие, судя по сохранившимся единичным фрагментам, накопились в первой половине позднего неоплейстоцена (кушнаренковский и сайгатский горизонты).

I надпойменная терраса хорошо выражена в долинах всех больших рек описываемой территории.

Большую верхнюю часть этой террасы составляют водно-склоновые перигляциальные буровато-коричневые и желтовато-бурые суглинки и супеси, накопившиеся во время последнего оледенения (25–10 тыс. лет). В низах террасы залегают глины табулдинского горизонта. Иногда в низах террасы (в местах локальных поднятий) могут присутствовать отложения среднего

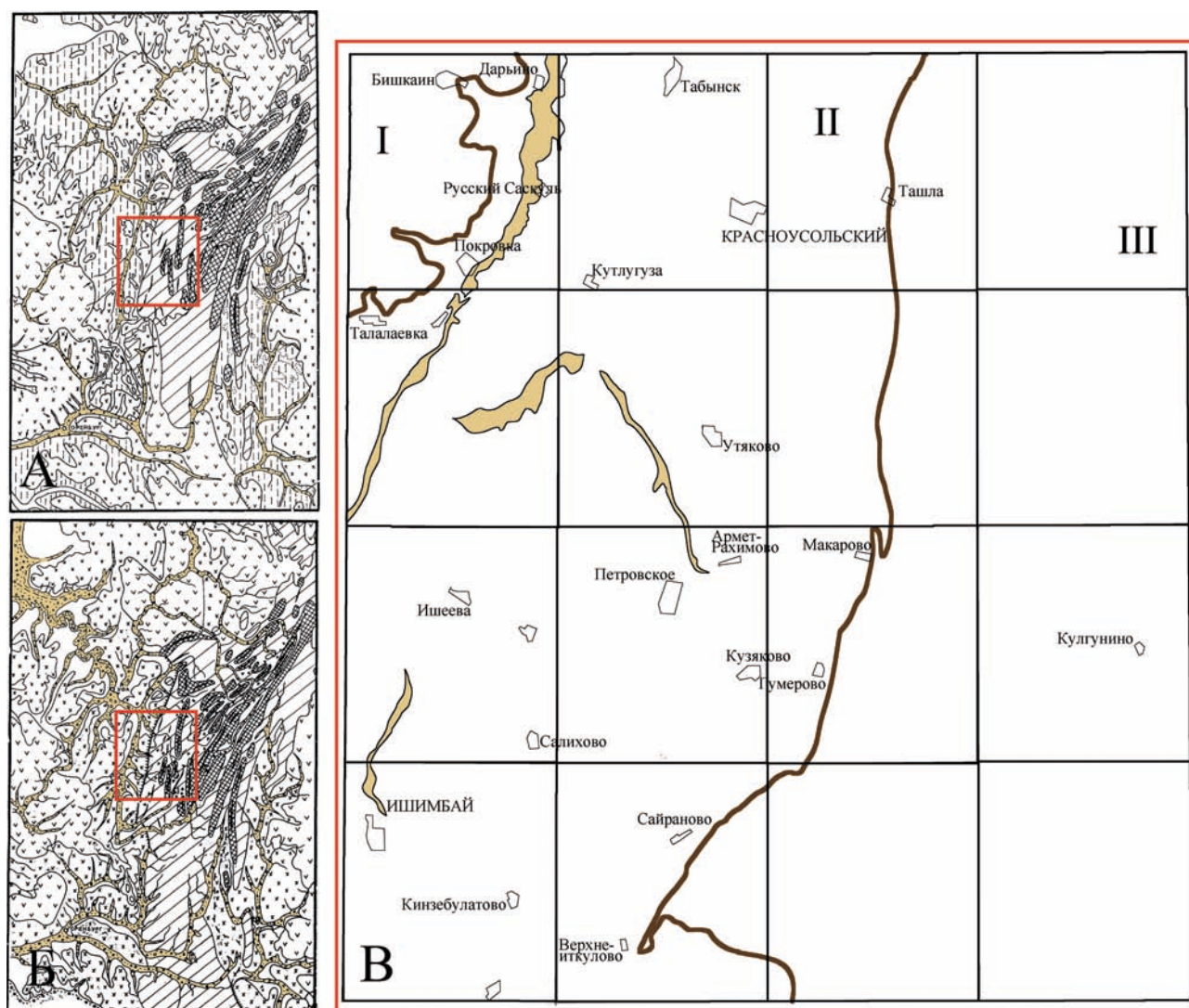


Рис. 6. Палеогеографическая обстановка в раннем и среднем неоплейстоцене на территории Южноуральского региона и современное распространение отложений нижнего и среднего неоплейстоцена согласно геологической карте листа N-40-XXI [Синицын, Синицына, 1962]

Условные обозначения. I III структурно фациальные зоны (схема В, зоны разделены линиями коричневого цвета): I юго-восток Восточно-Европейской платформы; II Предуральская; III Уральская. Палеогеографическая обстановка в Южноуральском регионе: А в начале раннего неоплейстоцена, по [Якимович и др., 1970]; Б в начале среднего неоплейстоцена, по [Якимович и др., 1970]; В участки развития аллювиальных отложений нижнего-среднего неоплейстоцена, формирующих III надпойменную террасу показаны желтым цветом. Красный прямоугольник показывает положение обсуждаемой территории на схемах А Б.

Fig. 6. Palaeogeographic situation during the Early and Middle Neopleistocene on the territory of the Southern Urals region and the modern distribution of the Lower and Middle Neopleistocene deposits according to the geological map of sheet N-40-XXI [Sinitsyn, Sinitsyna, 1962]

Legend. I III structural and facies zones ("B" scheme, zones are subdivided by brown lines): I southeast of the East European platform; II Fore Urals; III Urals. Palaeogeographic situation in the Southern Urals region during: A the beginning of the Early Neopleistocene [Yakhemovich et al., 1970]; B the beginning of the Middle Neopleistocene [Yakhemovich et al., 1970]; B areas of the Lower Middle Neopleistocene fluvial sediments distribution; these deposits form the third above flood plain terrace. The red rectangle shows the position of the territory under discussion on schemes A B.

неоплейстоцена. Во многих местах встречены остатки млекопитающих мамонтового комплекса. Осадки I надпойменной террасы сопоставлены со второй половиной позднего неоплейстоцена (табулдинский и кудашевский горизонты) [Яхимович, 1958; Данукалова, 2010] (рис. 7).

К голоцену отнесены отложения высокой поймы двух уровней (высокого и низкого) и низкой поймы (рис. 8).

Высокая пойма сложена песками буровато-серыми русловыми с галечным горизонтом в основании, а также суглинками буровато-серыми. Местами встречается погребенный болотный почвенный слой, перекрытый супесью алевритистой тонкослоистой. Высокая пойма начала формироваться с раннего голоцена. Высокая пойма высокого уровня практически сформирована как терраса, но во время сильных половодий может затапливаться.

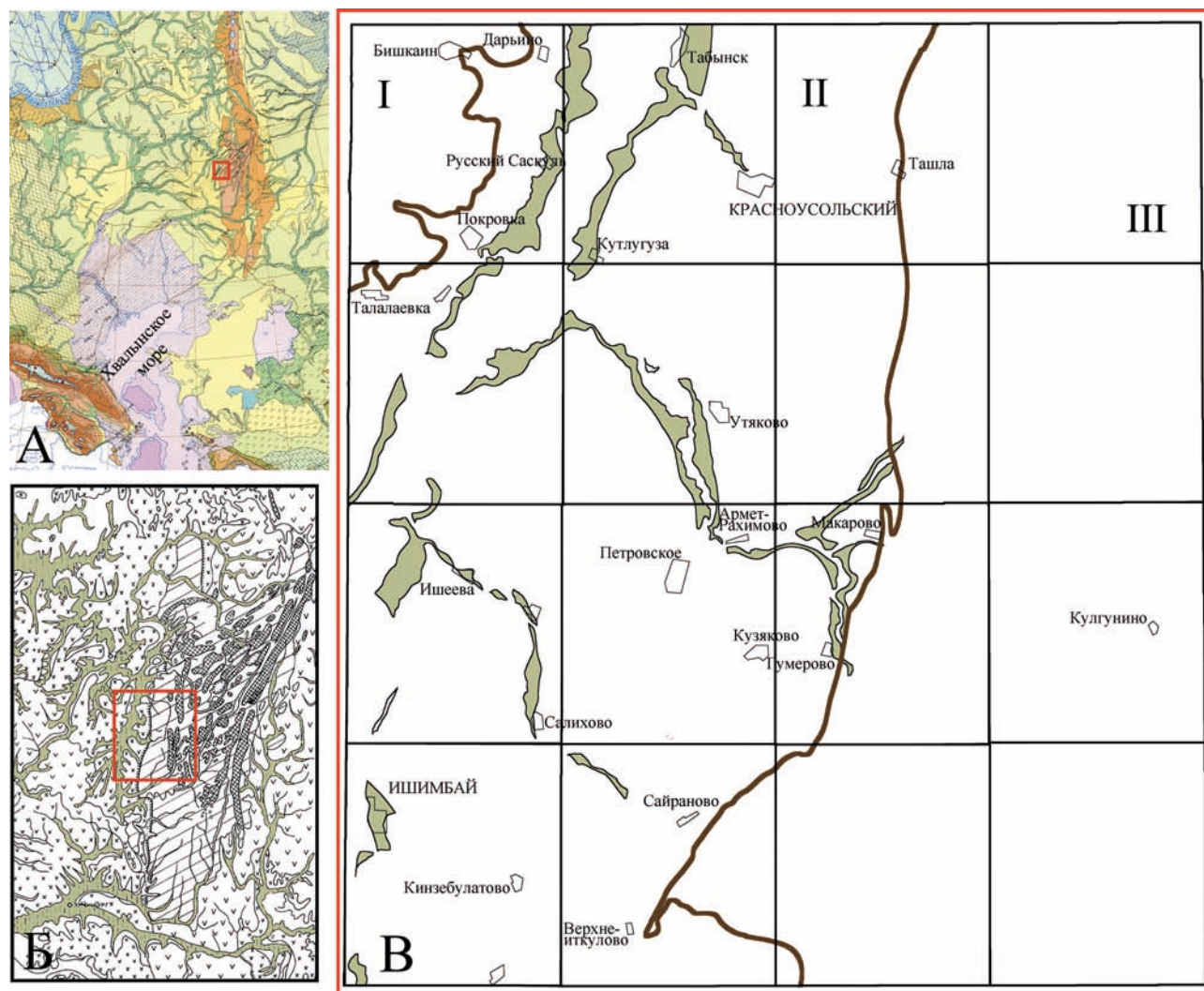


Рис. 7. Палеогеографическая обстановка в позднем неоплейстоцене на территории Южноуральского региона и современное распространение отложений верхнего неоплейстоцена согласно геологической карте листа N-40-XXI [Синицын, Синицына, 1962]

Условные обозначения. I III структурно фациальные зоны (схема В, зоны разделены линиями коричневого цвета): I юго-восток Восточно-Европейской платформы; II Предуральская; III Уральская. Палеогеографическая обстановка на юго-востоке Восточно-Европейской платформы и Южном Урале во время: А позднего неоплейстоцена (время максимального развития позднеоплейстоценового оледенения) [Виноградов, 1967]; Б позднего неоплейстоцена, по [Яхимович и др., 1970]; В участки распространения верхнеплейстоценовых аллювиальных отложений, формирующих фрагменты II и I надпойменных террас, показаны зеленовато-желтым цветом. Красный прямоугольник показывает положение обсуждаемой территории на схемах А, Б.

Fig. 7. Palaeogeographic situation during the Late Neopleistocene on the territory of the Southern Urals region and the modern distribution of the Upper Neopleistocene deposits according to the geological map of sheet N-40-XXI [Sinitsyn, Sinitsyna, 1962]

Legend. I III structural and facies zones ("B" scheme, zones are subdivided by brown lines): I southeast of the East European platform; II Fore Urals; III Urals. Palaeogeographic situation in the Southern Urals region during: A the Late Neopleistocene [Vinogradov, 1967]; B the Late Neopleistocene [Yakhemovich et al., 1970]; V areas of the Upper Neopleistocene fluvial sediments distribution are indicated by greenish yellow colour; these deposits form the second and the first above flood plain terraces. The red rectangle shows the position of the territory under discussion on schemes A, B.

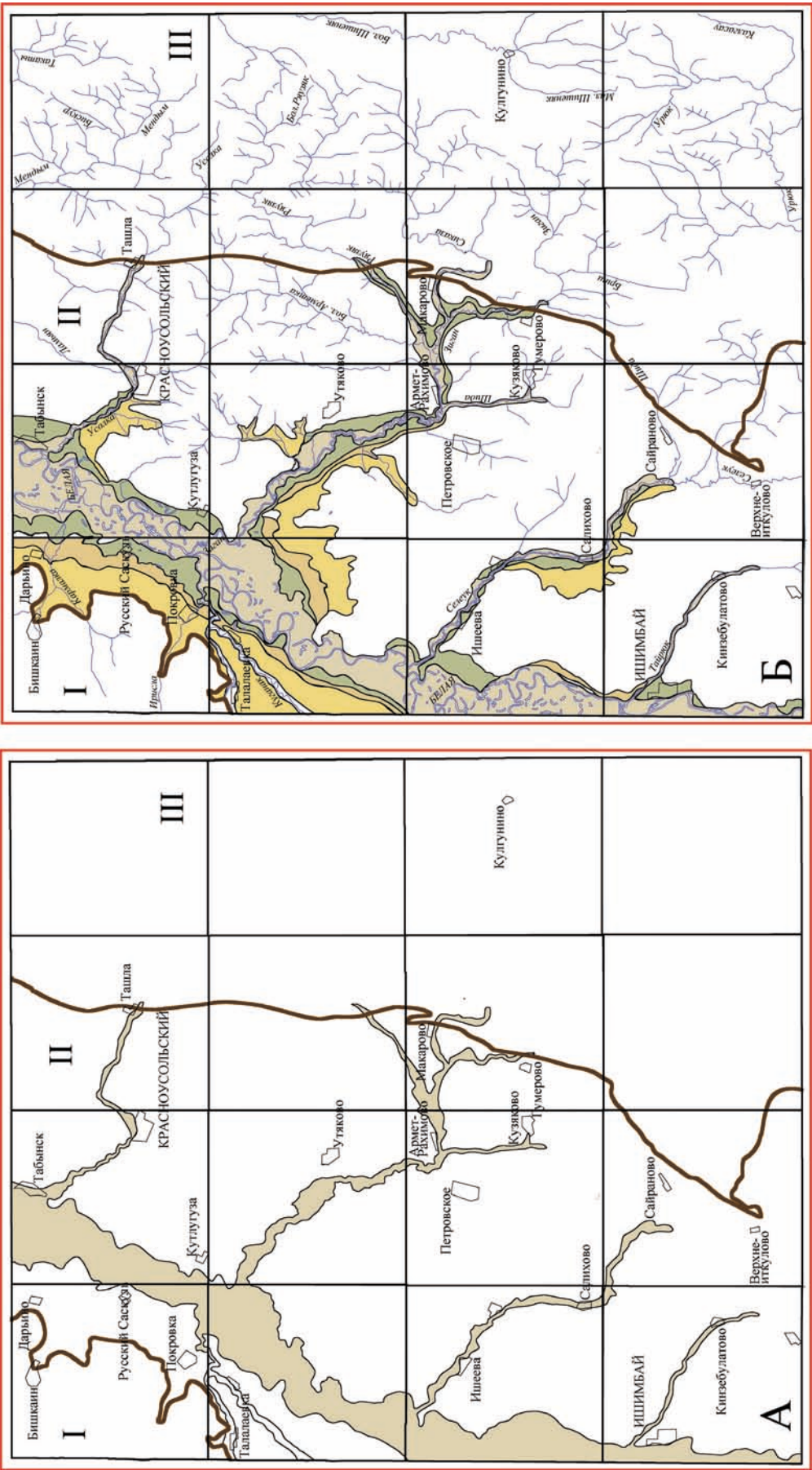


Рис. 8. (А) Распространение голоценовых аллювиальных отложений, формирующих низкую и высокую поймы. (Б) Суммарное распространение всех четвертичных аллювиальных комплексов и современной гидрографической сети
Условные обозначения. I–III — структурно-фациальные зоны (схемы А и Б, зоны разделены линиями коричневого цвета): I — юго-восток Восточно-Европейской платформы; II — Предуральская; III — Уральская. Отложения голоцена показаны бежевым цветом А и Б — согласно геологической карте листа N-40-XXI [Синицын, Синицына, 1962]

Fig. 8. (A) Distribution of the Holocene deposits, forming the low and high floodplains. (B) The general distribution of the all Quaternary fluvial complexes and modern hydrographical network
Legend. I–III — structural and facies zones ("A and B" schemes, zones are subdivided by brown lines): I — southeast of the East European platform; II — Urals A-scheme — Holocene deposits are indicated by beige colour A–B — according to the geological map of sheet N-40-XXI [Sinityn, Sinityna, 1962]

Низкая пойма примыкает к руслу рек и находится в стадии формирования. Может затопливаться при любом волнении воды в реках.

3. Современные экзогенные геологические процессы

Проявление современных экзогенных геологических процессов находится в прямой зависимости от тектонической ситуации на конкретной территории и от изменения базиса эрозии принимающего водоема. Принимающим водоемом для Южного Предуралья в современности является Каспийское море, а в четвертичное время (последние 2.6 млн лет) — моря, которые существовали на его месте — Акчагыльское, Апшеронское, Бакинское, Хазарское и Хвалынское.

На характеризуемой территории тектонические процессы и изменение уровней базиса эрозии приводят к активизации эрозионного (речного) размыва, сопровождающегося переносом и накоплением осадков по берегам и в устьевой части рек, склоновых процессов (водно-склоновых, гравитационных) в горах и на возвышенностях, карстового и суффозионного процессов. В настоящее время к вышеперечисленным добавляется и антропогенный процесс.

Эрозионный процесс — это линейный размыв земной поверхности, производимый русловыми водными потоками. Этот процесс включает снос водой обломочного материала, механическое разрушение горных пород в ложе потока и растворение водой растворимых горных пород. Различают донную и боковую эрозию. В результате эрозионного процесса формируются формы рельефа и отложения. К отрицательным формам рельефа относят русло, днище и в целом речные долины, а также мелкие формы, такие как борозды, промоины и овраги; к положительным аккумулятивным формам относят пойму, отложения которой покрывают чехлом днище речной долины. Речные надпойменные террасы образуются вследствие омоложения долин и представляют собой остатки прежнего днища долины с залегающим на нем покровом аллювия [Кизевальтер и др., 1981]. На территории геопарка гидрографическая сеть широко развита (см. рис. 9Б), а эрозионные процессы проявляются широко и в горной части, и на территории Предуралья. Многие населенные пункты расположены на надпойменных террасах, а иногда и высоких поймах рек, в связи с чем необходимо проведение постоянного мониторинга за состоянием водных объектов и изменением их морфометрических характеристик для своевременного выявления и прогнозирования развития негативных процессов.

Склоновые процессы проявляются под действием силы тяжести на наклонных поверхностях с углом

не менее 2° и зависят от степени увлажненности пород на склонах. Склоновые процессы подразделяются на гравитационные (обваливание и осыпание), водно-гравитационные (оползание, солифлюкция) и водно-склоновые (плоскостной смыв, склоновая эрозия) [Кизевальтер и др., 1981]. На территории геопарка широко проявляются оползневые (по берегам рек), водно-склоновые (практически на всех склонах), и гравитационные процессы (в горной части территории, по антропогенным выемкам вдоль дорог и в горно-геологических выработках).

Карстовый процесс заключается в выщелачивании растворимых пород подземными и поверхностными водами, образовании карстовых форм рельефа, переносе вещества в растворе и последующем накоплении ряда специфических отложений. Интенсивность процесса зависит от ряда факторов: 1) активнее карст развивается в чистых карбонатах с незначительным количеством нерастворимых примесей; 2) скорость процесса быстрее в условиях влажного климата; 3) в мощной толще растворимых пород развивается глубокий карст; 4) интенсивная трещиноватость пород увеличивает циркуляцию подземных вод и ускорение карстового процесса; 5) на выровненной поверхности атмосферные воды стекают медленно, глубже просачиваются и сильнее воздействуют на растворимые породы. На характеризуемой территории широко распространены карбонатные породы карбона, девона и сульфатные породы перми, что приводит к значительному развитию открытого и закрытого карста и, соответственно, к образованию карстовых форм рельефа (воронки, котловины, поля, слепые долины, ниши, пещеры). В пещерах и воронках развиты субтерральные образования — остаточные (нерастворимый осадок), обвальные, водно-механические, водно-хемогенные и натечные известковистые. Развитие форм открытого карста приводит к выводу земель из сельскохозяйственного оборота и строительства.

Суффозионный процесс выражен в механическом выносе мельчайших частиц породы подземными водами. Наиболее широко суффозия проявляется в местах развития глинистых пород (суглинки, глины). На интенсивность процесса влияет количество атмосферных осадков, нарушение целостности пород (трещины усыхания), развитие больших площадей распространения глинистых пород. Циркулирующие воды вымывают мелкие частицы, нарушают структуру и устойчивость пород и в результате образуются просадки грунтов в виде суффозионных провалов, колодцев, оврагов, воронок. На территории геопарка суффозионные процессы проявляются на поверхностях и склонах флювиальных террас, в формировании которых принимают участие суглинки неоплейстоцена.

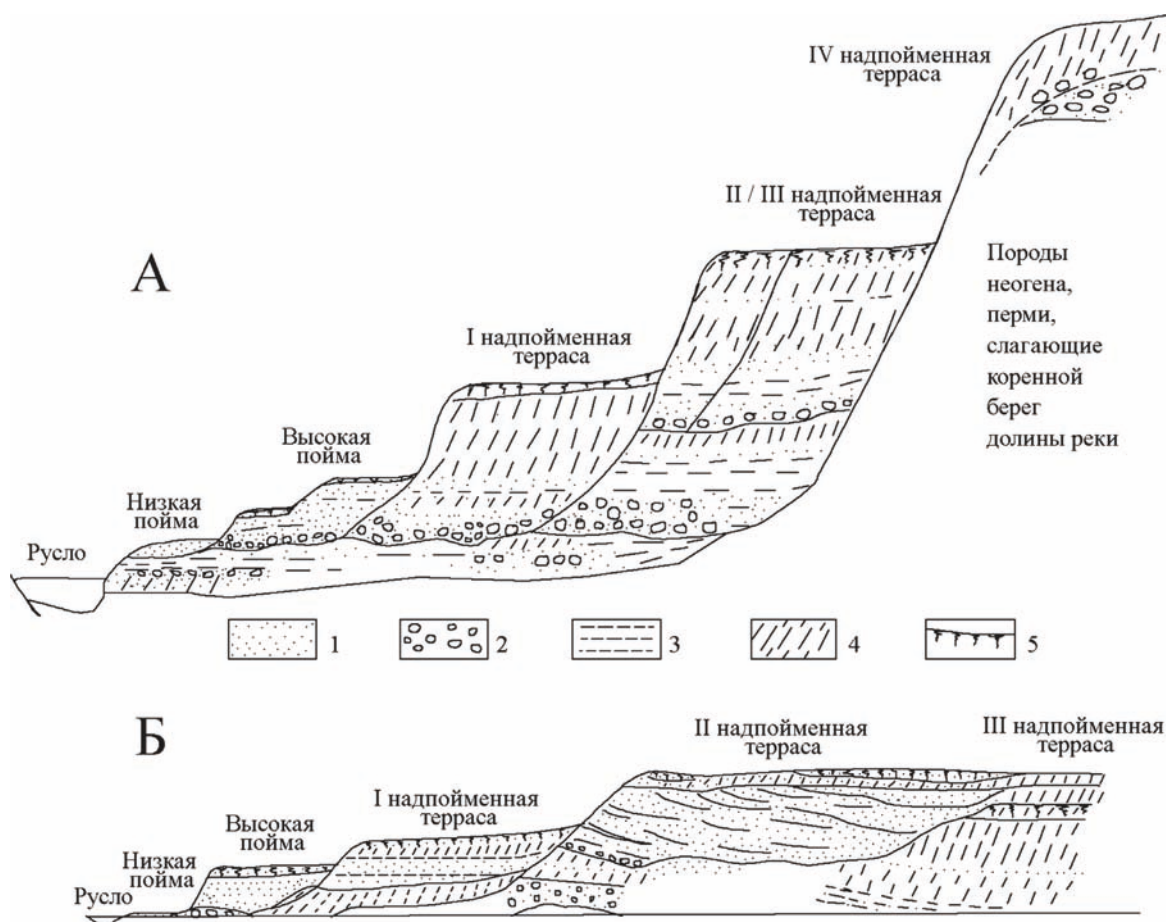


Рис. 9. Схема соотношения осадочных комплексов четвертичных террас р. Белая (А) и в предгорной части Южного Предуралья на примере р. Усолка (между с. Красноусольский и с. Табынское) (Б) (по В.Л. Яхимович [1958], с исправлениями и дополнениями авторов)

Условные обозначения: 1 песок; 2 галечник; 3 глина; 4 суглинок; 5 почва.

Fig. 9. Scheme of the relationships of the Quaternary terrace accumulative complexes of Belaya River (A) and Usolka River (B) in the Southern Urals foreland (between Krasnousolsky and Tabynskoe villages) (according to V.L. Yakhimovich [1958] with authors corrections and additions of the authors)

Legend: 1 sand; 2 pebble; 3 clay; 4 loam; 5 soil.

Антропогенный процесс (или техногенез) — это проявление активной деятельности человека в связи с научно-техническим прогрессом, что приводит к преобразованиям поверхностной части литосферы, изменению форм рельефа земной поверхности и образованию отложений, называемых антропогенными. Производственная деятельность человека подразделяется в первую очередь на инженерно-строительную, горнотехническую и сельскохозяйственную. Эта деятельность может быть как положительной, так и имеющей негативные последствия. Например, строительство плотин приводит к обмелению рек, а по берегам водохранилищ интенсивно протекают абразионные процессы, иногда приводящие к образованию оползней. Открытые разработки полезных ископаемых могут привести за короткий период к изменению облика земной поверхности, из-за неправильной распашки

земель и вырубки лесов увеличивается овражная эрозия и развивается сеть оврагов и промоин [Кизе-вальтер и др., 1981]. Перечисленные выше проявления антропогенного процесса присутствуют на территории геопарка, поэтому, чтобы такая деятельность не приводила к нежелательным последствиям, необходима организация мониторинга и своевременное предупреждение — например, укрепление берегов водохранилищ, проведение мероприятий по восстановлению земной поверхности (рекультивация), что может стать одной из задач деятельности геопарка «Торатау».

Закключение

Отложения мезозоя и кайнозоя описаны на территории Южного Предуралья в пределах листа N-40-XXI.

Мезозой представлен морскими отложениями верхнего мела, распространенными фрагментарно вследствие размыва в более позднее время.

Кайнозой представлен отложениями палеогена, неогена и квартера. Палеоген, так же как и мел, представлен фрагментарно в Южном Предуралье в континентальных (озерных) фациях эоцена. Неоген представлен миоценом и плиоценом (озерные и аллювиальные фации). Отложения квартера распространены наиболее широко по сравнению с вышеперечисленными породами. К нижнему квартеру (палеоплейстоцен) отнесены осадки морского залива Акчагыльского моря, а эоплейстоцен, неоплейстоцен и голоцен охарактеризованы континентальными фациями.

Анализ мезо-кайнозойских отложений территории показывает слабую их изученность на современном уровне и подчеркивает необходимость их доизучения в рамках государственной геологической съемки листа N-40-XXI в масштабе 1:200000, осуществляющейся в настоящее время ООО «Башгео», и создающегося геопарка «Торатау». Такие работы необходимы для понимания развития территории как в прошлом, так и в ближайшем будущем для предотвращения развития опасных экзогенных геологических процессов, а также для сохранения геологического наследия, что и является основной задачей геопарков.

Работа выполнена в рамках государственной бюджетной темы № 0246-2019-0118.

Список литературы:

- Беньямовский В.Н., Ахметьев М.А., Александрова Г.Н., Данукалова Г.А., Васильева О.Н., Малышкина Т.П., Первушов Е.М. Этапы палеогеографического развития Южного Урала в палеогене (палеоландшафты, биота и климат) // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана: Матер. 6 й Межрег. науч. практ. конф., г. Уфа, март 2006 г. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2006а. С. 102 105.
- Беньямовский В.Н., Ахметьев М.А., Александрова Г.Н., Данукалова Г.А., Васильева О.Н., Малышкина Т.П., Орешки на Т.В. Этапы палеогеографического развития Южного Урала в позднем мелу (палеоландшафты и биота) // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана: Матер. 6 й Межрег. науч. практ. конф., г. Уфа, март 2006 г. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2006б. С. 98 101.
- Богданов А.А. (ред.). Геологическая карта СССР, М: 1:200000. Лист N 40 XX (восточная половина), N 40 XXI (Стерлитамак): Объяснительная записка. Уфа: ЮУГУ, 1950.
- Вахрушев Г.В. Мезозойские и третичные отложения западного склона Башкирского Урала // Ученые записки Саратовского университета. 1940. Т. 15, Вып. 2. С. 3 58.
- Вахрушев Г.В. Четвертичные отложения Башкирии // Ученые записки Саратовского университета. 1938. Т. 14, Вып. 2. С. 3 53.
- Виноградов А.П. (гл. ред.). Атлас литолого палеогеографических карт СССР. Т. 4: Палеогеновый, неогеновый и четвертичный периоды / В.А. Гроссгейм, В.Е. Хаин (ред.). / Министерство геологии СССР. Академия наук СССР. Главное управление геодезии и картографии Министерства геологии СССР. М., 1967. 55 листов.
- Данукалова Г.А. Двустворчатые моллюски и стратиграфия акчагыла. М.: Наука, 1996. 132 с. (Тр. ПИН РАН; Т. 265).
- Данукалова Г.А. Уточненная региональная стратиграфическая схема квартера Предуралья и основные события на территории Южно Уральского региона // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2010. Т. 18, № 3. С. 1 18.
- Данукалова Г.А. Региональная стратиграфическая схема миоцена Предуралья и основные события на территории Южноуральского региона // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2012. Т. 20, № 5. С. 77 95.
- Данукалова Г.А. Основные события в раннем квартере (гелазский век) Южноуральского региона // Актуальные проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена: Науч. конференция Марковские чтения 2015 г., 8 11 июня 2015 г. М.: Изд во МГУ, 2015 а. С. 58 60.
- Данукалова Г.А. Характеристика гелазского яруса Южно го Предуралья // Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Материалы 9 го Всерос. совещ. по изучению четвертичного периода (г. Иркутск, 15 20 сент. 2015 г.). Иркутск: Изд во Ин та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015б. С. 124 125.
- Данукалова Г.А. Проект региональной стратиграфической схемы неогена Южного Предуралья // Состояние стратиграфической базы центра и юго востока Восточно Европейской платформы: Матер. совещ. (Москва, ВНИГНИ, 23 25 ноября 2015 г.). М.: Изд во ВНИГНИ, 2016. С. 160 166.
- Данукалова Г.А., Шалагинов В.В. Неогеновая система // Объяснительная записка к геологической карте листов N 40, 41. СПб: Изд во ВСЕГЕИ, 2002а. С. 102 105.
- Данукалова Г.А., Шалагинов В.В. Палеогеновая система // Объяснительная записка к геологической карте листов N 40, 41. СПб: Изд во ВСЕГЕИ, 2002б. С. 98 102.
- Данукалова Г.А., Сорока И.Л., Стародубцева И.А. Палеонтология в таблицах и иллюстрациях. М.: Акварель, 2013. 310 с.
- Данукалова Г.А., Яковлев А.Г., Алимбекова Л.И., Морозова Е.М. Стратотип климовского горизонта в Южном Предуралье и новые местонахождения в стратотипической местности (Климовка I, II, III) // Геологический сборник № 5 / ИГ УНЦ РАН. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2006. С. 53 65.
- Данукалова Г.А., Яковлев А.Г., Осипова Е.М., Курманов Р.Г. Уточненная унифицированная региональная стратиграфическая схема неогеновых отложений юго востока Восточно Европейской платформы и Южного Предуралья // Общая стратиграфическая шкала и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России: Матер. Межвед. рабочего совещания, Санкт Петербург, 17 20 окт. 2016 г. СПб: Изд во ВСЕГЕИ, 2016. С. 60 62.
- Кизевальтер Д.С., Раскатов А.А., Рыжова А.А. Геоморфология и четвертичная геология. М.: Недра, 1981. 213 с.
- Невеская Л.А., Коваленко Е.И., Белуженко Е.В., Попов С.В., Гончарова И.А., Данукалова Г.А., Жидовинов Н.Я., Зайцев А.В., Застрожных А.С., Ильина Л.Б., Парамонова Н.П., Пинчук Т.Н., Письменная Н.С., Агаджанян А.К., Лопатин А.В., Трубихин В.М. Объяснительная записка к унифицированной

региональной стратиграфической схеме неогеновых отложений южных регионов Европейской части России. М.: Изд во ПИН РАН, 2004. 82 с.

Рождественский А.П. Новейшая тектоника и развитие рельефа Южного Приуралья. М.: Наука, 1971. 303 с.

Сатаев Р.М., Данукалова Г.А., Шалагинов В.В. Триасовая система // Объяснительная записка к геологической карте листов N 40, 41. СПб: Изд во ВСЕГЕИ, 2002. С. 92-95.

Синицын И.И., Синицына З.А. Объяснительная записка к государственной геологической карте СССР, М. 1:200 000, лист N 40 XXI. Уфа: БТГУ, 1962. 142 с.

Стратиграфический кодекс России. СПб: Изд во ВСЕГЕИ, 2019. 96 с.

Тяжеева А.П. К изучению третичных отложений листов 121, 131, 141, 151 пятиверстной карты Урала. Уфа: Башгосиздат, 1937. 31 с. (Труды Геологического Треста; Вып. 3).

Яхимович В.Л. Четвертичные отложения низких террас рек Башкирского Предуралья (стратиграфия). Уфа: БФАН СССР, 1958. 172 с. (Кайнозой Башкирского Предуралья; Т. 2, Ч. 1).

Яхимович В.Л., Адрианова О.С. Южноуральский бурый угольный бассейн. Уфа: БФАН СССР, 1959. 299 с. (Кайнозой Башкирского Предуралья; Т. 1, Ч. 3).

Яхимович В.Л., Немкова В.К., Вербицкая Н.П., Сухов В.П., Попов Г.И. Этапы геологического развития Башкирского Предуралья в кайнозое. М.: Наука, 1970. 125 с. (Кайнозой Башкирского Предуралья; Т. 2, Ч. 3).

Яхимович В.Л., Немкова В.К., Сиднев А.В., Сулейманова Ф.И., Хабибуллина Г.А., Щербакова Т.И., Яковлев А.Г. Плейстоцен Предуралья. М.: Наука, 1987. 122 с.

Puchkov V., Danukalova G. The Late Pliocene and Pleistocene history of The Southern Urals Region // Quaternary International. 2009. Vol.201. P.4-12. doi.org/10.1016/j.quaint.2008.05.024.

УДК 55(47+57)

МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ ТЕРРИТОРИИ ГЕОПАРКА «ТОРАТАУ»

© 2020 г. С. Г. Ковалев, В. М. Горожанин, Е. А. Тимофеева

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

Реферат. В статье приводятся новые данные по магматическим породам, распространенным на территории проектируемого геопарка «Торатау». Дана детальная характеристика петрографического состава и петрохимии пород, объединяемых в два комплекса: инзерский габбро долеритовый и авашлинский меланократовых сиенитов калиевых трахибазальтов. Рассмотрены вопросы генезиса пород и возраст их образования.

Ключевые слова: Южный Урал, хребет Алатау, габбро долериты, щелочные габброиды, оливиновые трахибазальты, эруптивные брекчии

MAGMATIC ROCKS OF THE «TORATAU» GEOPARK

© 2020 S. G. Kovalev, V. M. Gorozhdanin, E. A. Timofeeva

Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The article provides new data on igneous rocks developed in the territory of the projected “Toratau” geopark. A detailed description of the petrographic composition and petrochemistry of rocks included into the Inzer gabbro dolerite and Avashlya melanocratic syenites potassium trachybasalt complexes is given. The issues of the genesis of rocks and the age of their formation are considered.

Key words: Southern Urals, Alatau Range, gabbro dolerites, alkaline gabbroids, olivine trachybasalts, eruptive breccias

Введение

Магматические породы на территории проектируемого геопарка «Торатау» представлены двумя комплексами — инзерским габбро-долеритовым и авашлинским меланократовых сиенитов — калиевых трахибазальтов (рис. 1), выделенными А. А. Алексеевым [1984]. Распространение этих магматических комплексов охватывает более широкую территорию в западной части Башкирского мегантиклинория: авашлинский комплекс описан южнее — на руч. Авашля — притоке р. Белой в Бурзянском районе Республики Башкортостан (РБ), а инзерский — севернее, в бассейнах рек Инзер и Лемеза в Белорецком районе РБ. На территории будущего геопарка «Торатау» оба этих магматических комплекса можно наблюдать одновременно на хребте Алатау в районе д. Кулгунино (см. рис. 1), где они образуют отдельные небольшие выходы в бассейне р. Баталалма (авашлинский комплекс) или протяженные дайковые тела на вершине хребта Алатау (инзерский комплекс). Оба магматических комплекса подсечены также глубокой параметрической скважиной Кулгунино-1, пробуренной ПАО АНК «Башнефть» специально для уточнения геологического строения района Алатауского взбросо-надвига — крупного

тектонического разлома, который, возможно, также контролирует и положение магматических тел.

Методы исследования

Определение химического состава пород выполнено по стандартной методике в Институте геологии УФИЦ РАН. Концентрации редких и рассеянных элементов (Li, Be, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, PЗЭ, Hf, Ta, W, Tl, Pb, Bi, Th, U) определены методом ICP-MS в ЦИИ ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург).

Геолого-петрогеохимическая характеристика пород

В инзерский комплекс объединены габбро-долеритовые дайки, прорывающие отложения верхнего рифея. Породы комплекса широко развиты западнее осевой части Ямантауского антиклинория и образуют два субмеридиональных дайковых пояса — сравнительно узкий Алатауский и более широкий и крупный — Инзерско-Туканский. Мощность даек варьирует от первых метров до 30–35 м, протяженность изменяется от 1–15 км до 25–30 км (редко). Тела имеют

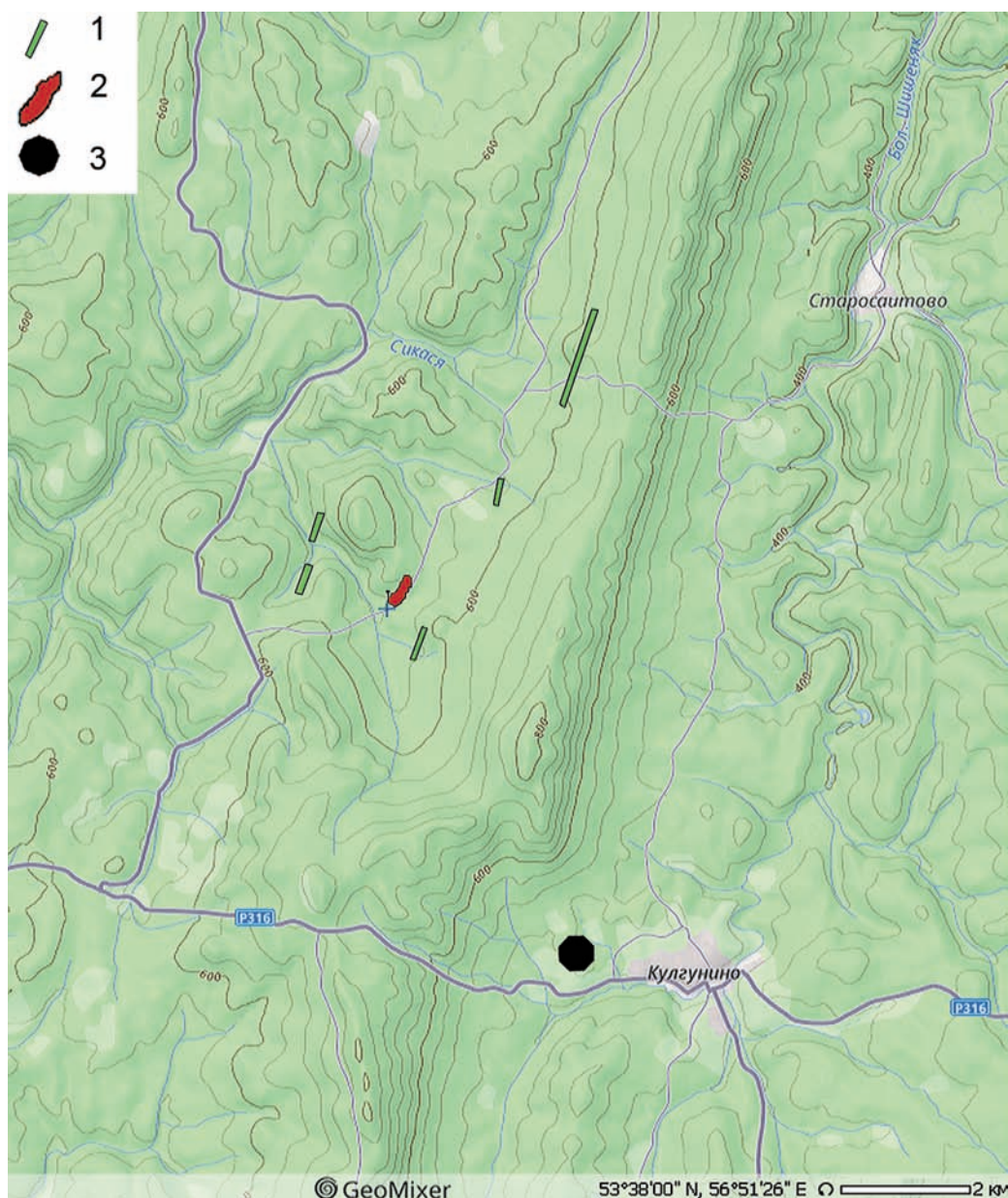


Рис. 1. Положение магматических тел инзерского и авашлинского комплексов на хр. Алатау

Условные обозначения: 1 инзерский комплекс, 2 авашлинский комплекс, 3 положение глубокой скважины Кулгунино 1.

Fig. 1. The position of the igneous bodies of the Inzer and Avashlya complexes on the Alatau ridge

Legend: 1 Inzer complex, 2 Avashlya complex, 3 position of the deep well Kulgunino 1.

симметрично-зональное строение, сложены мелко-, средне- и крупнокристаллическими габбро-долеритами, пегматитовыми долеритами, долеритовыми порфиритами и имеют близкий к кайнотипному облик. Структура пород офитовая и пойкилоофитовая с элементами микропегматитовой. Петрографический состав довольно однороден: клинопироксен, плагиоклаз, роговая обманка, изредка биотит. Акцессорные минералы также относятся к типичным для пород основного состава: апатит, циркон, титанит, титаномагнетит, магнетит, изредка сульфиды. Плагиоклаз

по составу соответствует лабрадору или битовниту, а в фенокристаллах — битовниту № 75–80. Клинопироксен представлен авгитом с содержанием 33–37% *Wo*, 24–27% *Fs* и 38–42% *En*, в порфировидных разностях установлен пижонит [Алексеев, 1984]. Рудный минерал — титаномагнетит присутствует повсеместно, иногда в кристаллах наблюдаются структуры распада. Изредка встречается бурая роговая обманка; более типичны зеленая роговая обманка и биотит в количествах не более 1–2% от объема породы. Довольно часто в долеритах и габбро наблюдаются

гломеропорфировые мономинеральные сростки пироксена и биминеральные — пироксена с плагиоклазом.

По химизму долериты и габбро-долериты комплекса характеризуются повышенной кремнеземистостью, титанистостью и высокой известковистостью. На классификационной диаграмме $\text{SiO}_2\text{--Na}_2\text{O+K}_2\text{O}$ фигуративные точки пород располагаются в поле базальтов нормальной щелочности (рис. 2). По модальному минеральному составу они близки к кварцевым толеитам и траппам древних платформ, от которых их отличает пониженная глиноземистость и железистость.

Геохимические характеристики магматических пород комплекса близки к типичным представителям габбро-долеритовой формации, распространенной в пределах всего Южного Урала (табл. 1, рис. 3а). Для них характерна значительная дифференциация редкоземельных элементов (РЗЭ) (La/Lu — от 24.17 до 65.58; Ce/Yb — от 9.05 до 2.58; La/Sm — от 2.14 до 3.56; Sm/Yb — от 1.58 до 2.69).

Для распределения редких, рассеянных и некогерентных элементов в габбро-долеритах инзерского комплекса характерны общие тенденции, которые заключаются в переменном высоких нормализованных содержаниях крупноионных (Cs, Rb, Ba, K) и высокозарядных элементов Th, U, отчасти Zr, а также P, Sr, Nd и Pb (см. рис. 3б).

Авашинский комплекс меланократовых сиенитов объединяет калиевые разности и их своеобразные высококалиевые и титанистые калишпатовые меланократовые породы, развитые в юго-западной части Башкирского мегантиклинория. В данной работе рассматриваются породы, расположенные в бассейне р. Сикася (верховья ручья Баталалма). Здесь обнажены калиевые щелочные габброиды в виде дайки мощностью до 12 м, а также тела оливиновых трахибазальтов и их эруптивные брекчии с многочисленными обломками песчаников и алевролитов (рис. 4).

Калиевые щелочные габброиды представляют собой среднезернистые породы буро-розоватой, красновато-оранжевой окраски. Структура пород офитовая, габбро-офитовая. Сложены

они таблитчатым альбитизированным и серицитизированным плагиоклазом (25–30%), калиевым полевым шпатом (ортоклаз, 30–35%), корродирующим и обрастающим плагиоклаз и заполняющим интерстиции, хлоритизированным пироксеном (до 30–40%) и реже биотитом (рис. 5а, б). Рудный минерал (от 10–15% часто до 20–25%) представлен пластинчатыми и идиоморфными кристаллами ильменита (пикроильменита), субидиоморфными, изометричными и скелетными выделениями титаномагнетита. В единичных зернах присутствуют кварц и апатит (0.5–2.5%).

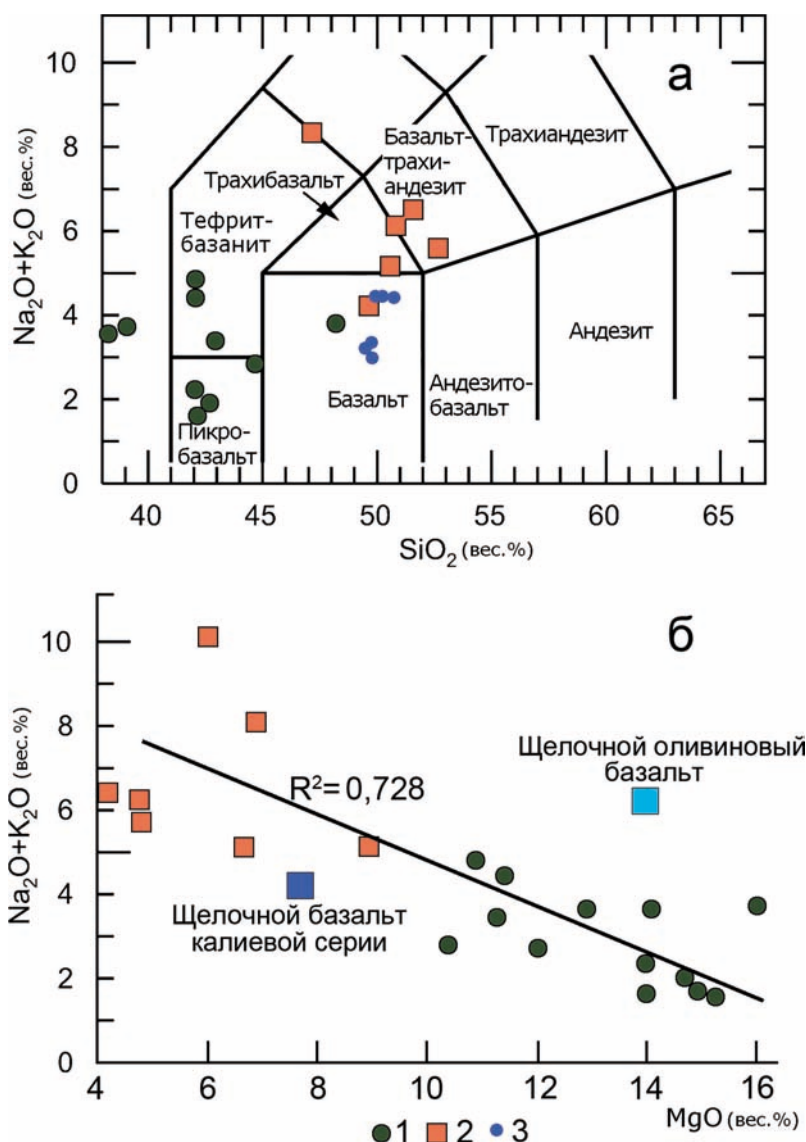


Рис. 2. Петрохимические диаграммы $\text{SiO}_2\text{--Na}_2\text{O+K}_2\text{O}$ (а) и $\text{MgO--Na}_2\text{O+K}_2\text{O}$ (б) для оливиновых трахибазальтов (1), калиевых щелочных габброидов (2) и габбро-долеритов инзерского комплекса (3)

Fig. 2. Petrochemical diagrams of (a) $\text{SiO}_2\text{--Na}_2\text{O+K}_2\text{O}$ and (б) $\text{MgO--Na}_2\text{O+K}_2\text{O}$ for olivine trachybasalts (1), potassic alkaline gabbroids (2), and gabbro-dolerites of the Inzer complex (3)

Таблица 1

Содержания микроэлементов в габбро-долеритах, калиевых щелочных габброидах
и оливиновых трахибазальтах (г/т)

Table 1

Trace elements in gabbro-dolerites, potash alkaline gabbroids and olivine trachybasalts (g/t)

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Be	1.15	0.54	0.9	4.9	0	1.28	3.97	0.09	0.71
Sc	26.26	27.92	32.67	10	3.79	11.14	9.07	8.97	29.07
Ti	13292.5	6468.2	7801.8	7980	3522	3230	4538	2492	11403.2
Cr	12.63	56.25	20.12	0	109	68.5	225	109	743.78
Mn	1079.6	947.6	1100.3	367.8	373.7	352.6	572	552.8	0
Co	42.41	40.16	41.85	33	19.6	17.5	3678	74.35	77.28
Ni	31.88	64.07	36.92	56	155	201	531	606.9	749.11
Cu	121.62	119.04	128.65	8.3	7.3	17	39.34	13.7	6.78
Zn	98.22	79.97	89.17	71.2	28.6	83.7	172.8	227	179.32
Ga	22.22	19.17	20.02	15.3	11.6	6.5	10.51	10.95	33.01
Rb	42.77	76.72	41.02	124.5	77.3	62.85	23	29.5	51.98
Sr	354.78	488.7	269.33	170.8	20.1	20.2	44.07	69.43	28.21
Y	20.41	19.26	26.24	14.7	39.2	17.5	15.6	14.14	16.68
Zr	126.6	81.62	128.16	12.1	7	7.2	5.76	5.4	129.43
Nb	17.59	5.69	9.33	7.6	5	5.5	4.07	3.86	5.9
Mo	0.81	0.31	0.62	0.13	0.31	0	0.17	0.56	2.37
Cd	0.08	0.07	0.09	0	0.04	0.03	0.05	0.05	0.04
Sn	1.37	1.04	1.41	1.6	0.88	0.66	1.34	0.09	0
Te	0.005	0.016	0.01	0.08	0	0.58	0.05	0.2	0
Cs	0.58	0.21	0.94	0.41	0.41	0.77	0.99	0.77	0.93
Ba	290.77	393.37	278.08	619	648	706	553	430	448.9
La	18.64	6.95	11.76	11.5	18.1	24.5	12.7	15.25	15.56
Ce	43.93	17.87	28.99	34.1	43.6	53.2	39.2	37.72	33.54
Pr	5.53	2.42	3.79	4.3	4.3	5.7	3.52	4.88	5.1
Nd	24.44	11.78	17.5	16.9	16	20.2	15.43	19.58	18.77
Sm	5.23	3.25	4.49	4.1	3.3	4	3.63	3.57	4.53
Eu	1.78	1.14	1.44	1.3	0.72	0.94	1.19	1.3	1.53
Gd	5.15	3.86	5.19	4	2.4	3.97	3.88	4.23	4.21
Tb	0.72	0.61	0.82	0.76	0.45	0.53	0.56	0.67	0.75
Dy	4.31	3.94	5.26	4.3	3.4	3.7	3.58	4.06	3.36
Ho	0.84	0.8	1.07	0.73	0.59	0.69	0.71	0.6	0.71
Er	2.26	2.2	3.01	1.9	1.6	2	1.42	1.89	1.6
Tm	0.31	0.31	0.43	0.44	0.3	0.31	0.23	0.38	0.24
Yb	1.94	1.97	2.84	1.7	1.6	1.65	0.93	1.38	1.43
Lu	0.28	0.28	0.41	0.29	0.23	0.23	0.13	0.17	0.17
Hf	3.39	2.27	3.53	6.2	3.4	3.34	2.47	3.49	2.75
Ta	2.35	0.81	1.36	0.71	0	0.79	0.37	0.21	1.43
Tl	0.13	0.41	0.21	0	0	0	0	0	0.53
Bi	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.025	0.02	0.01	0.14
Th	2.58	1.28	2.78	5.2	7.8	6.8	1.92	2.29	4.21
U	0.65	0.34	0.73	1.78	2.7	2	0.71	0.82	0.1

Примечание: 1 3 габбро долериты инзерского комплекса; 4 6 калиевые щелочные габброиды; 7 9 оливиновые трахибазальты.

Note: 1 3 gabbro dolerites of the Inzer complex; 4 6 potassic alkaline gabbroids; 7 9 olivine trachybasalts.

Оливиновые трахибазальты темно-зеленые, иногда с буроватым оттенком порфировые породы с тонкозернистой основной массой. Порфировые выделения представлены гломерокристаллическими агрегатами оливина (см. рис. 5в) и ортопироксена (см. рис. 5г). Основная масса сложена удлиненно-таблитчатыми микролитами плагиоклаза, ксеноморфными и призматическими зернами авгита, таблитчатыми выделениями санидина, которые в значительной степени замещены ортоклазом или нерешетчатым микроклином, мелкими тетраэдрическими кристалликами магнетита и скелетными выделениями титаномагнетита. Породы метаморфизованы: оливин серпентинизирован, по ортопироксену развивается бастит с образованием гомоосевых псевдоморфоз, клинопироксен практически нацело хлоритизирован, а плагиоклаз соссюритизирован.

Эруптивные брекчии оливиновых трахибазальтов — красноватые породы, насыщенные обломками песчаников, кварцитопесчаников, алевролитов и щелочных габброидов (см. рис. 5д–з). Основная масса пород сложена мелкозернистым агрегатом, аналогичным оливиновым трахибазальтам с порфировидными кристаллами измененных калиевых полевых шпатов (см. рис. 5ж).

Особенности петрохимического состава оливиновых трахибазальтов заключаются в пониженных содержаниях кремнезема (38.12–44.84 мас.%) и CaO (0.56–4.2 мас.%) при повышенных количествах MgO (10.9–16.1 мас.%) и K₂O (1.54–4.59 мас.%) (табл. 2). Калиевые щелочные габброиды характеризуются высокими содержаниями TiO₂ (2.49–3.78 мас.%), K₂O (4.69–6.28 мас.%) и P₂O₅ (0.9–1.27 мас.%) (табл. 3).

На классификационной диаграмме SiO₂–Na₂O+K₂O (см. рис. 2а) фигуративные точки трахибазальтов располагаются в нескольких полях (пикробазальтов, базальтов и тефрит-базанитов), что свидетельствует о неоднородном составе пород. Особый интерес представляет диаграмма MgO–Na₂O+K₂O (см. рис. 2б), из анализа которой видно, что точки содержаний этих компонентов характеризуются линейным трендом с коэффициентом аппроксимации равным 0.728. Увеличение количества точек приводит лишь к слиянию полей этих пород и образованию единого тренда с нормальным распределением MgO и суммы щелочей, что присуще производным единого очага либо различным горизонтам единого тела. Тренд содержаний окиси магния и суммы щелочей в породах Алатаского антиклинория расположен между средними составами щелочных оливиновых базальтов и щелоч-

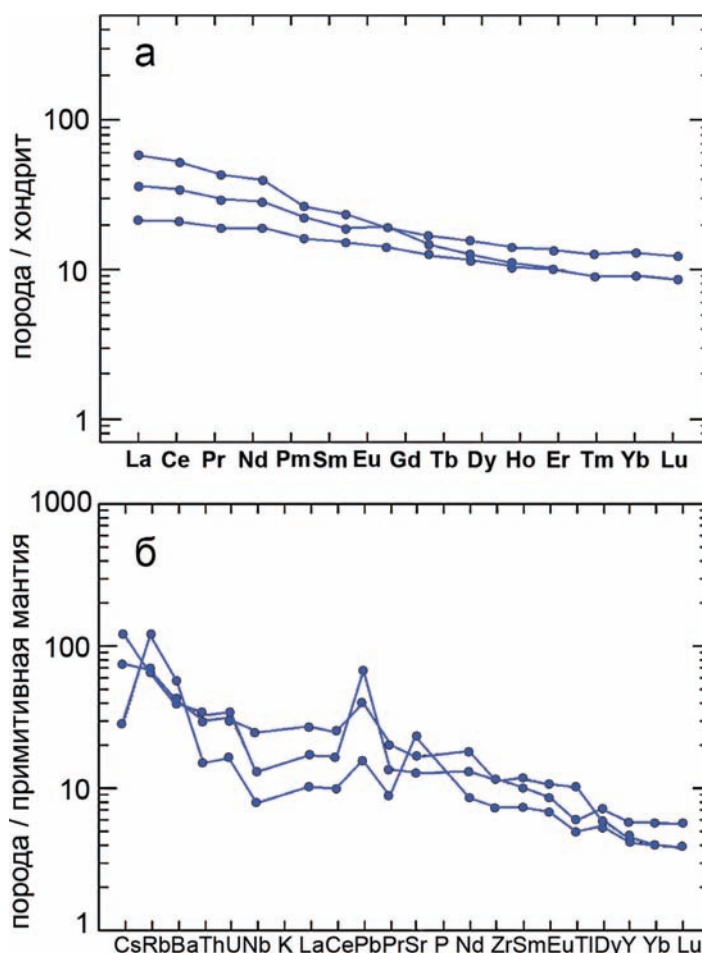


Рис. 3. Графики нормализованных содержаний микроэлементов в магматических породах инзерского комплекса. Хондрит и примитивная мантия по [McDonough, Sun, 1995]

Fig. 3. Graphs of normalized trace elements in igneous rocks of the Inzer complex. Chondrite and primitive mantle according to [McDonough, Sun, 1995]

ных базальтов калиевой серии, несколько «тяготея» ко второму, который можно рассматривать как один из членов тренда «алатауских» пород.

Геохимические характеристики рассматриваемых магматических пород подчеркивают их единство. Как видно из рис. 3а, нормализованные содержания редкоземельных элементов в щелочных габброидах и оливиновых трахибазальтах образуют единый тренд, который, в свою очередь, аналогичен тренду субщелочных оливиновых базальтов вулканического центра Бойна (Эфиопия), являющихся типичными маркерами континентальных магматических пород рифтогенной природы. Для щелочных габброидов и оливиновых трахибазальтов характерна значительная дифференциация РЗЭ, в частности, La/Lu и Ce/Yb для первых составляют 74.96 и 26.52, а для вторых — 93.0 и 30.97 соответственно. Причем сами легкие лантаноиды и тяжелая группа РЗЭ также фракционированы



Рис. 4. Фотографии обнажений пород авашлинского комплекса

а — общий вид обнажения щелочных пород в борту долины р. Баталалма; б — типичный вид магматитов с характерной окраской красновато-коричневого цвета; в — внедрение магматического расплава (1) в толщу слоистых песчаников (2) верхнего рифея; г — гомеогенные включения основного состава в щелочных магматитах.

Fig. 4. Photos of rock outcrops of the Avashlya complex

а — a general view of the exposure of alkaline rocks in the river valley Batalalma; б — a typical view of magmatic rocks with a characteristic reddish brown color; в — intrusion of magmatic melt (1) into the layer of layered sandstones (2) of the upper Riphean; г — homeogenic inclusions of the basic composition in alkaline magmatic rocks.

в значительной степени: La/Sm отношение в щелочных габброидах составляет 4.8, а в оливиновых трахи-базальтах — 3.73; Sm/Yb для первых равно 2.3, а для вторых — 3.22.

На графике нормализованного распределения элементов в характеризующихся породах (рис. 6в), на который также нанесены средние составы типичных пород щелочного ряда (щелочные пикриты и щелочные оливиновые базальты), отчетливо проявлены тенденции, позволяющие говорить о генетическом единстве алатауских пород. Общая направленность тренда (обедненность по сравнению с хондритом сидерофилами и обогащенность щелочноземельными и радиоактивными элементами) идентична тренду щелочных пикритов и базальтоидов, а «когерентность» в распределении элементов в алатауских породах,

частично не совпадающая с фигуративными точками щелочных пикритов и базальтов, позволяет дополнительно подчеркнуть генетическую связь между щелочными габброидами и базальтоидами.

Генетические условия образования пород

Генетические условия образования пород инзерского комплекса и щелочных пород Алатауского антиклинория в первом приближении можно проанализировать по диаграмме $Lu/Hf-La/Sm$ (рис. 7). Как видно из рисунка, средний состав габбро-долеритов инзерского комплекса располагается между трендами плавления шпинелевого и гранатового перидотита, «тяготея» к первому, т.е., условия формирования пород были близки к параметрам петрогенезиса,

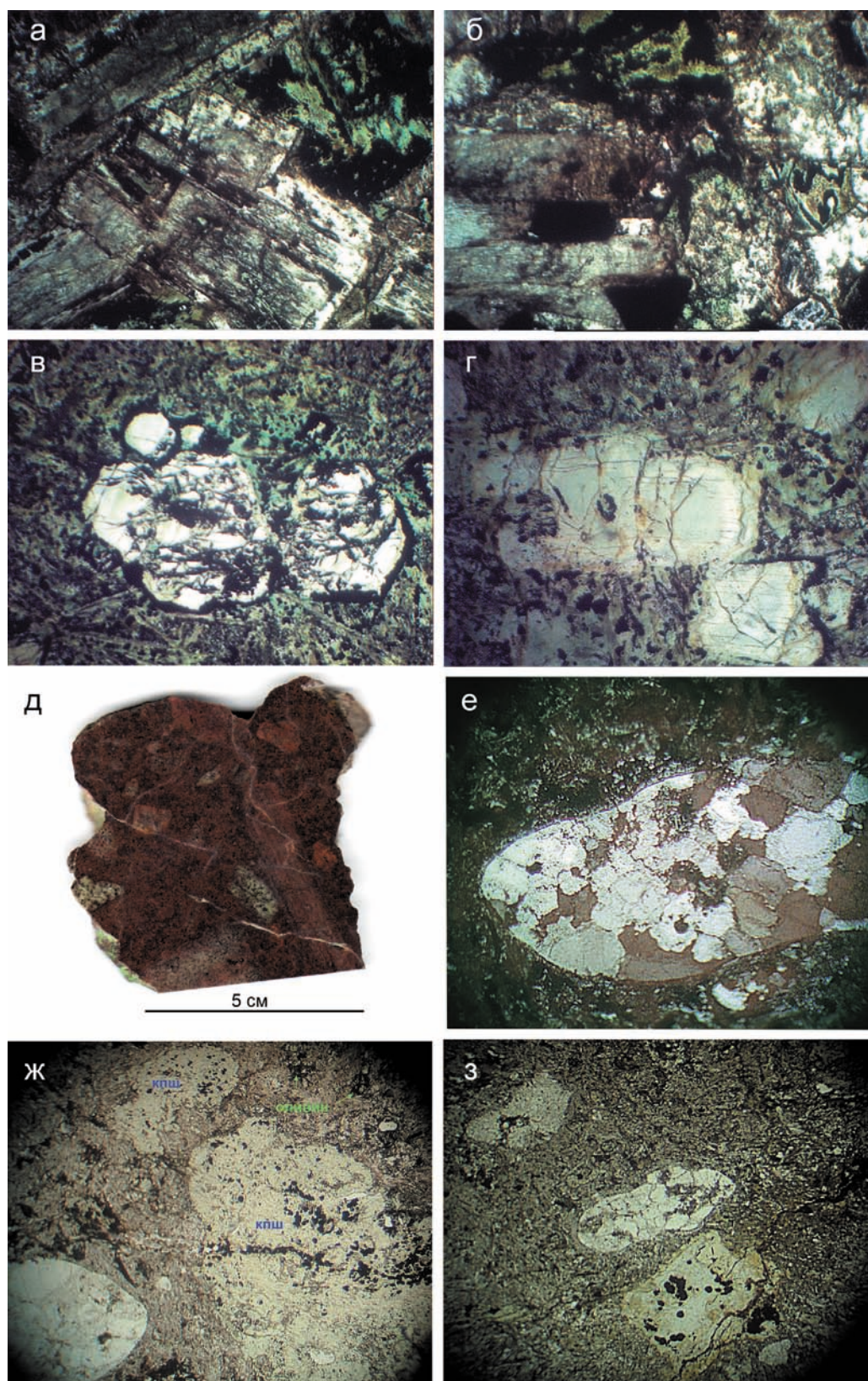


Рис. 5. Микрофотографии пород авашлинского комплекса (верховья руч. Баталалма)

а, б калиевые щелочные габброиды; в, г оливиновые трахибазальты; д з эруптивные брекчии.

Fig. 5. Microphotographs of the rocks of the Avashlya complex (the upper reaches of the Batalalma stream)

а, б potassic alkaline gabbroids; в, г olivine trachybasalts; д з eruptive breccias.

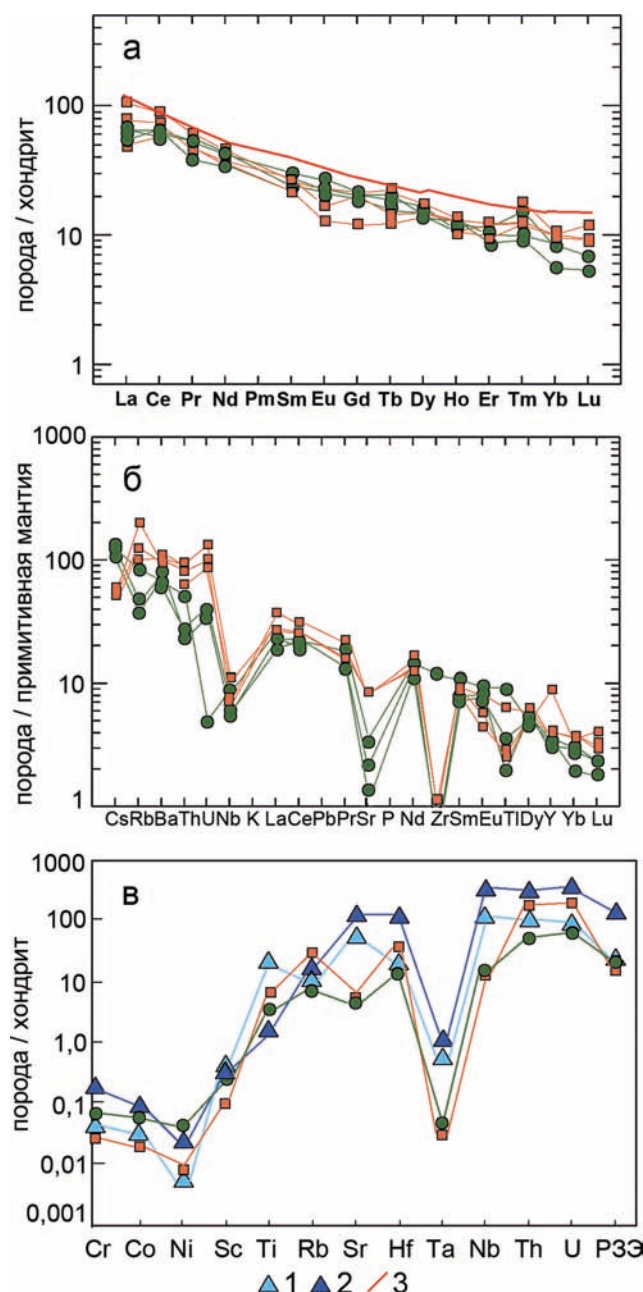
Таблица 2

Химические составы оливиновых трахибазальтов (мас. %)

Table 2

Chemical compositions of olivine trachybasalts (wt. %)

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	П.п.п.	Σ
42.67	1.9	12.39	9.48	7.26	0.08	14.7	0.56	0.19	1.77	8.49	99.49
41.99	1.92	12.61	16.14	3.6	0.02	10.9	0.56	0.33	4.59	6.83	99.46
42.0	1.85	12.5	13.1	4.3	0.02	11.4	4.2	0.1	4.4	6.6	100.47
42.0	1.85	14.0	6.5	6.7	0.08	14.0	4.2	0.2	2.1	8.5	100.13
38.12	2.26	13.12	19.26	0	0.06	14.1	1.12	0.15	3.49	7.92	99.6
39.0	2.2	13.44	17.47	0	0.06	16.0	0.84	0.13	3.69	7.9	100.73
44.84	2.32	13.54	13.49	0	0.05	12.86	1.4	0.03	2.95	7.82	99.3
42.87	1.87	11.43	20.32	0	0.04	11.3	0.98	0.19	3.27	7.84	100.13
42.09	1.98	11.9	15.79	0	0.05	16.1	0.84	0.12	1.54	9.69	100.1



характерным для пород шатакского комплекса и пикритов шуйдинского и ишлинского комплексов [Ковалев, 2011; Сазонова и др., 2011; Носова и др., 2012]. Фигуративная точка среднего состава оливиновых трахибазальтов на этой же диаграмме (см. рис. 7) располагается вблизи тренда плавления гранатового перидотита, практически сливаясь со значением, характеризующим пикриты лысогорского комплекса, расплавы которых образовались при температуре 1230–1240°C и давлении 21–36 кбар в области внутриплитного магматизма в условиях стабильности граната [Ковалев и др., 2019]. Можно высказать предположение, что оливиновые трахибазальты также сформировались в условиях гранатовой фации глубинности.

Взаимоотношения между оливиновыми трахибазальтами и щелочными габброидами, исходя из геологических данных и геохимических материалов, приведенных выше, можно проиллюстрировать следующей схемой (рис. 8). Вероятнее всего, щелочные габброиды и трахибазальты являются дифференциатами промежуточного магматического очага, а эруптивные

Рис. 6. Графики нормализованных содержаний элементов в породах Алатауского антиклинория, по [Ковалев, Салихов, 2003]

Условные обозначения: 1 – средний состав щелочных оливиновых базальтов; 2 – средний состав щелочных пикритов; 3 – внутриплитные базальты (субщелочные оливиновые базальты, вулканический центр Бойна, Эфиопия по [Barberi et al., 1975]). 1, 2 – по [Лутц, 1980]. Хондрит и примитивная мантия по [McDonough, Sun, 1995]. Остальные условные обозначения см. на рис. 2.

Fig. 6. Graphs of the normalized contents of elements in the rocks of the Alatau anticlinorium, according to [Kovalev, Salikhov, 2003]

Legend: 1 – average composition of alkaline olivine basalts; 2 – average composition of alkaline picrites; 3 – intraplate basalts (subalkaline olivine basalts, Boina volcanic center, Ethiopia according to [Barberi et al., 1975]). 1, 2 – according to [Lutz, 1980]. Chondrite and primitive mantle according to [McDonough, Sun, 1995]. Other symbols see in fig. 2.

Таблица 3

Химические составы калиевых щелочных габброидов (мас. %)

Table 3

Chemical compositions of potassic alkaline gabbroids (wt. %)

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	П.п.п.	Σ
50.6	3.78	15.4	12.6	0.06	4.7	3.54	0.28	5.77	1.27	3.08	101.80
51.4	3.44	15.7	11.4	0.08	4.05	2.97	0.13	6.28	1.21	3.48	100.14
52.6	2.49	11.8	19.3	0.04	2.8	2.3	0.41	5.13	0.9	2.58	100.35
50.4	2.98	13.7	18.07	0.09	2.92	2.21	0.44	4.69	1.21	3.44	100.15

Примечание: FeO* суммарное железо.

Note: FeO* total iron.

брекчии представляют собой жерловую фацию. Эксплозивный тип извержения может свидетельствовать о высокой газонасыщенности расплава в момент извержения.

Возраст пород

Позднерифейский возраст пород инзерского комплекса основывается на присутствии в конгломератах ашинской серии гальки микропегматоидных долеритов, характерных для инзерского комплекса, а также на определении возраста калий-аргоновом

методом, давшим значение от 670 до 920 млн лет [Алексеев, 1984].

Возраст щелочных габброидов, распространенных в пределах Башкирского мегантиклинория, является предметом дискуссий. По геологическим данным достоверно определяется досреднеордовикский возраст щелочных габброидов руч. Авашля, где, бесспорно, устанавливается несогласное залегание песчаников среднего ордовика на сиенитах и вмещающих их отложениях рифея [Алексеев, 1984]. Нижняя возрастная граница щелочных габброидов и сиенитов определяется верхнерифейским возрастом прорываемых ими

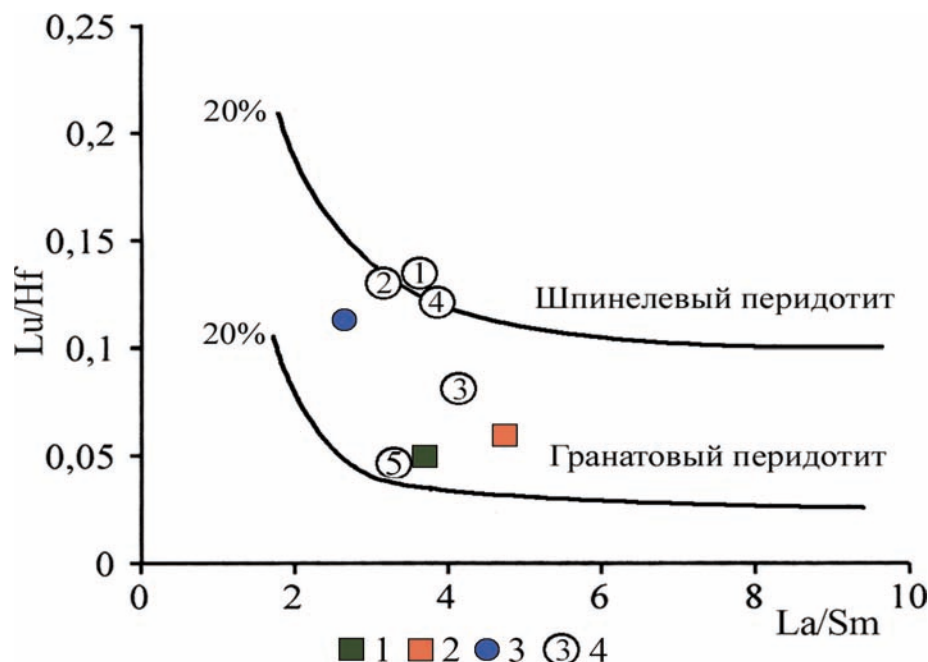


Рис. 7. Диаграмма Lu/Hf – La/Sm по [Regelous et al., 2003] для магматических пород Башкирского мегантиклинория

Условные обозначения: 1 – средний состав оливиновых трахибазальтов; 2 – средний состав щелочных габброидов; 3 – средний состав габбро долеритов инзерского комплекса; 4 – магматические породы Башкирского мегантиклинория (1 – шуйдинский комплекс, 2 – шатакский комплекс, 3 – лапыштинский комплекс, 4 – ишлинский комплекс, 5 – лысогорский комплекс); 20% – процент плавления мантийного субстрата. 4 – по [Ковалев, 2011].

Fig. 7. Lu/Hf – La/Sm diagram according to [Regelous et al., 2003] for igneous rocks of the Bashkir meganticlinorium

Legend: 1 – average composition of olivine trachybasalts; 2 – average composition of alkaline gabbroids; 3 – average composition of gabbro dolerites of the Inzer complex; 4 – igneous rocks of the Bashkir meganticlinorium (1 – Shuida complex, 2 – Shatak complex, 3 – Lapsyshta complex, 4 – Ishlya complex, 5 – Lysogorsk complex); 20% – the percentage of melting of the mantle substrate. 4 – by [Kovalev, 2011].

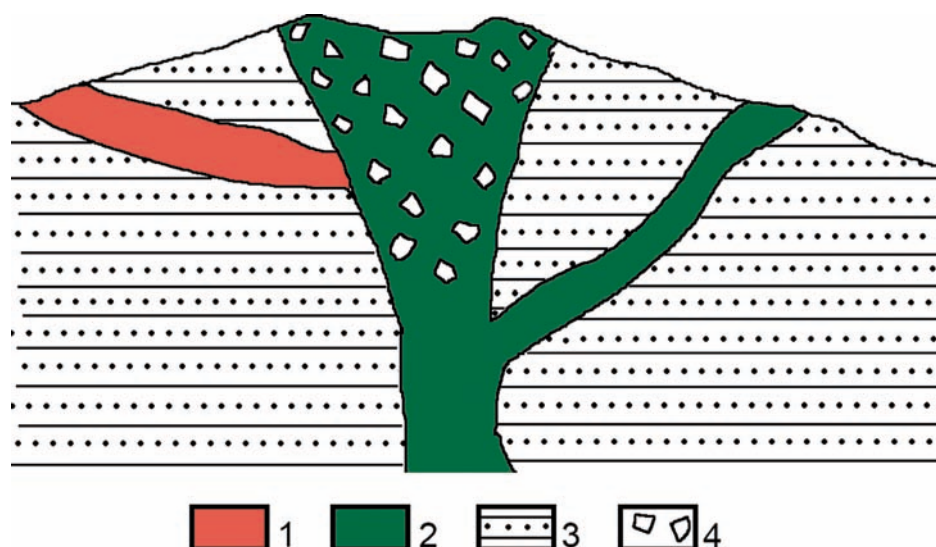


Рис. 8. Схема геологических взаимоотношений между щелочными габброидами, оливиновыми трахибазальтами и эруптивными брекчиями

Условные обозначения: 1 щелочные габброиды; 2 оливиновые трахибазальты; 3 вмещающие породы; 4 обломки вмещающих пород.

Fig. 8. Diagram of geological relationships between alkaline gabbroids, olivine trachybasalts and eruptive breccias

Legend: 1 alkaline gabbroids; 2 olivine trachybasalts; 3 enclosing rocks; 4 fragments of the enclosing rocks.

отложений. По двум параллельным определениям калий-аргоновым методом меланократового сиенита из Кужинского участка А.А. Алексеевым было получено значение 602.5 ± 7.5 млн лет [Алексеев, 1984]. С учетом того, что калиевые полевые шпаты в сиенитах изменены, этот «возраст» вероятнее всего соответствует какому-то более позднему этапу и определяет время проявления вторичных преобразований.

В начале 2000-х годов одним из авторов была предпринята попытка датирования щелочных пород авашлинского комплекса Rb-Sr методом. Для анализа были использованы все разновидности из указанного выше обнажения по руч. Баталалма (см. рис. 1 и рис. 4а), а также их аналоги из керна скважины Кулгунино-1, которые из-за их территориальной сближенности и приуроченности к зоне Алатауского разлома, вероятно, можно отнести к единому магматическому комплексу.

Полученные в результате измерения изотопных отношений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ и $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ точки в соответствующих координатах показывают линейную зависимость, по которой рассчитывается изотопный возраст $T = 1098 \pm 43$ млн лет и первичное отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.70589 \pm 0.0173$ (рис. 9). Однако степень соответствия точек осредняющей прямой линии, оцениваемая по рассчитанному параметру СКВО, существенно превышает единицу, поэтому эта линия не «дотягивает» до разряда изохроны, и должна классифицироваться как эрохрона. Первичное отношение изотопов стронция достаточно высокое (0.70589)

и указывает на возможное присутствие корового материала при выплавлении магматического расплава.

В 2017 г. А.А. Краснобаевым с соавторами было проведено датирование цирконов, выделенных из сиенитов Авашлинской интрузии, U-Pb методом с помощью SHRIMP-II, [Краснобаев и др., 2017]. Авторы считают, что ранние реликтовые цирконы имеют возраст 1320–1340 млн лет, цирконы с возрастом 1097 ± 20 млн лет фиксируют время метаморфизма, а возраст вмещающих пород отвечает машакской свите.

Приведенные радиометрические датировки, полученные двумя независимыми изотопными методами, несмотря на неплохую сходимости между собой, не внесли более полного понимания о возрасте щелочного магматизма, т.к. несколько противоречат устоявшимся представлениям о нижней возрастной границе верхнего рифея в пределах Башкирского мегантиклинория, которая в настоящее время проводится на уровне 1.03 млрд лет [Стратиграфический..., 2006]. Если принять полученные датировки за соответствующие истине, то границу между средним и верхним рифеем придется удревнить почти на 100 млн лет, либо пересмотреть стратиграфическую принадлежность толщ, вмещающих сиениты. Однако некоторые петрографические наблюдения, касающиеся обилия ксенолитов вмещающих осадочных пород, косвенно указывают на возможность ассимиляции (загрязнения) магматического расплава более древним материалом и, соответственно, допускают искажение рассчитанного

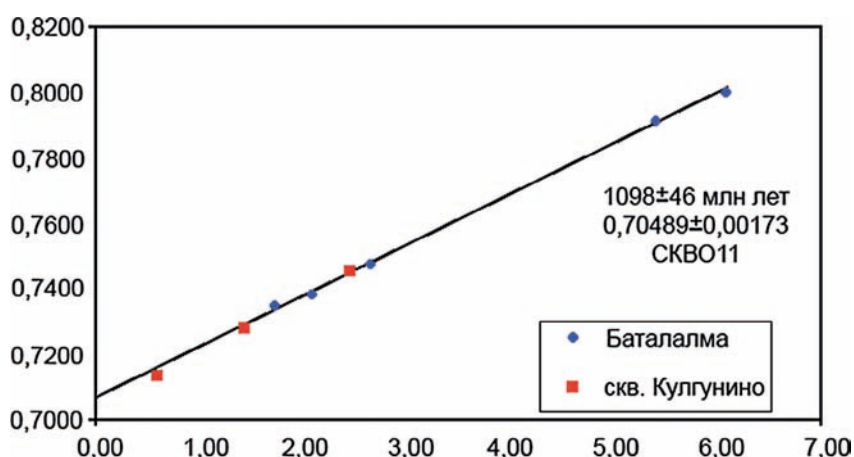


Рис. 9. Rb-Sr эрохрона для магматитов авашлинского комплекса с рассчитанным изотопным возрастом

Fig. 9. Rb-Sr erochron for magmatic rocks of the Avashlya complex with calculated isotopic age

изотопного возраста. По этой причине вопрос о возрасте остается открытым и требует проведения дополнительных исследований.

Работа выполнена в рамках Государственного задания (тема № 0246-2019-0080).

Список литературы:

- Алексеев А.А. Рифейско вендский магматизм западного склона Южного Урала. М.: Наука, 1984. 137 с.
- Ковалев С.Г. Новые данные по геохимии диабаз пикритового магматизма западного склона Южного Урала и условия его формирования // Литосфера. 2011. № 2. С. 68–83.
- Ковалев С.Г., Салихов Д.Н. Новые данные по геохимии щелочных пород Алатауского антиклинория // Геология, полезные ископаемые и проблемы экологии Башкортостана: Мат. 5-й Респ. геол. конф. Уфа: НИИ БЖД РБ, 2003. С. 42–45.
- Ковалев С.Г., Маслов А.В., Ковалев С.С., Высоцкий С.И. Sm-Nd возраст пикритов лысогогорского комплекса (Южный Урал): свидетельства инициального среднерифейского магматизма // Докл. РАН. 2019. Т. 488, № 1. С. 595–598. doi.org/10.31857/S0869565248815861.
- Краснобаев А.А., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Шокальский С.П., Бушарина С.В. Полихронная цирконология сиенитов Авашлинской интрузии в Кургасской антиклинали (Южный Урал) // Докл. РАН. 2017. Т. 473, № 2. С. 195–200. doi.org/10.7868/S0869565217080187.
- Лутц Б.Г. Геохимия океанического и континентального магматизма. М: Недра, 1980. 247 с.
- Носова А.А., Сазонова Л.В., Каргин А.В., Ларионова Ю.О., Горожанин В.М., Ковалев С.Г. Мезопротерозойская внутриплитная магматическая провинция Западного Урала: основные петрогенетические типы пород и их происхождение // Петрология. 2012. Т. 20, № 4. С. 392–428.
- Сазонова Л.В., Носова А.А., Ларионова Ю.О., Каргин А.В., Ковалев С.Г. Мезопротерозойские пикриты восточной окраины Восточно-Европейской платформы и Башкирского мегаантиклинория: петрогенезис и особенности составов оливина и клинопироксена // Литосфера. 2011. № 3. С. 64–83.
- Стратиграфический кодекс России. 3-е изд. СПб: ВСЕГЕИ, 2006. 96 с.
- Barberi F., Ferrara G., Santacroce R., Treuil M., Varet J. A transitional basalt pantellerite sequence of fractional crystallisation, the Boina centre (Afar rift, Ethiopia) // J. Petrol. 1975. Vol. 16, No. 1. P. 22–56. doi.org/10.1093/petrology/16.1.22.
- McDonough W.F. and Sun S. S. Composition of the Earth // Chemical Geology. 1995. Vol. 120. P. 223–253. doi: 10.1016/00092541(94)001404.
- Regelous M., Hofmann A.W., Aboushahi W., Galer S.J.G. Geochemistry of lavas from the Emperor Seamounts, and the geochemical evolution of Hawaiian magmatism from 85 to 42 Ma // J. Petrology. 2003. Vol. 44, No. 1. P. 113–140. doi.org/10.1093/petrology/44.1.113.

УДК 581.55 (470.57)

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ ГЕОПАРКА «ТОРАТАУ»

© 2020 г. Р. Ф. Абдрахманов, В. Н. Дурнаева, А. О. Полева

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

Аннотация: В статье рассматриваются гидрогеологические условия территории создаваемого в Республике Башкортостан геопарка «Торатау». Показано, что минеральный состав водовмещающих пород оказывает большое влияние на гидрохимический облик зоны гипергенеза. Водообеспеченность района достаточно высокая, модули подземного стока составляют от 0.1 0.5 до 1 3 л×с/км².

Территория геопарка «Торатау» богата минеральными водами. Это источники Ташастинский, Красноусольский, Талалаевский и др. различного химического состава и минеральные воды, добываемые скважинами для санаторно курортного использования: Красноусольское и Стерлитамакское месторождения. В районе Красноусольского курорта выявлено 32 группы восходящих сульфидных источников, расположенных двумя линиями по правому и левому берегам р. Усолки. На территории курорта Красноусольск и в его окрестностях выявлены три месторождения минеральных вод, отличающихся по своим геохимическим показателям и лечебным свойствам. Наиболее крупное из них Красноусольское 1 представлено сероводородными водами. Таш Астинский, Байгузинский и Талалаевские минеральные источники в настоящее время в лечебных целях не используются.

В течение многих лет изучаемая территория испытывает мощное техногенное влияние промышленных предприятий Стерлитамака, Ишимбая, Салавата. Горные породы и подземные воды насыщены продуктами нефтепереработки и отходами Башкирской содовой компании на всю проницаемую толщу не только в пределах самих производств, но и далеко за их пределами, при этом наиболее активно происходит загрязнение вод аллювиального горизонта. Период нахождения загрязняющих веществ в водоносных горизонтах достигает многих десятков и даже сотен лет. Это связано с тем, что для полного вывода загрязненных вод из горизонта требуется несколько циклов полного водообмена. Создание геоинформационной системы геопарка «Торатау» позволит отслеживать изменения на конкретных объектах в условиях всего геопарка под действием антропогенных и природных факторов, а также оценить степень влияния этих факторов.

Ключевые слова: геопарк, гидрогеологические условия, пресные воды, минеральные воды, техногенез, геоинформационные системы

HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF THE TERRITORY OF THE TORATAU GEOPARK

© 2020 R. F. Abdrakhmanov, V. N. Durnaeva, A. O. Poleva

Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

Abstract: The paper discusses the hydrogeological conditions of the territory of the Toratau geopark created in the Republic of Bashkortostan. It is shown that the mineral composition of water bearing rocks has a great influence on the hydrochemical character of the hypergenesis zone. The water supply of the district is quite high, the modules of the underground runoff are from 0.1 0.5 to 1 3 l×s/km².

The territory of the Toratau geopark is rich in mineral waters. These are sources of Tashastinsky, Krasnousolsky, Talalaevsky and others with various chemical composition and mineral waters produced by wells for sanatorium use: the Krasnousolsky and Sterlitamak deposits. In the Krasnousolsky resort area, 32 groups of ascending sulfide sources were identified, located in two lines along the right and left banks of the river. There are known three mineral water deposits in the resort of Krasnousolsk and its environs that differ in their geochemical parameters and healing properties. The largest of them, Krasnousolsky 1, is represented by hydrogen sulfide waters. Tashastinsky, Baiguzinsky and Talalayevsky mineral springs are currently not used for medicinal purposes.

For many years, the study area has been experiencing a powerful technogenic influence of the industrial enterprises of Sterlitamak, Ishimbay, Salavat. The rocks and groundwater are saturated with oil products and waste from the Bashkir soda company to the entire permeable stratum, not only within the production facilities themselves, but also far beyond them, and water from the alluvial horizon is the most contaminated. The period of presence of pollutants in aquifers reaches many tens and even hundreds of years. This is because the complete removal of polluted waters from the horizon needs several cycles of complete water exchange. The creation

of the geoinformation system of the Toratau geopark will make it possible to track changes in specific objects, within the entire geopark under the influence of anthropogenic and natural factors, as well as assess the degree of influence of these factors.

Key words: geopark, hydrogeological conditions, fresh waters, mineral waters, technogenesis, geographic information systems

Введение

В рамках Всемирного проекта ЮНЕСКО в конце XX—начале XXI века начала активно создаваться Глобальная сеть национальных геопарков (Global Geoparks Network). Глобальная сеть геопарков — это международная неправительственная некоммерческая добровольная организация, которая является площадкой для взаимодействия геопарков, действующая согласно правилам, регламентируемым ЮНЕСКО, и объединяющая правительственные структуры, частные организации, научные сообщества всех стран мира для сотрудничества и обмена опытом в области управления и использования геологического наследия различного уровня значимости [Корф, 2015]. Создаваемый на территории Республики Башкортостан геопарк «Торатау» в полной мере отвечает целям его создания: сохранение геологического наследия территории, популяризация геологических и экологических знаний в различных кругах населения и достижение устойчивого развития территории.

Территория геопарка достаточно хорошо обеспечена как пресными, так и минеральными водами (рис. 1). Особое место необходимо уделить охране и сохранению пресных подземных и минеральных вод данного региона на фоне большой освоенности территории промышленными предприятиями городов. Подземные воды левобережной части долины р. Белой в пределах I и II надпойменных террас на протяжении многих десятилетий находятся в зоне воздействия химических и нефтехимических производств г.г. Ишим-бая, Салавата и Стерлитамака.

Гидрогеологические условия территории

В соответствии с принципами структурно-геологического районирования Башкортостана [Абдрахманов, Попов, 1999] западная часть района исследований относится к восточной окраине сложного Волго-Уральского артезианского бассейна (I). Здесь выделяются Волго-Камский артезианский бассейн (I_1) и Предуральский артезианский бассейн (I_2), Западно-Уральский (II) артезианский бассейн (предгорная часть). Восточная часть района исследований находится в пределах Уральской гидрогеологической складчатой области (III, см. рис. 1).

В гидрогеологической структуре **Волго-Камско-го артезианского бассейна** преобладают пластовые

скопления подземных вод, где с некоторой условностью выделяются до 10 гидрогеологических комплексов, в каждом из которых заключены воды нескольких гидрохимических классов. Границами комплексов служат глинистые и галогенный водоупоры (кыновско-доманиковский, визейский, верейский, кунгурский). Среди них наиболее мощным (50–300 м и более) является кунгурский галогенный водоупор (гипсы, ангидриты, каменная соль), разделяющий чехол на два гидрогеологических этажа, в пределах которых условия формирования подземных вод существенно отличаются. Здесь развиты поровые, порово-трещинные, трещинные и трещиновато-карстовые классы подземных вод. Геологический разрез представлен породами палеозоя, состоящими из карбонатных и терригенных глинистых осадков девонского и каменноугольного возраста. Верхнекаменноугольные и нижнепермские отложения представлены депрессионной, молассовой, рифовой и лагунной фациями. Это, терригенные породы и соли.

Распределение подземных вод в осадочной толще бассейна контролируется вертикальной гидрогеодинамической и газогидрогеохимической зональностью, отражающими историю его гидрогеологического развития и современные процессы в системе «вода — порода — газ — органическое вещество». Суть их заключается в последовательном замещении с глубиной гидрокарбонатных¹ вод (до 1 г/дм³) сульфатными (1–20 г/дм³), сульфатно-хлоридными (5–35 г/дм³) и хлоридными (35–400 г/дм³). Одновременно происходит смена водорастворенных газов от кислородно-азотного до сероводородно-углекисло-метаново-азотного, азотно-метанового и метанового состава, снижение величин Eh (от +650 до –450 мВ) и pH (от 9 до 5).

Зона хлоридных вод (рассолов) занимает наибольший интервал в гидрогеохимическом разрезе

¹ Систематизация подземных вод по химическому составу произведена на базе классификации Алекина Посохова [Алекин, 1970; Посохов, 1975]. В соответствии с ней, при соблюдении неравенства $гCl < гNa$, выделяются тип I (гидрокарбонатный натриевый или содовый) с соотношением $гHCO_3 > гCa+гMg$ и тип II (сульфатный натриевый) с соотношением $гHCO_3 < гCa+гMg$. В случае, когда $гCl > гNa$, выделяются тип IIIa (хлормagneиный) с соотношением $гCl < гNa+гMg$ и тип IIIб (хлоркальциевый) с соотношением $гCl > гNa+гMg$. Если в воде концентрация HCO_3 равна нулю, то она относится к типу IV. Наименование вод дается по преобладающим анионам и катионам в порядке их возрастания. Преобладающими считаются ионы, содержащиеся в количестве 20% и более при условии, что сумма анионов и катионов равна 100% в отдельности.

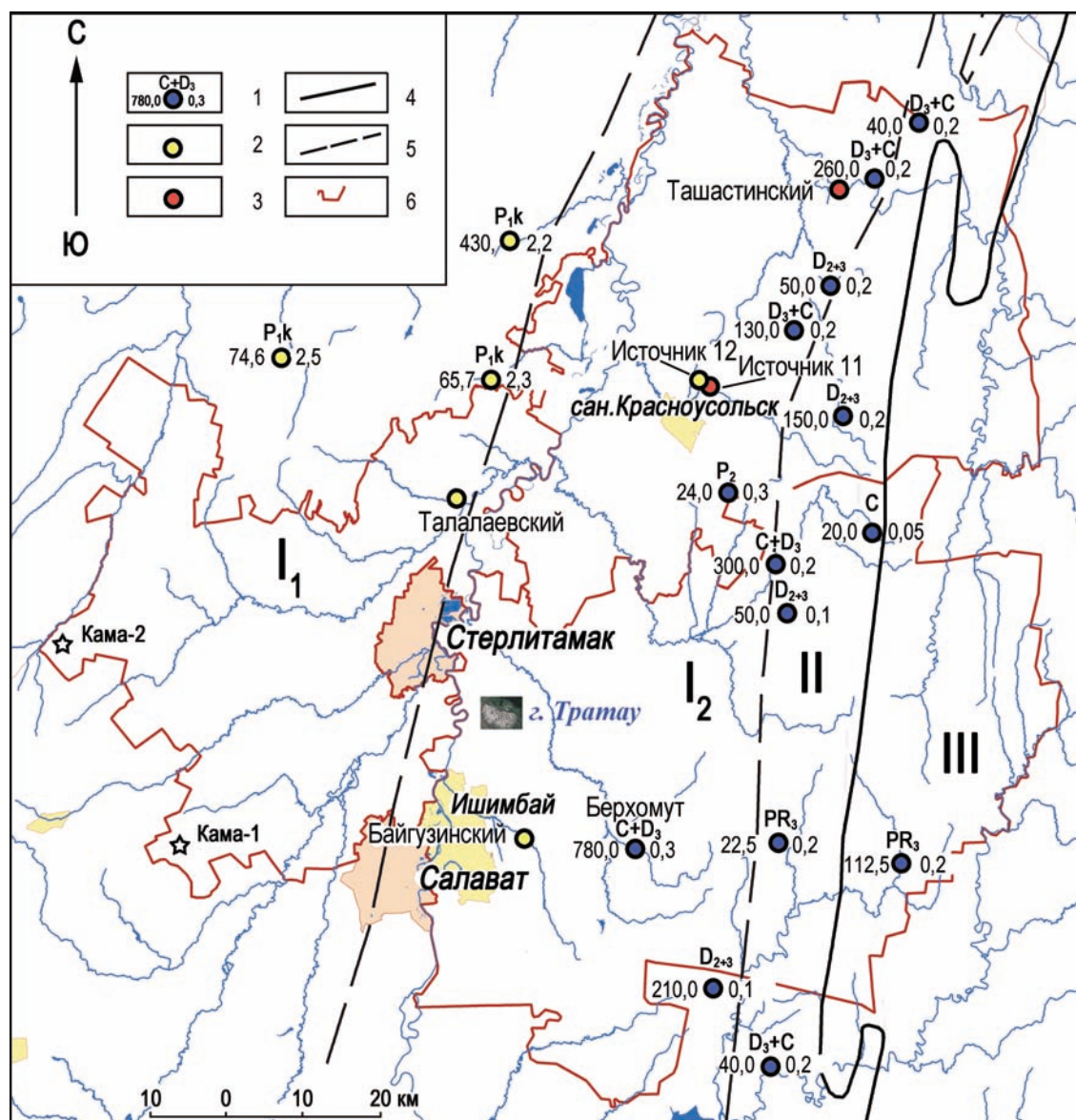


Рис. 1. Схема расположения источников геопарка «Торатау»

Пресные высокодебитные: 1 гидрокарбонатные (до 1 г/дм³): вверху возраст водовмещающих пород, слева дебит (л/с), справа минерализация (г/дм³). *Минеральные:* 2 сульфатные (до 3 г/дм³), 3 хлоридные (от 2 3 до 50 г/дм³); 4 граница между Волго Уральским артезианским бассейном и Уральской гидрогеологической складчатой областью; 5 границы между гидрогеологическими структурами второго порядка: I₁ Волго Камский артезианский бассейн, I₂ Предуральский артезианский бассейн, II Западно Уральский артезианский бассейн, III Уральская гидрогеологическая складчатая область; 6 граница геопарка «Торатау».

Fig. 1. The layout of the sources of the Toratau geopark

Fresh high-yield: 1 hydrocarbonate (up to 1 g/dm³): at the top is the age of the water bearing rocks, on the left is the flow rate (l/s), on the right is mineralization (g/dm³). *Mineral:* 2 sulfate (up to 3 g/dm³), 3 chloride (from 2 3 to 50 g/dm³); 4 the border between the Volga Urals artesian basin and the Urals hydrogeological folded region; 5 boundaries between second order hydrogeological structures: I₁ Volga Kama artesian basin, I₂ Cis Urals artesian basin, II West Urals artesian basin, III Urals hydrogeological folded area; 6 border of the Toratau geopark.

(до 10–11 км). Хлоридные натриевые, кальциево-натриевые сульфидно-углекисло-метаново-азотные рассолы генетически связаны с сульфатизированными и битуминозными породами раннепермского и каменноугольного возраста. Поликомпонентные сероводородные, борные, йодобромные хлоридные натриевые рассолы с заметной концентрацией сероводорода

вскрываются в рифовых массивах на глубинах до 700–800 м у г. Ишимбая. В районе Ишимбаевского нефтяного месторождения содержание H₂S колеблется от первых сотен миллиграммов на литр до 1 г/дм³ и выше. Минерализация рассолов обычно составляет 250–290 г/дм³. Их отличают высокие концентрации брома (до 830 мг/дм³), йода (до 90 мг/дм³) и бора.

Сероводородные и йодобромные рассолы представляют интерес в бальнеологическом отношении (Ишимбайский тип бальнеологических вод).

Предуральский бассейн на востоке граничит с Западно-Уральским бассейном трещинно-карстово-пластовых вод. Сложен бассейн девонскими и каменноугольными преимущественно карбонатными осадками и представляет линейный карстовый артезианский бассейн. Наибольшая концентрация стока карстовых вод происходит в нижнекаменноугольных и верхнедевонских карбонатных толщах. Об этом свидетельствуют мощные концентрированные выходы карстовых родников. Среди них выделяется высокодебитный источник Берхомут (см. рис. 1). Максимальный дебит родника 1.39 м³/с, минимальный — 0.65 м³/с. Используется для водоснабжения г. Стерлитамак. Производительность водозабора «Берхомут» — 60 тыс. м³/сут — обеспечивает потребности города в питьевой воде. При расходе 0.3 м³/с начинается пульсирующая турбулентная разгрузка, связанная с подземными карстовыми сифонами. Химический состав воды родника гидрокарбонатный кальциевый, минерализация 100–250 мг/дм³. По бактериальному составу вода здоровая.

Восточная горная часть геопарка «Торатау» находится в пределах **Центрально-Уральского бассейна** трещинно-жилых вод. Основным типом структур бассейна являются метаморфические гидрогеологические массивы, сложенные первично-осадочными формациями позднего протерозоя — палеозоя. Существуют также внутроструктурные карстовые бассейны, приуроченные к карбонатным породам позднего протерозоя Башкирского антиклинория. На геохимический облик вод зоны гипергенеза, кроме ландшафтно-климатических особенностей, большое влияние оказывает минеральный состав водовмещающих пород, дренируемых реками в пределах местных областей питания и разгрузки.

Наименее минерализованные ультрапресные воды (30–80 мг/дм³) характерны для геохимически малоактивных сред: кварцитов, кварцевых песчаников, кремнистых и слюдисто-кварцевых сланцев. Циркулирующие в этих породах воды имеют сульфатно-гидрокарбонатный, гидрокарбонатный, реже хлоридно-гидрокарбонатный состав. Среди катионов преобладают кальций и натрий, нередко к числу главных ионов (>20%) принадлежит и магний. Солевой состав большинства проб ультрапресных вод представлен Ca(HCO₃)₂ и Mg(HCO₃)₂ (до 50–70%). В водах всегда присутствуют сульфаты в количестве 10–30, иногда до 60%, а также NaCl от 2–5 до 20, редко 40%. Карстовые воды обычно имеют минерализацию 0.2–0.4 г/дм³, гидрокарбонатный кальциевый состав. В глубоких частях бассейна (по данным Кулгунинской сверхглу-

бокой скважины) формировались гидрокарбонатные натриевые (содовые) воды с минерализацией до 10–12 г/дм³ [Крайнов и др., 2012; Попов, Абдрахманов, 2013].

Водообеспеченность района достаточно высокая, особенно его восточной части. Модули подземного стока колеблются от 0.1–0.5 (западная часть района) до 1–3 л×с/км² (восточная). Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод Ишимбайского района составляют 304 м³/сут., современный водозабор — 162.8 м³/сут., Стерлитамакского — 55.8 м³/сут., современный водозабор — 31.8 м³/сут., Гафурийского — 135 м³/сут., современный водозабор — 8.9 м³/сут. [Абдрахманов, 2014].

Минеральные воды региона и их использование

Территория геопарка «Торатау» богата минеральными водами (см. рис. 1). Это источники (Ташастинский, Красноусольский, Талалаевский и др.) различного химического состава и минеральные воды, добываемые скважинами для санаторно-курортного использования: Красноусольское и Стерлитамакское месторождения.

Красноусольские месторождения минеральных вод. На базе Красноусольских минеральных вод (рис. 2) функционирует курорт государственного значения, находящийся в 5 км северо-восточнее пос. Красноусольский, в 140 км южнее г. Уфы. Среди санаториев и курортов Волго-Уральского региона курорт Красноусольск по разнообразию природных лечебных факторов занимает особое место. Здесь выявлены и используются в лечебных целях различные типы минеральных вод (питьевые сульфатные кальциевые и хлоридные натриевые радоновые, бальнеологические сероводородные) и грязи [Абдрахманов, 2014; Абдрахманов, Попов, 1999]. Расположенность курорта в зоне передовых складок Уральских гор создает своеобразные условия для климатолечения, организации терренкуров с целью дозированных по расстоянию и углу подъема пеших прогулок. Территория курорта, где развита разнообразная древесная растительность (сосна, лиственница, береза, дуб, липа и др.), характеризуется высокой ионизационной и бактерицидной способностью, что является положительным лечебным фактором. Курорт Красноусольск расположен на стыке Бельского понижения и передовых складок Южно-Уральских гор (абс. отм. 130–210 м), что обеспечивает достаточную увлажненность территории (осадков до 500 мм в год).

В геолого-структурном отношении Красноусольские месторождения минеральных вод приурочены к сводовой части Усольской антиклинали, сложенной

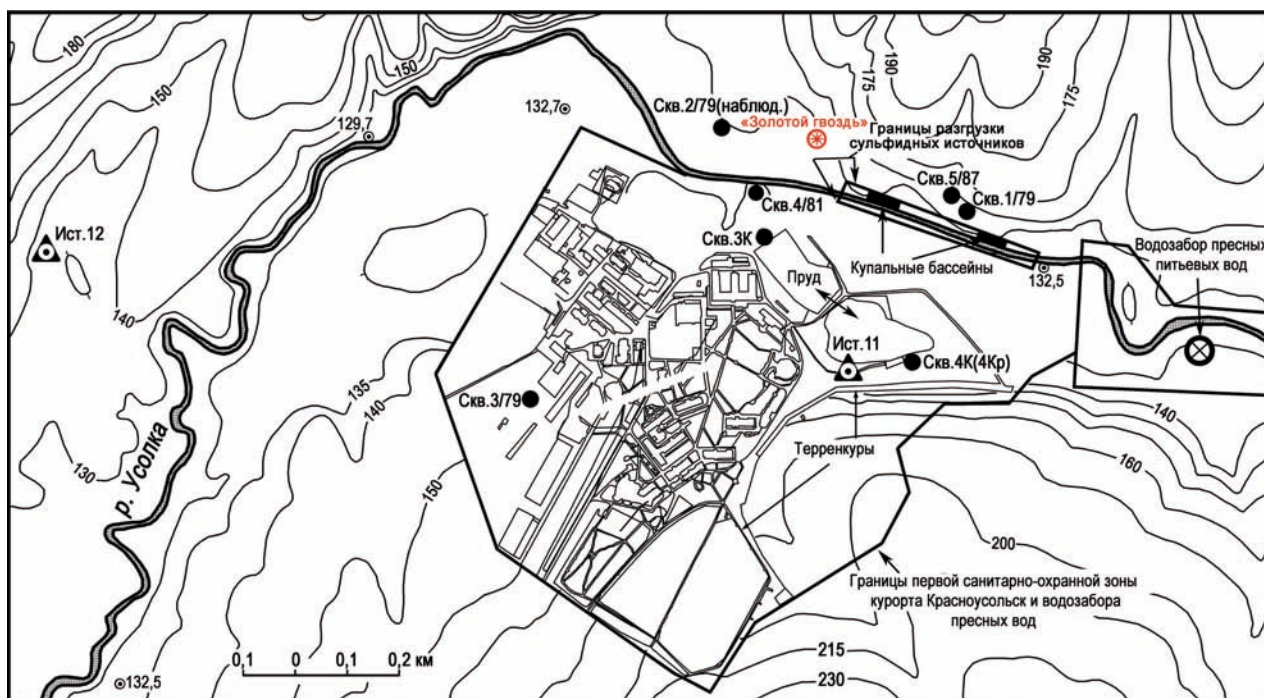


Рис. 2. Схема расположения минеральных источников курорта Красноусольск [Абдрахманов и др., 2006]

Fig. 2. The layout of the mineral springs of the resort Krasnousolsk [Abdrakhmanov et al., 2006]

известняками среднего и верхнего карбона, перекрытыми нижнепермскими флишевыми и молассовыми отложениями (рис. 3).

Непосредственно на территории курорта и в его окрестностях известны три месторождения минеральных вод, отличающихся геохимическими показателями и лечебными свойствами, — Красноусольское 1, Красноусольское 2 и Красноусольское 3 [Абдрахманов, Попов, 1999]. Наиболее крупное из них — Красноусольское 1 — представлено сероводородными водами (рис. 4)¹.

В результате наших исследований [Абдрахманов, Попов, 1999] в районе Красноусольского курорта выявлено 32 группы восходящих сульфидных источников, расположенных двумя линиями по правому и левому берегам р. Усолки. Длина правобережной линии ~0.5 км; она объединяет 29 групп источников естественного происхождения (см. рис. 2). На левом берегу р. Усолки, вблизи курорта, находятся два сероводородных источника, которые возникли на месте скважин, вскрывших самоизливающиеся воды (0.9 и 5.0 л/с) в известняках карбона. Дебит отдельных

источников от 0.1 до 8–10 л/с, а суммарный дебит (без учета субаквальных выходов в русле р. Усолки) в летнюю межень оценивается в 80 л/с.

Воды всех источников относятся к хлоридным натриевым с минерализацией 2.2–47.7 г/дм³, концентрацией H₂S до 70–80 мг/дм³, температурой 9–13 °С, величиной pH 6.9–7.4, Eh +160...–340 мВ. Содержание

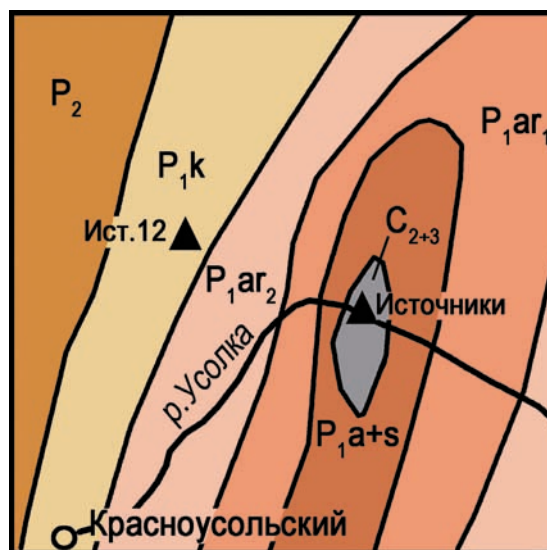


Рис. 3. Геологическое строение района Красноусольских минеральных источников [Геологическая..., 1979]

Fig. 3. The geological structure of the area of Krasnousolsky mineral springs [Geologicheskaya..., 1979]

¹ Сероводородные минеральные источники стали известны еще с середины XVIII в. из трудов первых экспедиций Российской Академии наук (П.И. Рычков, П.С. Паллас, И.М. Лепехин). В дальнейшем их обследовали А.В. Нечаев, Г.В. Вахрушев, В.Г. Попов, Р.Ф. Абдрахманов, изучали различные партии Центрального НИИ курортологии и физиотерапии. Бальнеологическую ценность вод исследовали сотрудники Башкирского государственного медицинского университета.

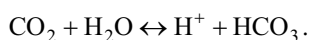
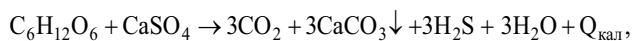


Рис. 4. Один из многочисленных сероводородных источников в долине р. Усолки. У источника профессор Р.Ф. Абдрахманов

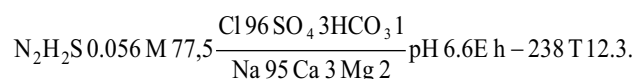
Fig. 4. One of the many hydrogen sulfide springs in the valley of river Usolka. At the source, Professor R.F. Abdrakhmanov

микроэлементов (мг/дм³): Вг до 40.5, I до 0.9, H₃BO₃ до 30.9, F до 1.6. Солевой состав на 80–95% представлен NaCl, остальными солями являются (%): Na₂SO₄ 1–4%, MgSO₄ 2–6%, CaSO₄ 0.2–7% и Ca(HCO₃)₂ 1–8%.

Происхождение вод инфильтрационное; химический состав формируется за счет выщелачивания солевого комплекса каменноугольных пород; природа сероводорода биогенная. Именно в битуминозных карбонатных породах каменноугольного возраста создались благоприятные литолого-гидрогеохимические и термобарические (PT) условия для генерации H₂S за счет процесса биохимической сульфатредукции:

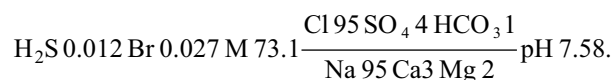


Формула химического состава воды скважины № 5/87, используемой в бальнеологических целях, имеет вид:



Скважина 5/87 (дублер 1/79) имеет глубину 301 м, пробурена в 1989 г. Сероводородные воды вскрыты в интервале глубин 150–301 м в трещиноватых, закарстованных карбонатных отложениях среднего карбона.

Состав воды скважин №№ 4/81 и 3К, ранее используемых в лечебных целях, характеризуется следующей формулой:



Содержание сероводорода (12.2 мг/дм³) несколько ниже установленного для данного типа вод (30–40 мг/дм³).

Анализ поведения главных ионов в водах с различной минерализацией свидетельствует о том, что ее рост практически всецело обеспечивается за счет натрия и хлора, содержания которых увеличиваются соответственно от 0.78 до 25.5 г/дм³ (83.5–95.7%) и от 1.15 до 39.2 г/дм³ (80.9–95.1%). С увеличением минерализации возрастают также концентрации сульфатного (от 0.16 до 3.0 г/дм³), кальциевого (от 0.1 до

0.68 г/дм³) и магниевого (от 0.02 до 0.3 г/дм³) ионов. В то же время относительное их содержание (%) неуклонно снижается: SO_4^{2-} — от 8.0 до 5.4–4.5, Ca^{2+} — от 12.3 до 3.3–2.6, Mg^{2+} — от 4.2 до 2.1–1.8. Исключение составляет гидрокарбонат-ион, индифферентный к росту минерализации. Концентрация его остается примерно на одном уровне (0.2–0.32 г/дм³), а относительное содержание уменьшается от 12.1 до 0.3%.

Подобное распределение макрокомпонентов указывает на то, что формирование геохимической гаммы сероводородных вод месторождения Красноустьское 1 осуществляется при участии процесса смешения рассольных и пресных вод [Абдрахманов, Попов, 1997]. Характер этого процесса показан на рис. 5. Для построения графика взяты в качестве исходных хлоридный натриевый рассол с минерализацией 77.5 г/дм³, вскрытый скважиной 5/87 глубиной 301 м на месторождении, и пресная (0.5 г/дм³) гидрокарбонатная кальциевая вода из скважины глубиной 10 м, используемая на курорте для питьевых целей (см. рис. 2). Как видно, серия промежуточных вод (Красноустьские источники), образующихся в результате смешения, подчиняется линейной зависимости А.Н. Огильви [1925]: $y = ax + b$, где x — минерализация воды, y — концентрация отдельного иона, a и b — параметры, общие для исходных и смешанных вод (a — тангенс угла наклона линии тренда к оси абсцисс, b — отрезок, отсекаемый линией тренда на оси ординат).

Фигуративные точки ионного состава промежуточных вод находятся на прямой, соединяющей точки исходных вод, или близки к ней. Линии натрия и хлора почти совпадают, свидетельствуя о том, что источником этих ионов является выщелачивание галита. Это отвечает условиям формирования сероводородных вод в слабопромытых засоленных каменноугольных породах лагунно-морского происхождения в гидрогеодинамической зоне затрудненного водообмена на глубине >400–600 м¹. РТ-параметры этой зоны и литолого-геохимическая обстановка в ней (наличие сульфатов и органических веществ (ОВ), восстановительная среда) благоприятны для образования сульфидов за счет процесса сульфатредукции.

В наружных лечебных целях в санатории используются сульфидные хлоридные натриевые воды. Они добываются скважиной № 4-К на левом берегу р. Усолки. Скважина имеет глубину 23.3 м, пробурена в 1960 г.

¹ Здесь и далее глубина формирования термальных струй, питающих источники в зонах разломов, определялась по формуле: $H = (T_{\text{ист}} - T_{\text{нс}}) / (\Gamma + H_{\text{нс}})$, где $T_{\text{ист}}$ — температура воды источника, °С; $H_{\text{нс}}$ и $T_{\text{нс}}$ — глубина залегания и температура нейтрального слоя; Γ — величина геотермического градиента, °С/100 м. В расчетах по этой формуле не учитывалось снижение температуры разгружающихся с глубины вод по мере их продвижения к поверхности, поэтому действительная глубина всегда будет несколько выше расчетной.

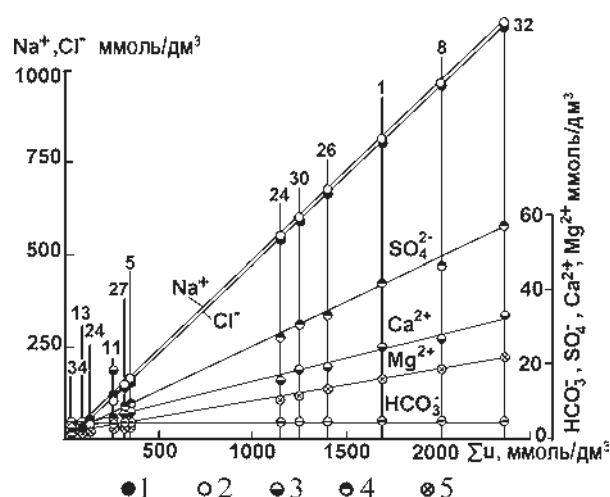


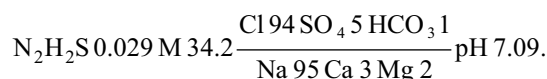
Рис. 5. График смешения Красноустьских минеральных вод

Условные обозначения. 1 5 — химический состав вод: 1 гидрокарбонатный кальциевый и магниевый кальциевый, 2 гидрокарбонатный натриевый и кальциевый натриевый, 3 сульфатный кальциевый и магниевый кальциевый, 4 сульфатный натриевый и кальциевый натриевый, 5 сульфатно хлоридный и хлоридный кальциевый натриевый и натриево кальциевый.

Fig. 5. Diagram of mixing of Krasnousolsk mineral waters

Legend. 1 5 — the chemical composition of water: 1 bicarbonate calcium and magnesium calcium, 2 bicarbonate sodium and calcium sodium, 3 sulphate calcium and magnesium calcium, 4 sulphate sodium and calcium sodium, 5 sulphate chloride and calcium chloride sodium and sodium calcium.

Рядом сооружена резервная скважина (скв. 4-Кр). В воде присутствуют (мг/дм³): бром 22.9; йод 1.7. Химический состав воды описывается формулой:

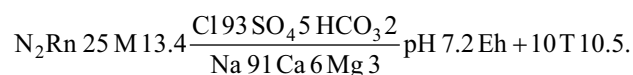


Согласно Методическим указаниям МЗ РФ № 2000/34 «Классификация минеральных вод и лечебных грязей для целей их сертификации» минеральные воды скважин 5/87 и 4-К относятся к подгруппе 2.5.4 Красноустьского типа.

Глубинный генезис минеральных вод месторождения подтверждается наличием в них высоких концентраций гелия (до 9.3×10^{-3} мл/л), обнаруживающего четкие корреляционные связи с хлором, сероводородом, йодом, бромом и температурой (рис. 6–9) [Абдрахманов, Попов, 1999, 2010].

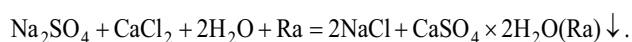
Месторождение Красноустьское 2 радоновых вод находится на территории курорта (см. рис. 2 и 10). Здесь, в основании левого склона долины р. Усолка, из-под четвертичных осадков выбивает грифон соленой воды с дебитом 0.1–0.2 л/с и T 10.0–10.5 °С (на курорте известен как источник 11). Это бессульфидная хлоридная натриевая вода с повышенным содержанием кальция (10.3–14.4%), относящаяся к достаточно хорошо выраженному хлоркальциевому (IIIб) типу,

являющемуся основным геохимическим типом глубокозалегающих подземных вод. Солевой состав воды следующий (%): NaCl 81.4–85.9, MgCl₂ 3.8–4.2, CaCl₂ 1.6–6.7, CaSO₄ 4.4–4.9, Ca(HCO₃)₂ 1.6–3.9. Минерализация воды в летнюю межень разных лет составляла 7.6–13.5 г/дм³, а величина отношения rNa/rCl 0.88–0.94. Специфический компонент газового состава воды — радон (38–68 ед. Махе или 13.8–24.7 нСи/дм³). Формула химического состава ее:



Формирование месторождения радоновых вод в долине Усолки связано с наличием в верхней части геологического разреза вторичных эманулирующих коллекторов. Это подтверждается высокими концентрациями радона (до 200 ед. Махе или 72.8 нСи/дм³ и более) в водах карбонатных пород вблизи контакта их с рыхлыми песчано-глинистыми отложениями р. Усолки. Причем с глубиной содержание радона резко падает до нескольких единиц Махе.

Известными примерами обогащения радоном минеральных вод в толще аллювия при выходе их на поверхность являются воды Цхалтубо, Усть-Кута и Джеты-Огуза. Само же образование вторичных эманулирующих коллекторов Красноусольского месторождения, по нашему мнению, связано с соосаждением радия с кальциевыми солями при смешении поднимающихся с глубины субтермальных рассолов типа Шб (хлоркальциевого) с холодными пресными водами типа II (сульфатно натриевого), циркулирующими в верхней части разреза Усольской антиклинали. Этот процесс может быть выражен следующей формулой:



Отсюда становится понятным, что именно вблизи выхода единственного в своем роде источника 11 с водой хлоркальциевого типа и были обнаружены воды с наиболее высоким содержанием радона (175–210 ед. Махе, или 63.7–7.64 нСи/дм³). Не исключено,

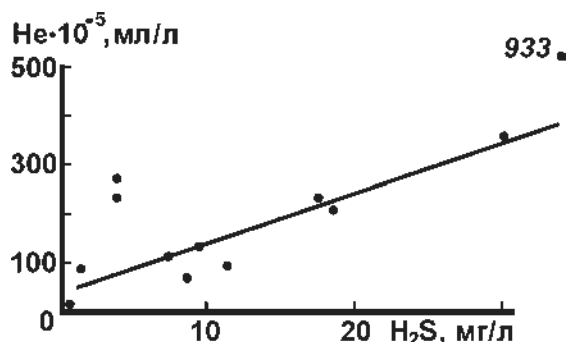


Рис. 6. Связь между гелием и сероводородом

Fig. 6. The relationship between helium and hydrogen sulfide

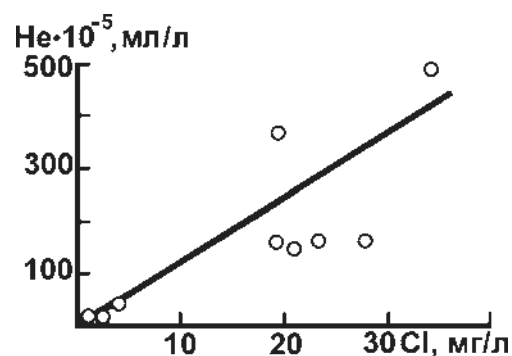


Рис. 7. Связь между гелием и хлором

Fig. 7. The relationship between helium and chlorine

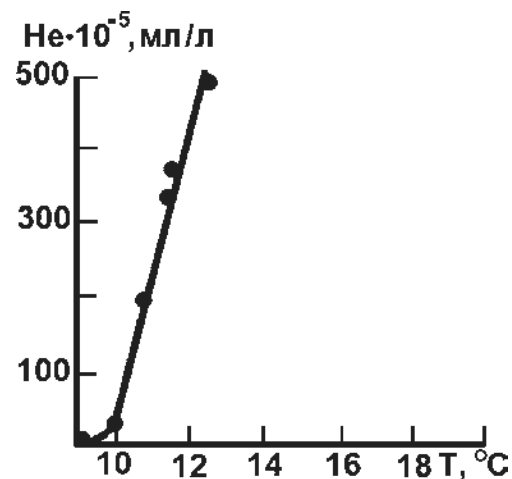


Рис. 8. Зависимость содержания гелия от температуры воды

Fig. 8. Dependence of helium content on water temperature

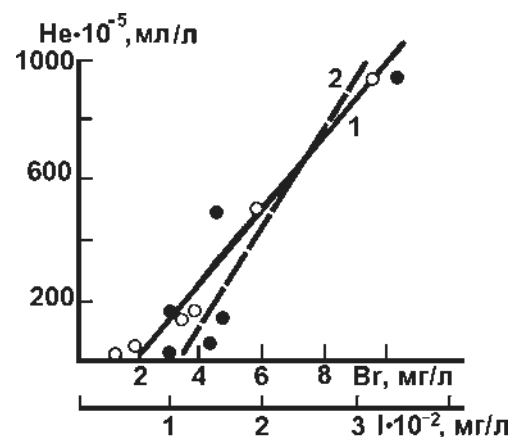


Рис. 9. Связь гелия с бромом (1) и йодом (2)

Fig. 9. The relationship of helium with bromine (1) and iodine (2)



Рис. 10. Месторождение минеральных радоновых вод (источник 11)

Fig. 10. Mineral radon water deposit (source 11)

что определенную роль в накоплении радона в минеральных водах также играют эманулирующие коллекторы, образованные радием, сорбированным самими глинистыми породами из хлоридных рассолов.

Очевидно, струи хлоридных рассолов, формирующих месторождения Красноусольское 1 и Красноусольское 2, поднимаются по тектоническим трещинам с разных глубин (более 500–600 м), не смешиваясь друг с другом. Этим объясняется специфический ионно-солевой и газовый состав воды источника 11 и отсутствие прямой корреляции между минерализацией и содержанием отдельных компонентов, присущей источникам месторождения Красноусольское 1 (см. рис. 5). Наличие глубинной составляющей в воде радонового источника подчеркивается содержанием в ней гелия 3.1×10^{-4} мл/л, что на порядок выше фоновой концентрации.

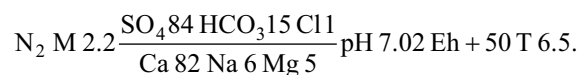
Среднеминерализованные (сильносолоноватые) радоновые воды, содержащие среди солей CaCl_2 , в природе встречаются очень редко (Джеты-Огуз в Киргизстане, Кройцнах и Таале в Германии). Лечебные свойства их оцениваются высоко.

Из биологически активных компонентов в бальнеологически значимых концентрациях в воде источника содержатся ОБ ($C_{\text{орг}}$ 11.9 мг/дм³). Остальные терапевтически активные компоненты присутствуют в сравнительно небольших количествах (мг/дм³): бром

1.49, йод 0.34, мышьяк до 0.01, железо <0.05, ортоборная кислота 3.60, метакремниевая кислота 14.5.

Токсичные, радиоактивные и другие регламентируемые компоненты (железо, кобальт, ванадий, барий, цинк, медь, алюминий, никель, селен, ртуть, хром, марганец, свинец, стронций, мышьяк, литий, кадмий, альфа- и бета-активность, фтор, полифосфаты, фенолы, нитриты, нитраты, аммоний, перманганатная окисляемость, $C_{\text{орг}}$) в воде источника 11 находится в концентрациях, допустимых для минеральных питьевых лечебных вод. Органолептические свойства воды (внешний вид, вкус, цвет, запах) удовлетворяют требованиям для минеральных питьевых вод.

Месторождение минеральных вод *Красноусольское 3* (см. рис. 2 и рис. 11) в геохимическом отношении занимает особое положение. Оно расположено в 1.5 км западнее курорта и представлено источником Горький Ключ (источник 12). Дебит его 40 л/с, T воды 6.1–6.5°C. Генетически он не относится непосредственно к Красноусольской группе минеральных вод и приурочен к закарстованным гипсам кунгура, слагающим правый склон долины р. Усолки. Вода источника по составу сульфатная кальциевая с минерализацией 2.2 г/дм³:



Водорастворенные соли представлены (%): CaSO_4 7, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 15, Na_2SO_4 7. От вод Красноусольских источников примерно того же уровня минерализации она отличается несколько пониженным содержанием йода (0.001 мг/дм^3) и брома (0.8 мг/дм^3). Воды данного источника в соответствии с ГОСТ Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия» относятся к Краинскому типу XI группы сульфатных кальциевых минеральных вод. Биологически активные компоненты в воде источника 12 содержатся в небольших количествах и по результатам проведенного анализа составляют (мг/дм^3): бром 0.75, йод 0.34, мышьяк до 0.01, метакремниевая кислота 14.2, ортоборная кислота 2.29, ОВ ($\text{C}_{\text{орг}}$) 2.82. По активной реакции среды, характеризующейся величиной $\text{pH} = 7.2$, исследованная вода является нейтральной. Содержание токсичных, радиоактивных и других регламентируемых компонентов находится в допустимых для минеральных лечебно-столовых вод концентрациях.

Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых для курорта Красноусольск по категориям А и В утверждены следующие балансовые эксплуатационные запасы минеральных вод (табл.).

Международная комиссия по стратиграфии официально признала геологический разрез «Усолка» эталонным геологическим объектом — глобальным парастратотипом границы каменноугольной и перм-

ской систем. Здесь забит первый в России «Золотой гвоздь» (см. рис. 2; подробнее — в статье В.Н. Пучкова в предыдущем выпуске журнала).

Стерлитамакские месторождения минеральных вод расположены в пределах выровненной неоген-четвертичной долины р. Белой и представлены двумя месторождениями.

Одно месторождение разведано по заказу Стерлитамакского комбината пиво-безалкогольных напитков «Шихан» в 1997 г., а второе — для обеспечения минеральными лечебными водами санатория-профилактория «Белая береза» на 600 мест завода синтетического каучука.

Комбинат «Шихан» расположен на юго-западной окраине г. Стерлитамак на абс. отметках 150–152 м. Здесь пробурены две скважины (№ 1 и № 2). Скважиной 2 на глубине 58–65 м в неогеновых песчаных отложениях вскрыты слабонапорные воды. Дебит скважины 0.7 л/с при понижении уровня на 36 м (от статического 45 м).

Согласно заключению ЕМНЦ, вода имеет следующий состав:

$$\text{N}_2 \text{ M } 2.0 \frac{\text{SO}_4 61 \text{ Cl } 24 \text{ HCO}_3 15}{\text{Ca } 45 \text{ Mg } 39 \text{ Na } 16} \text{ pH } 7.85 \text{ Eh } + 170.$$

Биологически активные компоненты в исследованной воде присутствуют в небольших количествах (мг/дм^3): бром — 0.32–0.7; йод — 0.17–0.2; железо —



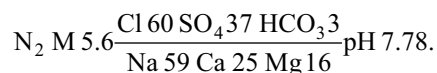
Рис. 11. Месторождение сульфатных минеральных вод (Красноусольское 3).
У источника профессор Р.Ф. Абдрахманов

Fig. 11. Spring of sulfate mineral waters (Krasnousolskoe 3)

до 2.5; мышьяк — 0.01; ортоборная кислота — 0.6–2.5; метакремниевая кислота — 0.17–20.0. Органические вещества представлены следующими фракциями (мг/дм³): спирторастворимые соединения — 1.5; нейтральные битумы — 1.5; кислые битумы — 2.0. Суммарное содержание органических веществ по фракциям составляет 5.0 мг/дм³. В связи с низким содержанием биологически активных компонентов лечебное действие данной минеральной воды определяется ее основным ионным составом и минерализацией.

Анализ физиологических групп бактерий показывает, что вода обладает характерными для ее состава группами микроорганизмов: преобладают аммонифицирующие, нитрифицирующие, денитрифицирующие и маслянокислые бактерии. Согласно ГОСТ Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия», по основному химическому составу она близка к типу Ижевский 1.

Скважина 1, пробуренная в 7 м от скважины 2, в песчано-гравийных плиоценовых отложениях в интервале 94.0–106.5 м вскрыла минеральные воды (дебит 1.9 л/с при понижении на 7 м) сульфатно-хлоридного кальциево-натриевого состава с минерализацией 5.61 г/дм³. Химический состав воды достаточно стабилен и, по данным анализа отдела курортных ресурсов ЕМНЦ, описывается следующей формулой:



Содержание биологически активных компонентов следующее (мг/дм³): бром — 0.37–1.4; йод — 0.17–0.20; железо — 0.5; мышьяк — до 0.01; метакремниевая кислота — 20.2–20.4; ортоборная кислота —

5.1–8.0. В составе органических веществ кислые битумы составляют 3.6, спирторастворимые соединения 2.0, нейтральные битумы — 1.65 мг/дм³. Суммарное содержание органических веществ по фракциям — 7.25 мг/дм³.

Анализ основных физиологических групп бактерий показывает, что в воде скв. 1 достаточно интенсивно протекают процессы круговорота азота и углерода. Об этом свидетельствуют содержащиеся в воде в большом количестве (25 000 бактерий в 1 мл) аммонифицирующие, нитрифицирующие, денитрифицирующие и маслянокислые бактерии. В связи с наличием в воде сульфат-ионов и присутствием в ней органических веществ, в небольшом количестве установлены сульфатредуцирующие бактерии. Клетчаткоразрушающие и тионовые бактерии не обнаружены. В целом микробиологические показатели воды — удовлетворительные.

Химические вещества, обладающие в определенных концентрациях токсическим действием или оказывающие неблагоприятное влияние на органолептические свойства воды (железо, кобальт, ванадий, барий, цинк, медь, алюминий, никель, селен, ртуть, хром, марганец, свинец, мышьяк, литий, кадмий, уран, стронций-90, цезий-137, калий-40, радий-226, торий-222, нитриты, нитраты, аммоний, фториды, полифосфаты, фенолы), в исследованной воде находятся в допустимых для минеральных вод концентрациях. Органолептические показатели воды (внешний вид, цвет, запах, вкус) удовлетворяют требованиям, предъявляемым к минеральным водам. Санитарно-бактериологическое состояние воды — удовлетворительное.

Сульфатно-хлоридная кальциево-натриевая маломинерализованная вода скв. 1, согласно ГОСТ Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые. Общие

Таблица

Эксплуатационные запасы минеральных вод курорта Красноусольск [Абдрахманов и др., 2006]

Table

Operational reserves of mineral waters of the Krasnousolsk resort [Abdrakhmanov et al., 2006]

Тип вод (назначение использования)	М, г/дм ³	Содержание специфических микрокомпонентов	Эксплуатационные запасы по категориям, м ³ /сут.		Номера скв. и источников, обосновывающих запасы
			А	В	
Маломинерализованные сульфатные кальциевые (для лечебно-питьевых целей)	1.7 2.5		854		12
Очень слаборадоновые среднеминерализованные хлоридные натриевые (для лечебно-питьевых целей и бальнеолечения)	7 15	Радон 7 20 нСи/дм ³	5		11
Высокоминерализованные хлоридные натриевые (для бальнеолечения)	30 40		190		4К
Слабосульфидные хлоридные натриевые рассолы (для бальнеолечения)	60 70	Сульфиды 30 40 мг/дм ³	285		4/81
Сульфидные средней концентрации хлоридно-натриевые рассолы (для бальнеолечения)	70 80	Сульфиды 70 80 мг/дм ³		240	1/79

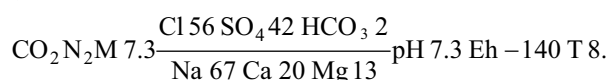
технические условия», относится к Ергенинскому типу, разливается Стерлитамакским комбинатом пиво-безалкогольных напитков как минеральная вода Шихан 1.

Для санатория-профилактория «Белая Береза» в 2 км западнее комбината пиво-безалкогольных напитков пробурены три скважины (№№ 4/87, 2/85 и 1/85) на разные типы минеральных вод.

Месторождение 26/3 вскрыто скважиной 4/87, пробуренной в 1987 г. на территории гидроминеральной площади санатория, в 50 м от здания аэрации. Абсолютная отметка устья 170 м, глубина 162 м. Статический уровень — 36.5 м, дебит — 2.35 л/с при понижении уровня воды на 1.7 м (удельный дебит 1.4 л/с).

Водоносны пески и галечники нижней части (112–162 м) неогеновой системы. Водоупор между неогеновыми и подстилающими их отложениями уфимского яруса (Р_{1u}) отсутствует. Поэтому считается [Кузнецов и др., 1989 г.], что химический состав вод продуктивного горизонта формируется за счет перетоков из уфимского комплекса, заключающего напорные воды.

Химический состав воды характеризуется формулой:

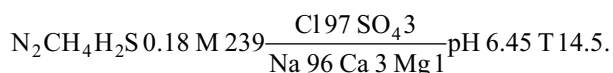


Водорастворенные соли (%): NaCl — 56, CaSO₄ — 18, MgSO₄ — 13, Na₂SO₄ — 9. В микрокомпонентном составе обнаружены (мг/дм³): бром — 7, стронций — 4, аммоний — 4, фтор — 0.5, литий — 0.1. Содержание кремнекислоты 11 мг/дм³, а борной — 10 мг/дм³. По газовому составу вода относится к углекисло-азотному типу. Общее количество растворенного газа составляет 33 см³/дм³, содержание (%): N₂ — 74, CO₂ — 21, Ar — 3, O₂ — 0.7. Органические вещества в воде отсутствуют, концентрация токсичных элементов (селен, ртуть, хром, ванадий и др.) не превышает ПДК для минеральных питьевых вод.

Согласно заключению ВНИЦМРиФТ (от 18 сентября 1989 г.) и разработанной нами типизации минеральных вод Башкортостана, близким аналогом данной воды является сульфатно-хлоридная кальциево-натриевая вода Ергенинского типа. По ГОСТ Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия» вода санатория-профилактория «Белая береза» и скважин 1 и 2 комбината пиво-безалкогольных напитков относится к лечебно-столовым и рекомендуется для лечения хронических гастритов с нормальной, повышенной и пониженной секреторными функциями желудка, неосложненной язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, а также в постоперационном периоде по

поводу язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, дискинезии кишечника, хронических заболеваний печени и желчевыводящих путей, хронических панкреатитов, болезней обмена веществ. Может быть использована как в условиях санаторно-курортных учреждений, так и для розлива.

Месторождение минеральных вод *Стерлитамакское* 2 залегает в карбонатных отложениях нижней перми на глубине 575–1005 м. Оно вскрыто и опробовано скважиной 2/85, дебит которой составил 0.32 л/с (27.6 м³/сут) при понижении уровня воды от статического (81.5 м) на 64 м. В физико-химическом отношении это хлоридные натриевые сероводородные (H₂S 100–176 мг/дм³) рассолы (до 240 г/дм³) с температурой 14.5°C, pH 6.3–6.6. В воде содержатся повышенные концентрации брома (100–125 мг/дм³) и бора H₃BO₃ (130–180 мг/дм³). Состав воды следующий:

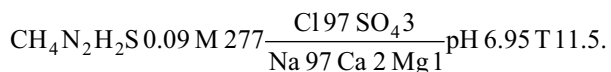


В рассолах в небольших количествах обнаружены также (мг/дм³): литий — 2, стронций — 10, аммоний — 6, органические вещества — 0.44, кремниевая кислота — 1. Хлоридная натриевая вода данного месторождения относится к группе крепких сероводородных, поскольку содержание H₂S в ней превышает 100 мг/дм³, что обеспечивает его присутствие в кондиционных количествах (более 10 мг/дм³) в приготовленных для бальнеопроцедур водах путем 5–6-кратного разбавления рассолов. Что же касается брома и бора (H₃BO₃), то при разбавлении рассолов до минерализации порядка 40 г/дм³ (в готовой для лечебного использования воде) их содержание будет почти всегда ниже установленных кондиций (25 и 35 мг/дм³ соответственно). Это обстоятельство не позволяет отнести рассольные воды скважины 2/85 к группе бромных–борных. При этом следует иметь в виду, что бальнеологическая активность сероводорода намного выше активности брома и бора, и даже относительно невысокие в приготовленной для бальнеолечения воде концентрации сульфидов оказывают большее лечебное воздействие, нежели наличие других специфических компонентов (бром, бор и др.), поскольку H₂S подавляет их физиологическое воздействие.

При необходимости для обеспечения более щадящего воздействия рассол можно разбавить в 7 раз. В этом случае получим сероводородную (H₂S 15–23 мг/дм³) хлоридную натриевую (28–32 г/дм³) минеральную воду с повышенным содержанием брома (от 14 до 18 мг/дм³) и бора (19–26 мг/дм³).

Скважина 1/85 вскрыла в верхне- и среднекаменноугольных известняках и доломитах в интервале 1452–1726 м (дебит 10 м³/сутки) рассолы с минерали-

зацией 245–285 г/дм³ (в среднем 277 г/дм³) следующего состава:



Рассолы содержат сероводород (60–90 мг/дм³), бор (Н₃ВО₃ 130–160 мг/дм³), имеют температуру 11.5 °С, рН 6.95. Содержание токсичных компонентов, а также санитарно-бактериологические показатели в пределах нормы.

Скважина 1/85 была пробурена с целью получения бромных рассолов. Но фактический разрез не совпал с проектным. Здесь бессероводородные бромные рассолы залегают на глубине 2000–2200 м. Кроме того, в заключении Уральской гидрогеологической партии «Лечминресурсы» отмечается высокая проницаемость каменноугольного комплекса, поэтому он используется для захоронения промышленных стоков г.г. Стерлитамака и Салавата. В связи с этим разведка минеральных вод в нем сейчас и в будущем вряд ли целесообразна, поскольку уже в настоящее время в комплексе имеются очаги загрязнения.

В Башкирском Предуралье в бассейне реки Белая к середине 90-х годов было проведено семь подземных ядерных взрывов: два для захоронения стоков завода «Салаватнефтеоргсинтез» («Кама-1», в 25 км к западу от г. Салават) и АО «Башкирская содовая компания» («Кама-2», в 28 км западнее г. Стерлитамак, см. рис. 1), пять для увеличения нефтеотдачи пластов. В 1965 г. в СССР были проведены **два первых (в мировых целях) камуфлетных¹ взрыва** — для интенсификации притока нефти на Грачевском нефтяном месторождении Башкортостана (близ Мелеуза) [Емельянов, 1997]. Объектом для закачки промышленных стоков выбран визейско-башкирский карбонатный комплекс, залегающий на глубине более 2 км и экранированный глинистыми породами. В ноябре 1974 г. во время бурения прокольной скважины на полигоне «Кама-1» произошел аварийный выброс пароводяной смеси, вызвавший радиоактивное загрязнение местности [Абдрахманов, 1993, 2019]. Замеры радиационного фона в 1991 г. в районе скважины показали несколько тысяч мкр/ч, в закрытой зоне — 180–250 мкр/ч, в районе насосной станции — 55 мкр/ч. В настоящее время максимальная мощность радиационного фона достигает 250 мкр/ч.

Естественно, что в подобной ситуации обводненная трещинно-пластовая система верхнего–среднего карбона в районе г. Стерлитамака месторождением

минеральных вод признана быть не может [Кузнецов и др., 1989 г.].

В настоящее время в лечебных целях используются воды только скважины 4/87. В целом в результате разведочных работ в г. Стерлитамаке создана надежная гидроминеральная база, что намного расширяет лечебные возможности санатория-профилактория «Белая береза», поскольку каптированные минеральные воды отличаются весьма широким спектром их использования для лечения самых различных заболеваний. Кроме того, при наличии сероводородных рассольных вод появляется возможность более качественной регенерации применяемой в настоящее время лечебной грязи (ее обогащение сульфидами), что также расширяет количество и качество методов ее лечебного использования.

Учитывая очень сложную экологическую обстановку в г. Стерлитамаке и прилегающих к нему индустриальных центрах (г.г. Ишимбай, Салават), где сконцентрировано много крупных предприятий нефтеперерабатывающей и химической промышленности, и связанный с этим рост самых различных заболеваний среди населения, выполненные геологоразведочные работы являются весьма важными и актуальными.

Таш-Астинский минеральный источник (см. рис. 1) расположен в восточной части острова р. Зилим, напротив западной окраины д. Таш-Асты Гафуровского района. Севернее источника на крутом склоне долины (гора Уклы-Кая) с превышением над уровнем реки до 170 м обнажаются известняки среднекаменноугольного возраста (московский ярус). Слои этих пород образуют антиклинальную складку. Выход минеральных вод с дебитом 35–40 л/с, восходящего типа в виде грифонов из аллювиальных отложений, находится в 10–12 м от русла реки. Температура воды 7–7.5 °С. В источнике отмечается небольшое скопление грязи с запахом сероводорода, используемой местными жителями в лечебных целях.

Вода источника имеет хлоридный натриевый состав, тип II, минерализацию от 2.1 до 3 г/дм³. Концентрация микроэлементов составляет (мг/дм³): брома — 0.13, бора — 0.05, фтора — 0.12. Содержание кислорода в воде 2.5 мг/дм³. Величина рН колеблется от 7 до 8.3, Eh составляет +120 мВ. Содержание гелия, характеризующее глубину разгрузки — (41–53)×10⁻⁵ мл/л.

Талалаевские минеральные источники (см. рис. 1) находятся у восточной окраины д. Талалаевка Стерлитамакского района, на первой надпойменной террасе р. Месселька. Они представлены двумя выходами. Разгрузка минеральных вод происходит из кунгурских гипсов, подстилающих озерно-болотные отложения плейстоцена.

¹ Камуфлетным называется взрыв, произведенный столь глубоко под землей, что полость взрыва не сообщается с земной поверхностью. В случае ядерного камуфлетного взрыва это означает, что происходит полное захоронение радиоактивных продуктов взрыва под землей [Емельянов, 1997].

Первый источник приурочен к основанию левого склона (у тылового шва) долины, в 150 м от русла с превышением 3 м. Выход восходящего типа со дна циркообразного понижения. Дебит его 0.1 л/с, температура воды 8–9.5°C. Дно понижения заболочено. Ближе к реке это понижение сливается с озером, на дне которого отмечено накопление сероводородной грязи. По данным Г.В. Вахрушева [1961], на ее базе с 1850 г. в течение нескольких лет существовал не большой курорт.

Второй источник расположен в 0.3 км выше по долине от источника 1, в 20 м от пруда с превышением 2 м над урезом воды. Он также восходящего типа, в виде нескольких мелких грифонов, дебетом 0.3–0.4 л/с. Температура воды 5–7°C.

Состав вод обоих источников сульфатный кальциевый, минерализация их 2.3–2.5 г/дм³, тип II, pH 6.7–7.7. Содержание микроэлементов составляет (мг/дм³): йода — 0.005, брома — 0.31, бора — 0.25, фтора — 0.4–0.88. Концентрация гелия в воде небольшая — $(5–10) \times 10^{-5}$ мл/л. В настоящее время в лечебных целях не используются.

Байгузинский минеральный источник (см. рис. 1) находится в 0.8 км юго-восточнее д. Байгузино Ишимбайского района, в основании правого склона долины р. Тайрюк, в 20 м от старого русла, с превышением над урезом воды 2 м. Источник сосредоточенный, восходящий, с дебитом 2 л/с. Водоносными являются кунгурские породы, подстилающие почвенно-суглинистые отложения. Приурочен этот источник к зоне Шихано-Волостновского надвига, трассирующегося во внешней части Предуральяского краевого прогиба.

Состав воды источника сульфатный кальциевый, натриево-кальциевый, минерализация 2.3–3.5 г/дм³, тип II. В микрокомпонентном составе присутствуют (мг/дм³): йод — 0.002, бром — 1.95, бор — 0.1, фтор — 0.3. Величина pH 6.9, а Eh (–5) мВ. Температура воды 6.5°C. Для источника характерно повышенное содержание гелия (73×10^{-5} мл/л).

Гидрогеоэкологические проблемы района геопарка «Торатау»

Гидрогеохимическими исследованиями в бассейне среднего течения р. Белой выявлена значительная загрязненность почв, горных пород и подземных вод продуктами нефтехимических, химических и других предприятий. Установлено, что левобережная часть долины р. Белой в пределах I и II надпойменных террас на протяжении многих десятилетий находится в зоне воздействия нефтехимических производств г.г. Ишимбая, Салавата и Стерлитамака. Грунты насыщены нефтепродуктами не только в пределах самих производств, но и далеко за их пределами. В подзем-

ных водах хлоридного, хлоридно-гидрокарбонатного магниево-натриевого, кальциево-магниево-натриевого, натриево-аммонийного состава (М 0.7–1.8 г/дм³, pH 7.3–7.9) обследованной территории обнаружены нефтепродукты, азот аммонийный, сульфаты, хлориды, нитриты, сульфиды, железо, ртуть, ПАВ, фенол и алкилфенолы, бензол и алкилбензолы, изомеры спиртов, алкалфталаты, бензойная кислота, карбоновые кислоты, ПАУ (в том числе бенз(а)пирен) и др., превышающие ПДК от 2–6 до 67–82 раза. Территория левобережья р. Белой между городами Ишимбай и Салават (25–27 км) загрязнена нефтепродуктами на всю пронизываемую толщину горных пород. Нефтепродукты движутся по направлению потока подземных вод (уклоны 0.0009–0.005, скорости 0.6–4 м/сут) и разгружаются из аллювия (песчано-гравийных пород) на обрывистых берегах речных террас.

Крупным источником техногенного влияния на подземные и поверхностные воды в районе г. Стерлитамак являются сточные воды АО «Башкирская содовая компания». Сырьем для производства соды являются органогенные известняки (CaCO₃) шихана Шахтау и соли (NaCl) Яр-Бишкадакского месторождения, расположенного в 13 км южнее города на правом берегу р. Белой (северная окраина г. Ишимбай) в нижнепермских образованиях Бельского прогиба.

Структурные и фильтрационные изменения глинистых пород, как противифльтрационного экрана довольно детально изучены в шламонакопителях («Белых морях» площадью около 450 га), расположенных на первой надпойменной террасе р. Белой. Потеря высокоминерализованных (170 г/дм³) стоков (Cl–Ca состава) при ежесуточной их подаче до 50 тыс. м³ достигает 1.5–5 тыс. м³/сут. и вызывает изменение минерализации подземных вод до 30–50 г/дм³ на глубину до 30 м.

В качестве противифльтрационного в шламонакопителях принят глинистый экран. Он создавался из местных четвертичных тяжелых суглинков мощностью 0.4 м, плотностью объема веса скелета 1.55–1.60 г/см³ при влажности 25–30% с коэффициентом пористости <0.8. Ниже экрана залегают четвертичные суглинки и глины мощностью 2–3 м. В процессе эксплуатации шламонакопителей шло обогащение солями глинистого экрана и подстилающих суглинков. Часть жидких стоков, насыщенных технологическими продуктами, проникает в горные породы на значительную глубину [Абдрахманов, 2018].

При многолетних сроках эксплуатации в глинистых экранах происходят структурные изменения за счет роста кристаллов солей на поверхности глинистых частиц и в поровом пространстве. А это, в свою очередь, приводит к изменению фильтрационных свойств глинистого экрана. Установлено, что количественное

содержание водорастворимых солей в глинистом экране и подстилающих четвертичных грунтах имеет тесную корреляционную связь с коэффициентом пористости.

Рост кристаллов солей, находящихся в ограниченном поровом пространстве, создает значительное кристаллизационное давление, которое раздвигает минеральную скелетную часть грунта, увеличивая его пористость. В поровом пространстве образуются кристаллы соли CaCl_2 и NaCl [Абдрахманов, 1993, 2005]. С увеличением пористости сильно возрастает проницаемость глинистых пород. С начала эксплуатации прудов-накопителей коэффициент фильтрации суглинков под глинистым экраном повысился в среднем в 10 раз. Особенно сильно изменилась фильтрационная способность нарушенных грунтов глинистого экрана: за 2-годовой срок эксплуатации коэффициент пористости увеличился в 1.2 раза, коэффициент фильтрации — в 10 раз, за 4-годовой соответственно в 1.4 и в 130 раз, за 7-летний — в 1.7 раза и в 180 раз, за 17-летний — в 2.1 раза и в 5300 раз.

Естественно, при этом происходит не только засоление пород зоны аэрации непосредственно под дном шламонакопителей (до создания емкостей минерализация грунтовых вод 0.5–0.7 г/дм³), но и загрязнение хлоридными солями вод аллювиального горизонта р. Белой на значительной территории.

Расчеты методом моделирования показали, что влияние подземного стока в результате фильтрации сточных вод из «Белых морей» АО БСК на качество Бельской речной воды вполне соизмеримо с влиянием поверхностных источников загрязнения. Это подтверждает необходимость прогнозирования количества солей, поступающих в р. Белую с грунтовыми водами при разработке мероприятий по защите реки от загрязнения.

Важно подчеркнуть длительный период нахождения загрязняющих веществ в водоносных горизонтах. По данным натурных наблюдений и расчетам [Абдрахманов, 2005] он достигает многих десятков и даже сотен лет. Это связано с тем, что для полного вывода загрязненных вод из горизонта требуется несколько циклов полного водообмена. А продолжительность только одного цикла в зоне активной циркуляции Предуралья изменяется от 10–20 лет для интенсивно трещиноватых и закарстованных сульфатно-карбонатных пород до 100 лет для глинистых терригенных пород. Таким образом, процессы самоочищения водоносных горизонтов и восстановление природных условий даже после ликвидации источника загрязнения продолжают в течение десятков и даже сотен лет, т.е. превышают время жизни одного поколения.

Заключение

Территория геопарка «Торатау», несомненно, представляет большой интерес в связи с наличием на ней уникальных природных гидрогеологических объектов. Тем не менее экологическое загрязнение территории вызывает большое беспокойство. Правительство Российской Федерации в рамках направления «Чистая страна» национального проекта «Экология» проводит рекультивацию объектов накопленного вреда, в том числе на свалках промышленных отходов. К сожалению, территория геопарка в этот проект не входит, хотя она также нуждается в рекультивации. Здесь, как и в других индустриально развитых регионах России, необходимо создание новых природоохранных защитных систем, которые будут препятствовать негативному техногенному воздействию на окружающую среду, применение последних мировых разработок по складированию и переработке промышленных и бытовых отходов с использованием противofiltrационных многослойных экранов с геомембраной, создание серьезной системы мониторинга воздействия промышленных полигонов на окружающую среду.

С развитием геоинформационных систем компьютерная картография стала активно применяться в различных сферах: геологии, гидрогеологии, геоэкологии и многих других областях. Создание геоинформационной системы геопарка «Торатау» позволит оценить комплекс природных условий геопарка, экологическую обстановку территории, наиболее значимые геологические, гидрогеологические, геоморфологические и другие природные объекты. Геоинформационная система позволит отслеживать изменения как в конкретных объектах, так и в условиях всего геопарка под действием антропогенных и природных факторов, оценивать степень влияния этих факторов и их трансформацию с течением времени.

Работа выполнена по теме № 0246-2019-0086.

Список литературы:

- Абдрахманов Р.Ф. Техногенез в подземной гидросфере Предуралья. Уфа: УНЦ РАН, 1993. 208 с.
- Абдрахманов Р.Ф. Гидрогеоэкология Башкортостана. Уфа: Информреклама, 2005. 344 с.
- Абдрахманов Р.Ф. Пресные подземные и минеральные лечебные воды Башкортостана. Уфа: Гилем, Башк. энцикл., 2014. 416 с.
- Абдрахманов Р.Ф. Фильтрационные свойства неоген четвертичных глинистых отложений и изменение их под влиянием техногенеза // Геологический вестник. 2018. № 2. С. 118–124. doi.org/10.31084/2619-0087/2018-2-9.
- Абдрахманов Р.Ф. Проблема удаления жидких промышленных стоков в глубокие водоносные горизонты // Геологический вестник. 2018. № 2. С. 125–130.

кий вестник. 2019. № 1. С. 159–165. doi.org/10.31084/26190087/2019 1 13.

Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г. Исследование процессов смещения подземных вод в природных и техногенно нарушенных условиях // Водные ресурсы. 1997. Т. 24, № 6. С. 655–663.

Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г. Минеральные лечебные воды Башкортостана. Уфа: Гилем, 1999. 298 с.

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

Абдрахманов Р.Ф., Мазитов Ф.Х., Загидуллин Ш.З. Природные лечебные ресурсы курорта «Красноусольск» // Вестник АН РБ. 2006. Т. 11, № 3. С. 49–55.

Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоздат, 1970. 442 с.

Вахрушев Г.В. Минеральные воды и грязи Башкирии. Уфа: Башкнигоиздат, 1961. 156 с.

Геологическая карта Урала. М 1:500 000. М., 1979.

Емельянов Б.М. Раскрывая первые страницы. Екатеринбург: Уральский рабочий, 1997. 344 с.

Корф Е.Д. Геопарк как платформа эффективного взаимодействия общества и природы // Наука и туризм: стратегии взаимодействия. 2015. Вып. 4(2). С. 5–9.

Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2012. 672 с.

Огильви А.Н. К вопросу о методике изучения минеральных источников // Труды бальнеол. ин-та Кавк. минер. вод. Т. 2. Пятигорск, 1925. С. 3–7.

Попов В.Г., Абдрахманов Р.Ф. Ионнообменная концепция в генетической гидрогеохимии. Уфа: Гилем, 2013. 356 с.

Посохов Е.В. Общая гидрогеохимия. Л.: Недра, 1975. 208 с.

УДК 551.444.2 (470.57)

КАРСТ И ПЕЩЕРЫ ГЕОПАРКА «ТОРАТАУ»

© 2020 г. А. И. Смирнов, Ю. В. Соколов

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

Реферат. Создаваемый в Гафурийском, Ишимбайском и Стерлитамакском муниципальных районах Республики Башкортостан геопарк «Торатау» территориально охватывает пограничные части карстовой страны Восточно Европейской равнины и Уральской карстовой страны, где, соответственно, развит равнинный сульфатный и горный карбонатный карст. На территории геопарка развиты все основные типы карста по характеру рельефа и условиям их залегания, характеру и степени перекрытости карстующихся пород некарстующимися, распространены практически все известные формы проявления карста. Здесь располагается самая крупная пещера Уральского региона в известняках – пещера Киндерлинская им. 30 летия Победы и вторая по длине пещерная система Башкортостана в гипсах – Ишеевская; а также высокодебитные карстовые родники Южного Урала – Берхамут и Аскен Куль. На территории геопарка имеются также редко встречающиеся на Южном Урале карстовые мосты и исчезающие реки. Пропадающие в понорах карстовых воронок ручьи и реки появляются вновь в их руслах в виде высокодебитных родников в 2–3 км ниже мест поглощения. Установлено, что главной особенностью развития равнинного сульфатного карста является преобладание поверхностных его проявлений над подземными, тогда как для горного карбонатного карста свойственно более широкое распространение карстовых пещер и высокодебитных родников. Характер распространения карстопроявлений обусловлен составом и состоянием карстующихся пород, степенью их обнаженности и характером перекрытости карстующихся пород некарстующимися, предопределенным ходом формирования рельефа в новейшее время. Карст существенного отрицательного воздействия на социально-экономические объекты геопарка не оказывает, тогда как трещинно-карстовые воды имеют важное значение для водоснабжения населения, а высокий карстово-спелеологический потенциал геопарка с наличием уникальных пещер и других карстовых объектов предопределяет перспективы для организации на их базе экскурсионных объектов для массового, научного и спортивного посещения. Дальнейшие исследования карста и пещер должны быть направлены на уточнение пространственных закономерностей их развития, определения современной активности развития карста, комплексного изучения карстовых пещер, и прежде всего – на определение возраста стадий их развития с целью реконструкции истории формирования проявления подземных карстовых форм в современное и новейшее время.

Ключевые слова: геопарк, сульфатный карст, карбонатный карст, карстовая страна Восточно Европейской равнины, Уральская карстовая страна, карстовые родники, поноры, пещера Киндерлинская им. 30 летия Победы, Ишеевская карстовая система

KARST AND CAVES OF THE “TORATAU” GEOPARK

© 2020 A. I. Smirnov, Yu. V. Sokolov

Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The “Toratau” geopark is supposed to be created in the Gafuriysky, Ishimbaysky and Sterlitamaksky municipal districts of the Republic of Bashkortostan territorially covers boundary parts of the karst country of the East European Plain and the Ural karst country where the flat sulphatic and mountain carbonate karst are respectively developed. On the territory of the geopark, all the main types of karst are developed, depending on the nature of the relief and conditions of their occurrence, the nature and degree of covering of karst rocks by not karstifying; almost all known forms of karst manifestation are represented. Here the largest cave of the Ural region in limestones – a cave Kinderlinskaya named after 30 th anniversary of the Victory. and the second longest cave system of Bashkortostan in gypsum – Isheevskaya, are located; and also high output karst springs of South Ural – Berkhamout and Asken Kul. In the territory of the geopark there are karst bridges and the disappearing rivers which were also rare in South Ural. The streams and the rivers vanishing in the ponors of karst funnels appear in their courses in the form of high output springs in 2–3 km below the places of their absorption. It has been established that the main feature of the development of lowland sulfate karst is the predominance of its surface manifestations over underground ones, while mountain carbonate karst is characterized by a wider distribution of karst caves and high debit springs. The character of distribution of karst occurrences is determined by a composition and condition of karst rocks, their degree of exposure and the nature of covering of karst rocks by non karst rocks, predetermined by the course of relief formation in recent times. The karst does not make essential negative impact on social and economic objects of the geopark,

whereas fractured karst waters are important for water supply of the population, and the high karst and speleological capacity of the geopark with existence of unique caves and other karst objects predetermines prospects for the organization on their base of touristic sites for mass, scientific and sports visits. Further researches of a karst and caves have to be directed to specification of spatial regularities of their development, determination of modern activity of development of a karst, complex study of karst caves and, first of all, determination of age of stages of their development for the purpose of reconstruction of history of formation of manifestation of underground karst forms in the modern and latest time.

Key words: geopark, sulfate karst, carbonate karst, karst country of the East European Plain, Ural karst country, karst springs, ponors, Kinderlinskaya cave named after 30 th anniversary of the Victory, Isheevskaya karst system

Введение

Актуальность исследований. Башкортостан, охватывающий основную часть Южного Урала и Предуралья, — классический регион развития сульфатного и карбонатного карста. На территории geopарка «Торатау», который располагается в южной части Башкортостана в пределах Гафурийского, Ишимбайского и Стерлитамакского муниципальных районов (МР) Республики Башкортостан (РБ), развиты все основные типы карста по составу карстующихся пород, характеру рельефа и условиям их залегания, а также характеру и степени перекрытости карстующихся пород некарстующимися. Здесь распространены практически все известные формы проявления карста — как поверхностные, так и подземные, среди которых имеются и достаточно редко встречающиеся: исчезающие ручьи и реки, карстовые мосты и арки, а также крупнейшие пещеры Урала. Все это предопределяет повышенный интерес к geopарку в карстологическом и спелеологическом отношениях.

Целью исследования является установление основных закономерностей развития карста и пещер на территории geopарка «Торатау» на основе оценки интенсивности распространения поверхностных и подземных карстопроявлений.

Исходными данными для исследования послужили актуализированные авторами данные гидрогеологической съемки [Верзаков, Верзакова, 1963 г.; Верзаков, Постникова, 1964 г.] и съемки проявлений экзогенных геологических процессов [Смирнов, Ткачев, 1986 г.; Смирнов, 1994 г.], а также сведения туристов-спелеологов по карстовым пещерам geopарка по состоянию на 01.07.2019.

Результаты исследований

Карст Общие сведения

Согласно последней общей схеме типизации карста Южного Урала и Предуралья [Смирнов, 2018], территория geopарка «Торатау» расположена в пределах двух карстовых стран (рис. 1) — карстовой стране Восточно-Европейской равнины (западная часть гео-

парка) и Уральской карстовой стране (восточная часть geopарка). В пределах первой развит равнинный карст в горизонтально- и пологозалегающих породах Предуралья (восточная окраина Русской платформы), а также равнинный и предгорный карст Предуралья в пологозалегающих и слабо дислоцированных породах (Предуральский краевой прогиб). В пределах второй — горный карст в сильно дислоцированных образованиях Урала (Западно-Уральская внешняя зоны складчатости и Башкирское поднятие).

На территории geopарка «Торатау» развиты самые разнообразные карстовые формы, свойственные как горному, так и равнинному карсту. Это многочисленные карстовые воронки и поля, исчезающие реки и высокодебитные родники, карстовые мосты и пещеры. Здесь располагается самая длинная (12935 м) и значительная по амплитуде (235 м) пещера всего Уральского региона в известняках — пещера Киндерлинская им. 30-летия Победы (Победа) [Соколов, Смирнов, 2013] и вторая по длине (1002 м) пещера Башкортостана в гипсах — Ишеевская [Смирнов, Соколов, 2016]. Между тем распространение пещер по территории geopарка далеко не однотипно и имеет свои ярко выраженные особенности в различных его частях.

Типы карста и особенности его развития

В карстовой стране Восточно-Европейской равнины распространен сульфатный карст в гипсах кунгурского яруса нижней перми (P_1k), который развивается в условиях сглаженного рельефа и спокойного (горизонтального, пологонаклонного и слабо дислоцированного) залегания горных пород. Главной его особенностью является преобладание поверхностных проявлений карста над подземными.

Встречаемость карстовых воронок и карстовых полей уменьшается с востока на запад вслед за погружением кровли гипсов кунгурского яруса и увеличением мощности покрывающих их отложений, что характерно для всего Южного Предуралья [Смирнов, 2004]. В связи с этим в юго-западной части geopарка в границах МР Стерлитамакский район РБ карст развит в наименьшей степени. Между тем на фоне общего погружения карстующейся толщи в южном направлении

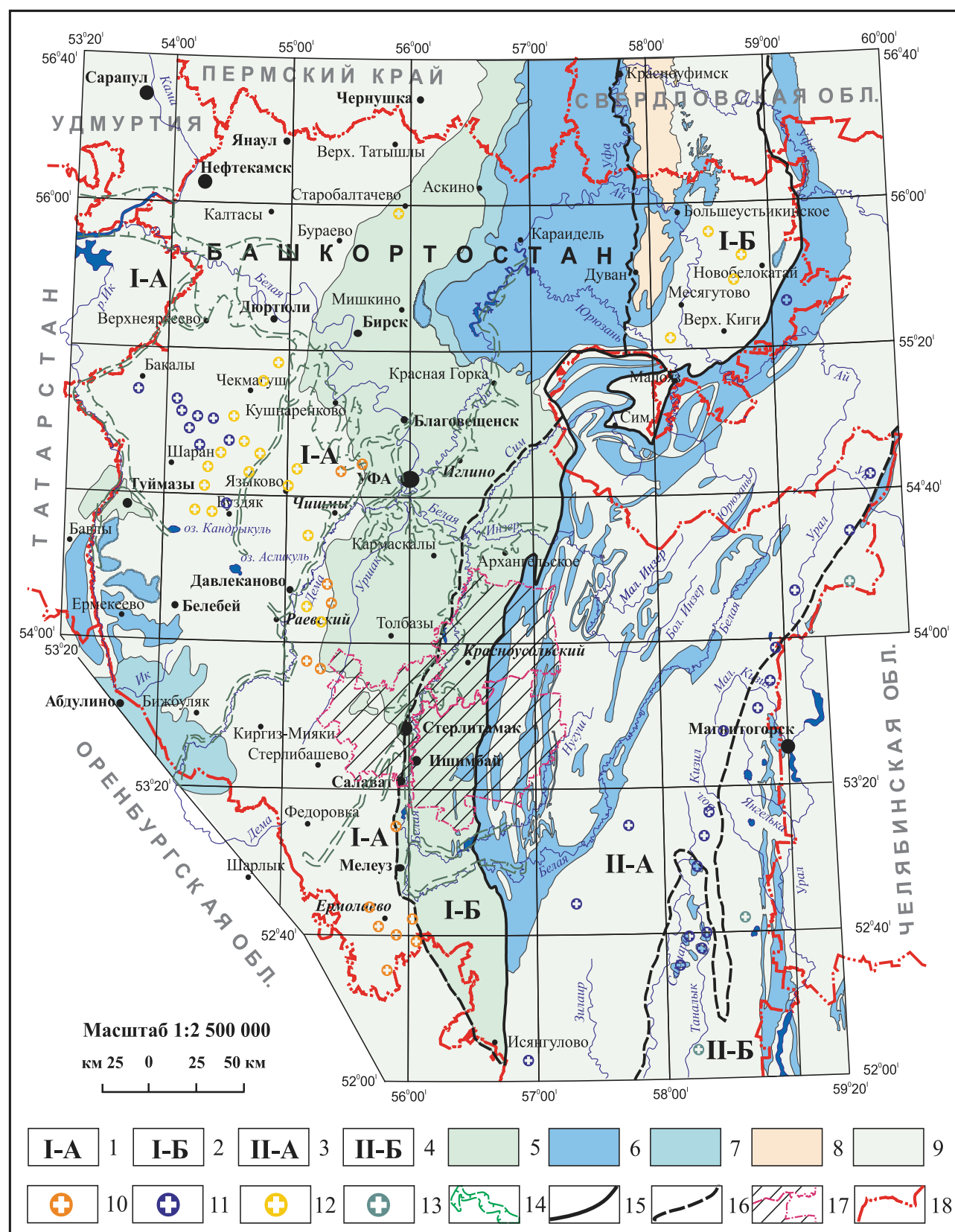


Рис. 1. Территория геопарка «Торатау» в общей схеме распространения карста Южного Урала и Предуралья

Fig. 1. The territory of the "Toratau" geopark in the general pattern of karst distribution in the Southern Urals and Cis-Urals

К рис. 1. Карстовая страна Восточно Европейской равнины (I): 1 равнинный карст в горизонтально и пологозалегающих породах Предуралья, 2 равнинный и предгорный карст Предуралья в пологозалегающих и слабо дислоцированных породах. Уральская карстовая страна (II): 3 горный карст в сильно дислоцированных образованиях Урала, 4 равнинный карст в складчато глыбовых отложениях За уралья. 5 8 типы карста: 5 сульфатный, 6 карбонатный, 7 сульфатно карбонатный, 8 кластокарст; 9 территории с отсутствием распространения карста или локальным его развитием; 10 13 локальные проявления карста: 10 сульфатного, 11 карбонатного, 12 сульфатно карбонатного, 13 кластокарста; 14 контур палеодолин; 15 территория геопарка «Торатау». Границы: 16 карстовых стран, 17 типов карста, 18 субъектов РФ.

To fig. 1. Karst country of the East European Plain (I): 1 flat karst in horizontally and the gently lying rocks of the Cis Urals, 2 flat and foothill karst of the Cis Urals in the gently lying and poorly located rocks. Ural karst country (II): 3 mountain karst in strongly deployed formations of the Urals, 4 flat karst in folded block deposits of the Trans Ural region. 5 8 types of a karst: 5 sulphate, 6 carbonate, 7 sulfate carbonate, 8 klastokarst; 9 territories with no distribution of karst or its local development; 10 13 local manifestations of a karst: 10 sulphate, 11 carbonate, 12 sulfate carbonate, 13 klastokarst; 14 contour of paleovalleys, 15 territory of the "Toratau" geopark. Borders: 16 karst countries, 17 types of a karst, 18 territorial subjects of the Russian Federation.

имеются диапировые прорывы гипсов площадью до ~15 км² (например, Шиханское поднятие), в пределах которых карст, в силу более благоприятных геолого-гидрологических условий в сравнении прилегающими территориями, развивается интенсивнее.

Поверхностные проявления карста представлены преимущественно воронками разнообразной формы и размеров с поперечником от 1–3 до 150 м и глубиной до 20 м.

Наибольшее распространение они получили на площадях развития открытого и прикрытого карста, где карстующиеся гипсы кунгура выведены на поверхность или прикрыты маломощным (до 10 м) чехлом современного элювия-делювия. При этом для открытого карста более характерны конусообразные воронки, на дне которых нередко поноры — места поглощения поверхностных и метеорных вод (рис. 2).

В районах развития прикрытого карста воронки большей частью чаше- и блюдцеобразные и распространены они на площадях, где мощность покрывающих карстующиеся гипсы неоген-четвертичных отложений с поровой водопроницаемостью менее 25–40 м. При большей их мощности поверхностные карстопроявления практически не встречаются. В районах развития перекрытого карста (подаллювиального или камского) поверхностные его проявления распространены на речных террасах долин рек при наибольшей их встречаемости на вторых и третьих надпойменных террасах. Обусловлено это тем, что формирование карстовых форм рельефа на них в сравнении с поймами и первыми надпойменными террасами было более продолжительным и поверхность их на современном этапе формирования рельефа не затопливается и не нивелируется речными водами в период половодий и паводков. Развитию воронок на речных террасах способствует гидравлическая связь между грунтовыми водами четвертичного аллювия и карстовыми водами кунгурского яруса, что предопределяет дополнительно развитие суффозионного процесса. То есть на речных террасах, особенно на поймах и первых надпойменных террасах, генезис воронок большей частью карстово-суффозионный. Наименьшая встречаемость поверх-

ностных карстопроявлений свойственна для закрытого карста на площадях, где карстующиеся гипсы кунгурского яруса залегают под скальными и полускальными пермскими породами с трещенной водопроницаемостью. Проявляется карст на поверхности при мощности последних менее 50–60 м.

В крупных карстовых воронках сформированы озера. Наиболее крупные из них — Шумайское и Буланое с поперечником до 180 м. В настоящее время они зарастают и заиливаются, что свидетельствует о затухании развития карста в местах их расположения. Следует отметить, что самое большое озеро геопарка, расположенное на второй левобережной надпойменной террасе долины р. Белой — оз. Белое не карстового генезиса, а представляет собой запруженную старицу реки.

При гидрогеологической съемке [Верзаков, Постникова, 1964 г.] установлено, что карстовые воронки тяготеют к положительным тектоническим структурам: Карлинской, Николаевско-Воскресенской, Шиханской и др., а также к отдельным поднятиям гипсов в районах населенных пунктов Красный Пахарь, Кутлугуза, Утяково, Богдановка, Кинзебулатово и других.

В Уральской карстовой стране карст связан с карбонатными породами каменноугольного (С) и девонского (D) возраста в пределах Западно-Уральской внешней зоны складчатости и в известняках и доломитах, главным образом миньярской и катавской свит позднего рифея (RF₃) — в пределах Башкирского антиклинория.

Значительная дренируемость территории по площади и глубине, обусловленная сильной расчлененностью горного рельефа, частое переслаивание карстующихся и некарстующихся пород, их дислоцированность и интенсивная терещиноватость при наличии многочисленных разрывных нарушений предопределили на Южном Урале более мощную, чем в Южном Предуралье, глубину проникновения карста в толщу крепких метаморфизованных карстующихся пород и более интенсивное распространение подземных его форм [Смирнов, 2004].



Рис. 2. Конусообразные воронки у подножья северо-западного склона шихана Тратау. Фото А. Смирнова

Fig. 2. Cone-shaped funnels at the foot of the northwestern slope of shihan Tratau. Photo by A. Smirnov

В Уральской карстовой стране поверхностные проявления карста, в сравнении карстовой страной Восточно-Европейской равнины, редки. Карстовые воронки здесь небольших размеров с поперечником до 25 м и глубиной до 10 м часто выстраиваются в цепочки по тальвегам логов, литологическим контактам, разломам и вдоль подножий склонов долин-дрен. Незначительные размеры воронок и залесенность территории делают крайне затруднительным их дешифрирование по аэро- и космоснимкам.

Таким образом, интенсивность и характер проявления карста на поверхности при одном и том же типе карста по составу карстующихся пород в карстовой стране Восточно-Европейской равнины во многом обусловлены степенью обнаженности карстующейся толщи, составом и характером перекрывающих ее отложений, предопределенными историей формирования рельефа в неоген-четвертичное время [Смирнов, 2018], а в Уральской карстовой стране — особенностями состояния карстующегося массива и геоморфологическими условиями развития карста.

В количественном отношении наиболее представителем, на наш взгляд, показателем интенсивности распространения карста является пораженность территории поверхностными карстопроявлениями [Смирнов, 2015]. По своей сути она является аналогом таких показателей, как «плотность воронок» и «коэффициент закарстованности» [Максимович, 1963; Костарев, 1979;

и мн. др.]. Принципиальным отличием от них является то, что пораженность территории карстом определяется не в пределах карстовых полей, а в пределах участков с однородными геолого-гидрогеологическими и геоморфологическими обстановками развития карста. Нами она определена как процентное отношение суммарной площади поверхностных карстопроявлений на участке к его площади и характеризует региональную, по [Шеко и др., 1971], закарстованность территории геопарка, отраженную на рис. 3.

Кроме форм рельефа карст на территории геопарка представлен и другими его проявлениями.

В карстовой стране Восточно-Европейской равнины скважинами структурно-поискового и разведочного бурения подсечено большое количество карстовых пустот на глубинах до 250 м. Они проявлялись в виде провалов буровых инструментов и катастрофических уходов бурового раствора. Иногда, наоборот, происходил интенсивный самоизлив вскрытых в этих полостях подземных вод. Такие явления наблюдались на Ишимбаевской, Кинзебулатовской, Яр-Бишкадакской и других площадях.

Главная роль в развитии карста на больших глубинах принадлежит раннеплиоценовым палеодолинам рек [Абдрахманов, Попов, 2017], а также, вероятно, и более древним эрозионным врезам, предопределяющим мощность зоны активного водообмена трещинно-карстовых вод.

В Уральской карстовой стране главной особенностью проявления карста является широкое распространение исчезающих рек и ручьев, наличие высокодебитных карстовых родников и пещер.

Так, в верхних течениях рек Рязук и Сикася имеются поноры, поглощающие речные воды, которые

появляются вновь в русле реки в виде высокодебитных (более 50 л/с) родников в 2–3 км ниже по течению. Полное исчезновение поверхностных вод в карстовых воронках происходит также на реках Кура-Ир, Буругун, Сартагаз и других. Понорами являются также и входы в пещеры, расположенные в подножьях

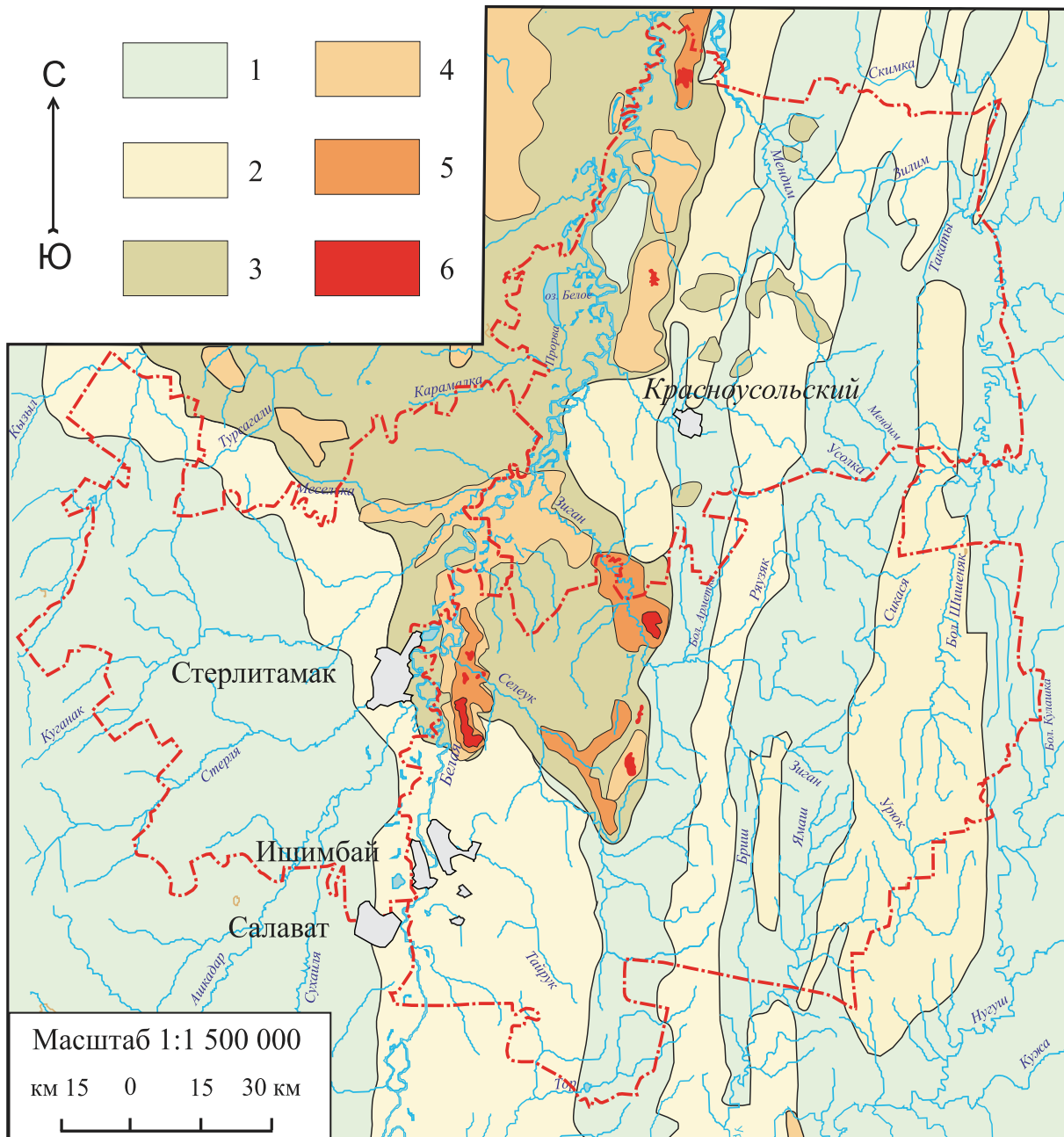


Рис. 3. Пораженность поверхностными карстопоявлениями территории МР Гафурийский, Ишимбайский, Стерлитамакский районы РБ

Условные обозначения: 1 — площади с отсутствием поверхностных карстопоявлений или локальным их распространением; площади с пораженностью поверхностными карстопоявлениями преимущественно: 2 — менее 1%, 3 — 1–5%, 4 — 5–15%, 5 — 15–25%, 6 — более 25%.

Fig. 3. Affected surface karst occurrences in the Gafuriysky, Ishimbaysky, Sterlitamaksky municipal districts of the Republic of Bashkortostan

Legend: 1 — Areas with the absence of surface karst occurrences or their local distribution. Areas with affected surface karst occurrences are predominantly: 2 — less than 1%, 3 — 1–5%, 4 — 5–15%, 5 — 15–25%, 6 — more than 25%.

склонов долин рек, в которых наблюдается частичное поглощение речных вод в весенний период. Это характерно как для сульфатного, так и для карбонатного карста (рис. 4, 5).

Вода карстовых родников Уральской карстовой страны на территории геопарка питьевого качества с минерализацией 0.1–0.4 г/дм³ при гидрокарбонатном кальциевом составе. Наиболее крупные из них используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения, в том числе централизованного.

Самым известным карстовым родником на территории геопарка является родник Берхомут с максимальным зафиксированным дебитом 1.39 м³/с, минимальным — 0.65 м³/с. Он расположен в 350 м юго-восточнее д. Хазиново (МР Ишимбайский район РБ) и выходит из карстовой воронки глубиной около 10 м. Родник эксплуатируется ЗАО «Водоснабжающая компания» по договору водопользования с Минэкологии РБ № 02-10.01.02.007-Р- ДХИО-С-2016-03039/00 от 14.07.2016 для водоснабжения г. Стерлитамак. Вода родника соответствует ГОСТ «Вода питьевая». Однако при дебите родника более 0.3 м³/с в весенний

период и после длительных дождей отмечается повышенная мутность воды до 34.6 мг/дм³ [Мартин, 2002].

Самым крупным карстовым родником геопарка является родник Аскен-Куль, который также используется для водоснабжения г. Стерлитамак по указанному выше договору. Он расположен в 2 км юго-восточнее родника Берхомут и выходит из карстового озера, диаметр которого 20 м, глубина 7–8 м. Максимальный зафиксированный дебит его составляет 1.84 м³/с, минимальный — 0.038 м³/с. Сухой остаток 0.15–0.36 г/дм³ при гидрокарбонатном кальциевом составе. В половодье, во время ливней и затяжных дождей мутность воды родника Аскен-Куль, так же как и воды родника Берхамут, повышается, составляя до 10 мг/дм³ [Мартин, 2002].

Повышение мутности воды карстовых родников в многоводные периоды года — вполне естественное природное явление, так как в районах развития горного открытого (голового) и прикрытого карста для трещинно-карстовых вод свойственна хорошая их связь с областью питания и весьма слабая защищенность от за-



Рис. 4. Системообразующий ручей пещеры Ишеевская. Вмещающие породы гипсы (Р_{1к}). Фото Ю. Ляхницкого
Fig. 4. Systemic stream of Isheevskaya cave. Host rocks gypsum (Р_{1к}). Photo by Yu. Lyakhnitsky



Рис. 5. Частичное поглощение вод р. Сикаси пещерой Кук-Караук. Вмещающие породы известняки (С_{1v}). Фото Ю. Соколова
Fig. 5. Partial absorption of the waters of the Sikasya River by the Kuk-Karauk cave. Host rocks limestone (С_{1v}). Photo by Yu. Sokolov

грязнения «сверху». В связи с этим охрана трещинно-карстовых вод на территории геопарка при организации массового туризма приобретает первостепенное значение как с научной, так и с практической точки зрения. Данные о современном состоянии многочисленных карстовых родников геопарка на сегодня отсутствуют, для большинства из них не определены зоны санитарной охраны.

Из 228 задокументированных карстовых пещер на территории геопарка «Торатау» (по состоянию на 01.07.2019) в Уральской карстовой стране находится 221 пещера. Характеристика пещер геопарка приводится ниже. Здесь следует лишь отметить, что пещеры геопарка, наряду с карстово-спелеологическим значением, представляют собой и спортивный интерес. Из существующих девяти категорий трудности прохождения пещер [Шакир, 1989] категорийность пещер геопарка по степени сложности прохождения оценивается с 1 по 2Б. Самыми трудными по прохождению пещерами геопарка «Торатау» являются пещеры: Киндерлинская имени 30-летия Победы (2Б), Октябрьская (2Б), Аю-Ыскан (2А), Бришский Провал (2А), Кулембят-3 (2А) и Леднева (2А) [Соколов, 2009].

Следует особо подчеркнуть, что пещеры и высокодебитные родники в Уральской карстовой стране характерны для известняков карбона–девона Западно-

Уральской внешней зоны складчатости и несвойственны для карбонатов верхнерифейских свит Центрально-Уральского поднятия. Это связано главным образом с большей чистотой состава карстующихся пород и меньшей их метаморфизованностью в первой тектонической структуре по сравнению со второй.

Достаточно редко встречающимися формами проявления карста на Южном Урале и в Предуралье являются карстовые мосты и арки, представляющие собой остатки карстовых пещер. На территории геопарка «Торатау» располагается классический карстовый мост Сайрановский, с которого открывается живописный вид на долину р. Шида и г. Девичья. Мост расположен в 1.0 км юго-восточнее д. Арларово в средней части левого склона долины р. Шида. Длина его — 9.5 м, ширина — 1.3–1.5 м, проход под мостом высотой 4.7 м, шириной 6.5 м, минимальная толщина — 0.9 м (Мусина, Назргулов, 2008 г.). Образован Сайрановский мост в известняках карбона в результате обрушения привходовой части пещеры Арларовская-3, уцелевшая часть которой длиной 6.5 м сохранилась перед мостом (рис. 6).

Кратко охарактеризованные проявления карста на территории двух наиболее закарстованных муниципальных районов геопарка «Торатау» отражены на рис. 7 и 8.



Рис. 6. Сайрановский карстовый мост. Фото М. Мусиной

Fig. 6. Sayranovsky karst bridge. Photo by M. Mussina

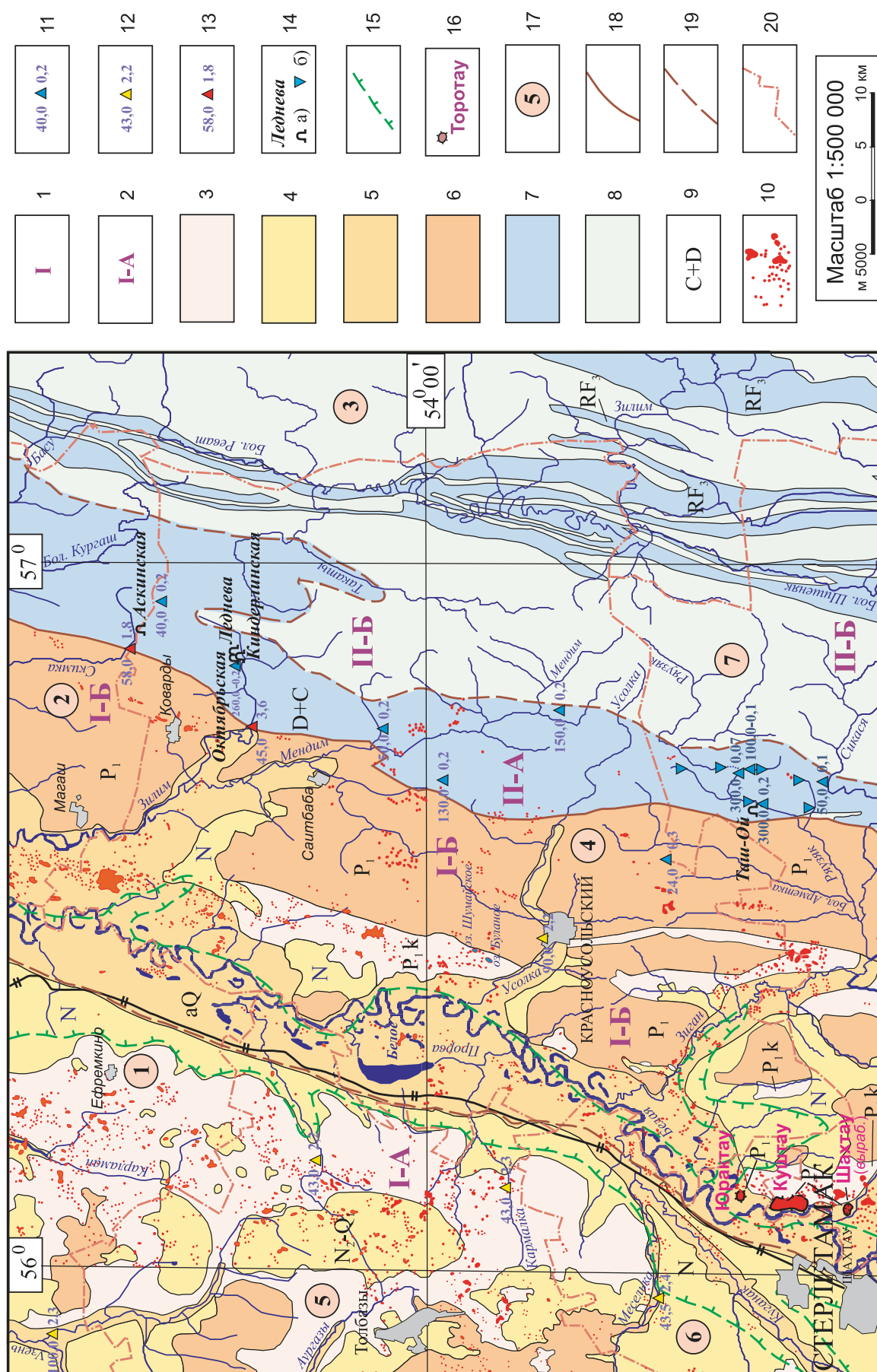


Рис. 7. Карта карста и пещер геопарка «Торатау» в границах МР Гафурыйский район РБ

Fig. 7. Map of the karst and caves of the "Toratau" geopark within the boundaries of the MP Gafurysky district of the RB

К рис. 7. Карстовые страны: 1 Восточно Европейской равнины (I), Уральская (II). Типы карста по характеру рельефа и условиям залегания карстующихся пород (карстово спелеологические провинции): 2 равнинный и предгорный карст Предуралья в пологозалегающих и слабо дислоцированных породах (Предуральская равнинная карстово спелеологическая провинция), I А равнинный и предгорный карст Предуралья в пологозалегающих и слабо дислоцированных породах (Предуральская предгорная карстово спелеологическая провинция), I Б горный карст в сильно дислоцированных образованиях Урала: Западно Уральская карстово спелеологическая провинция (II А), Центрально Уральская карстово спелеологическая провинция (II Б). Типы карста по составу карстующихся пород и степени их обнаженности: 3 сульфатный открытый и прикрытый, 4 сульфатный покрытый, 5 сульфатный перекрытый, 6 сульфатный закрытый, 7 карбонатный открытый и прикрытый, 8 территории с отсутствием развития карста, 9 геологический индекс возраста карстующихся пород, 10 карстовые поля и отдельные воронки. Карстовые родники дебитом ≥ 20 л/сек (слева дебит л/сек, справа минерализация г/дм³): 11 пресные гидрокарбонатные, 12 минеральные сульфатные, 13 минеральные хлоридные, 14 пещера геологический (комплексный) памятник природы и ее наименование (а), понор (б), 15 борт палеодолины, 16 шихан и его наименование, 17 номер муниципального района: 1 Кармаскалинский, 2 Архангельский, 3 Белорецкий, 4 Гафурийский, 5 Аургазинский, 6 Стерлитамакский, 7 Ишимбайский. Границы: 18 карстовых стран, 19 типов карста по характеру рельефа и условиям залегания карстующихся пород (спелеологические провинции), 20 муниципальных районов.

To fig. 7. Karst countries: 1 East European Plain (I), Ural (II). Types of karst according to the nature of the relief and the conditions of occurrence of karst rocks (karst speleological provinces): 2 plain and foothill karst of the Cis Urals in gently lying and weakly dislocated rocks (Pre Ural flat karst speleological province), I A flat and piedmont karst of the Cis Urals in gently lying and weakly dislocated rocks (Pre Ural foothill karst speleological province), I B mountain karst in strongly dislocated formations of the Urals: Western Ural karst speleological province (II A), Central Ural karst speleological province (II B). Types of karst by composition of karst rocks and their degree of exposure: 3 sulphate open and covered, 4 sulphate coated, 5 sulphate overlapped, 6 sulphate closed, 7 carbonate open and covered, 8 territories with no karst development, 9 geological age index of karst rocks, 10 Karst fields and single funnels. Karst springs with flow rate ≥ 20 l/sec (left flow rate l/dm³, right mineralization g/dm³): 11 fresh bicarbonate, 12 mineral sulphate; 13 mineral chloride; 14 cave geological (complex) natural monument and its name (a), ponor (b); 15 side of the paleo valley, 16 Shikhan and its name, 17 number of the municipal district: 1 Karmaskalinsky, 2 Arkhangelsky, 3 Beloretsky, 4 Gafuriysky, 5 Aurgazinsky, 6 Sterlitamaksky, 7 Ishimbaysky. Borders: 18 karst countries, 19 types of karst according to the nature of the relief and the conditions of occurrence of karst rocks (speleological provinces), 20 municipal areas.

Современная активность карста и карстоопасность территории

Оценку современной активности развития карста геопарка сегодня можно произвести только на основе данных по вновь образующимся карстовым провалам, так как карстологический мониторинг на его территории не организован и не ведется.

Карстовые провалы являются наиболее значимой информацией по активности развития карста, однако сведения по ним крайне ограничены.

По данным инженерно-геологического обследования РБ [Смирнов, Ткачев, 1986 г.; Смирнов, 1994 г.] образование небольших карстовых провалов на территории геопарка наблюдалось местным населением в окрестностях населенных пунктов с.с. Талалаевка, Ишеево и д. Утяково. Все они расположены в районах развития сульфатного карста. Отрицательного воздействия на социально-экономические объекты этих населенных пунктов они не оказали.

На основании собранных нами данных по карстовым провалам Южного Урала и Предуралья можно утверждать, что за последние 25 лет образование современных крупных карстовых провалов на территории геопарка не фиксировалось [Смирнов, 2013]. Между тем следует отметить, что в конце июня 2019 г. в г. Стерлитамаке на площади перед Русским драмтеатром произошел небольшой (диаметром 1.5 м и глубиной 0.5 м) провал, который разрушил на площади перед театром гранитное покрытие из плит. Генезис провала не выяснен, но исходя из природных условий территории его местоположения, он вполне может иметь карстовое происхождение.

Таким образом, современную активность развития карста и степень его воздействия на социально-экономические объекты геопарка можно оценить как низкую, а карстоопасность территории, на основании пораженности территории карстопроявлениями, как умеренную и потенциально карстоопасную [Смирнов, 2015].

Исходя из природных условий развития карста можно предполагать, что в зоне возможного воздействия карста в пределах муниципальных районов РБ геопарка находятся следующие населенные пункты:

- ♦ МР Гафурийский район РБ: с.с. Бурлы, Зилим-Караново, Утяково; д.д. Зирик, Бакрак, Новый Зирик, Татарский Саскуль, Явгильды, Яктыкуль; пос. Иктисад;
- ♦ МР Ишимбайский район РБ: с.с. Иткул, Ишеево, Петровское; д.д. Восток, Ишимово, Карасевка, Урняк, Янги-Аул; пос. Шихан;
- ♦ МР Стерлитамакский район РБ: д. Юрактау, с. Талалаевка.

Пещеры Общие сведения

По состоянию на 01.07.2019 на территории геопарка «Торатау» задокументировано (имеются привязки входов, описание, планы и разрезы) 228 карстовых пещер, в том числе 34 пещеры длиной более 100 м. Суммарная длина пещер геопарка 28.5 тыс. м, объем — 610.0 тыс. м³. Это составляет 20.2%, 21.5% и 29.2% от общего количества, суммарной длины и совокупного объема всех известных пещер Башкортостана соответственно.

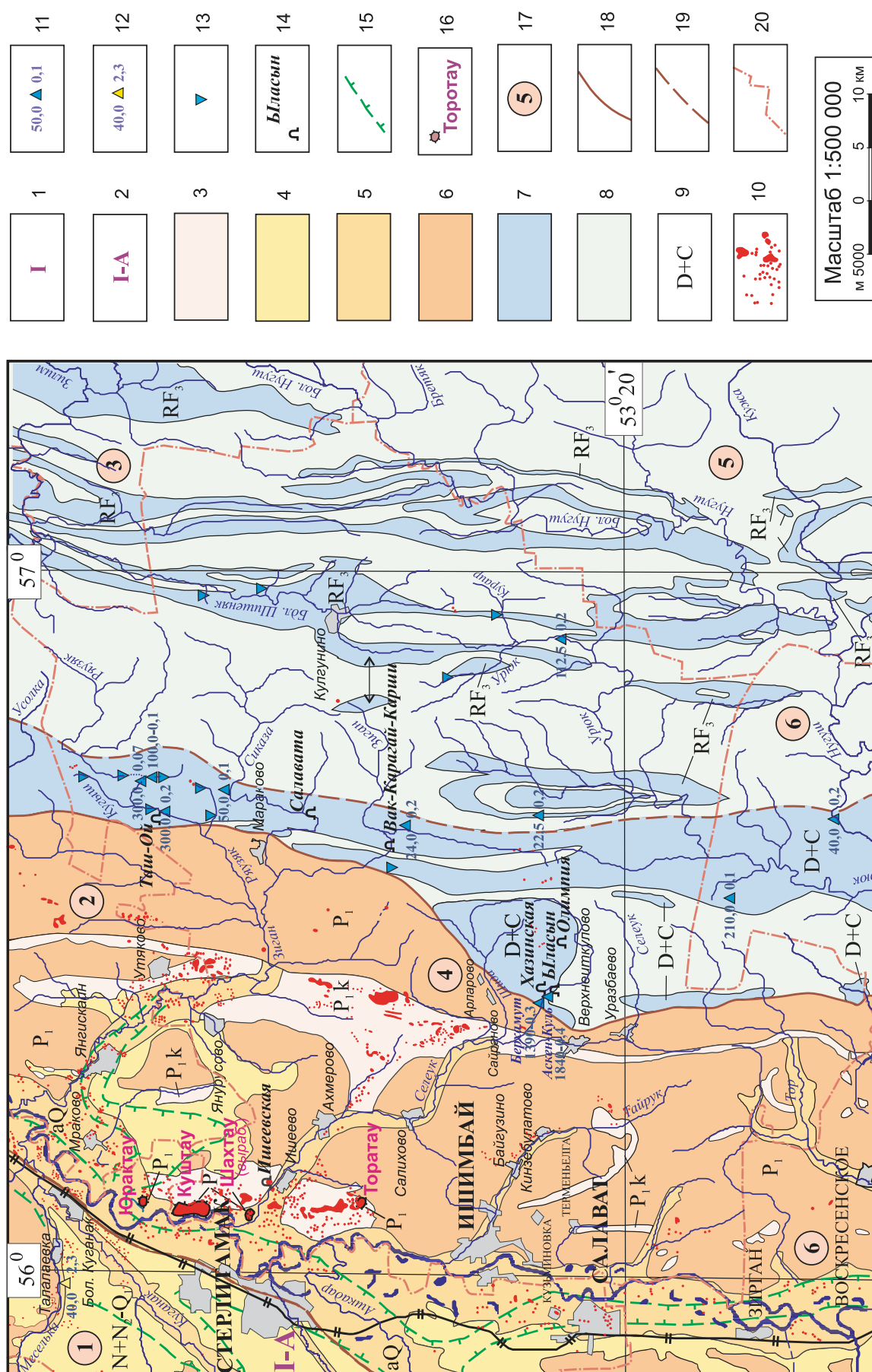


Рис. 8. Карта карста и пещер геопарка «Торотау» в границах МР Ишимбайский район РБ
 Fig. 8. Map of a karst and caves of the "Toratau" geopark in MR borders the Ishimbaysky district of RB

К рис. 8. Карстовые страны: 1 Восточно Европейской равнины (I), Уральская (II). Типы карста по характеру рельефа и условиям залегания карстующихся пород (карстово спелеологические провинции): 2 равнинный и предгорный карст Предуралья в пологозалегающих и слабо дислоцированных породах (Предуральская равнинная карстово спелеологическая провинция), I А равнинный и предгорный карст Предуралья в пологозалегающих и слабо дислоцированных породах (Предуральская предгорная карстово спелеологическая провинция), I Б горный карст в сильно дислоцированных образованиях Урала: Западно Уральская карстово спелеологическая провинция (II А), Центрально Уральская карстово спелеологическая провинция (II Б). Типы карста по составу карстующихся пород и степени их обнаженности: 3 сульфатный открытый и прикрытый, 4 сульфатный покрытый, 5 сульфатный перекрытый, 6 сульфатный закрытый, 7 карбонатный открытый и прикрытый. 8 территории с отсутствием развития карста. 9 геологический индекс возраста карстующихся пород. 10 карстовые поля и отдельные воронки. Карстовые родники дебитом ≥ 20 л/сек (слева дебит л/сек, справа минерализация г/дм³): 11 пресные гидрокарбонатные, 12 минеральные сульфатные. 13 понор. 14 пещера геологический (комплексный) памятник природы и ее наименование. 15 борт палеодолины. 16 шихан и его наименование. 17 номер муниципального района: 1 Стерлитамакский, 2 Гафурийский, 3 Белорецкий, 4 Ишимбайский, 5 Бурзянский, 6 Мелеузовский. Границы: 18 карстовых стран, 19 типов карста по характеру рельефа и условиям залегания карстующихся пород (спелеологические провинции), 20 муниципальных районов.

To fig. 8. Karst countries: 1 East European Plain (I), Ural (II), Types of karst according to the nature of the relief and the conditions of occurrence of karst rocks (karst speleological provinces): 2 plain and foothill karst of the Cis Urals in gently lying and weakly dislocated rocks (Pre Ural flat karst speleological province), I A flat and piedmont karst of the Cis Urals in gently lying and weakly dislocated rocks (Pre Ural foothill karst speleological province), I B mountain karst in strongly dislocated formations of the Urals: Western Ural karst speleological province (II A), Central Ural karst speleological province (II B). Types of karst by composition of karst rocks and their degree of exposure: 3 sulphate open and covered, 4 sulphate coated, 5 sulphate overlapped, 6 sulphate closed, 7 carbonate open and covered. 8 territories with no karst development. 9 geological age index of karst rocks. 10 karst fields and single funnels. Karst springs with flow rate ≥ 20 l/sec (left flow rate l/dm³, right mineralization g/dm³): 11 fresh bicarbonate, 12 mineral sulphate. 13 ponor. 14 cave geological (complex) natural monument and its name. 15 side of the paleo valley. 16 Shikhan and its name. 17 number of the municipal district: 1 Sterlitamaksky, 2 Gafuriysky, 3 Beloretsky, 4 Isimbaysky, 5 Burzansky, 6 Meleuzovsky. Borders: 18 karst countries, 19 types of karst according to the nature of the relief and the conditions of occurrence of karst rocks (speleological provinces), 20 municipal areas.

В геоморфологическом отношении основная часть пещер развита на склонах долин-дрен с различным превышением над их днищами — от 0–1 м (Российская, Кук-Караук) до 200 м (Карамала).

Абсолютные отметки входов пещер колеблются в широких пределах. Самой высоко расположенной пещерой на территории геопарка, из пещер длиной более 100 м, является пещера Ыласын (Соколиная), а самой низко расположенной — пещера Красноульска-12. Входы в них находятся на абсолютных отметках 450 и 140 м соответственно. Между тем почти 80% пещер заложено в высотном интервале 200–400 м (абс.).

Наибольшее количество пещер геопарка «Торатау» находится в МР Гафурийский район РБ (табл. 1), в котором располагаются и самые значительные из них. Кроме того, для МР Гафурийский район РБ характерна и наибольшая плотность и густота пещер — 0.053 шт./км² и 5793.3 м/км². В МР Ишимбайский

район РБ эти показатели ниже — 0.017 шт./км² и 2569.7 м/км² соответственно, что обусловлено меньшей площадью выхода на дневную поверхность карстующихся пород на его территории.

В МР Стерлитамакский район РБ пещеры на сегодня не известны, на его территории имеется лишь небольшой грот в подножье западного склона шихана Юрактау, являющийся одной из его достопримечательностей.

Самой протяженной (12935 м) и крупной по амплитуде (235 м) пещерой геопарка «Торатау» является пещера Киндерлинская им. 30-летия Победы (Победа), которая является и самой значительной по длине и амплитуде пещерой всего Уральского региона в известняках. Она является основным компонентом геологического памятника природы «Пещерная система Киндерлинская–Леднева–Октябрьская» (рис. 9) [Соколов, Смирнов, 2013]. Самой длинной (1002 м) пещерой геопарка в гипсах является пещера Ишеевская —

Таблица 1

Распределение пещер геопарка «Торатау» по муниципальным районам РБ

Table 1

Distribution of caves of the "Toratau" geopark on municipal districts of RB

Муниципальный район	Количество пещер, шт.		Объем, м ³		Удельный объем, м ³ /м	
	всего	в т.ч. пещер L $\geq$ 100 м	всего	в т.ч. пещер L $\geq$ 100 м	всего	в т.ч. пещер L $\geq$ 100 м
Гафурийский	160	18	21791	18544	505.6	482.2
Ишимбайский	68	16	6697	5074	104.4	95.6
Стерлитамакский						
ИТОГО	228	34	28488	23618	610.0	577.8

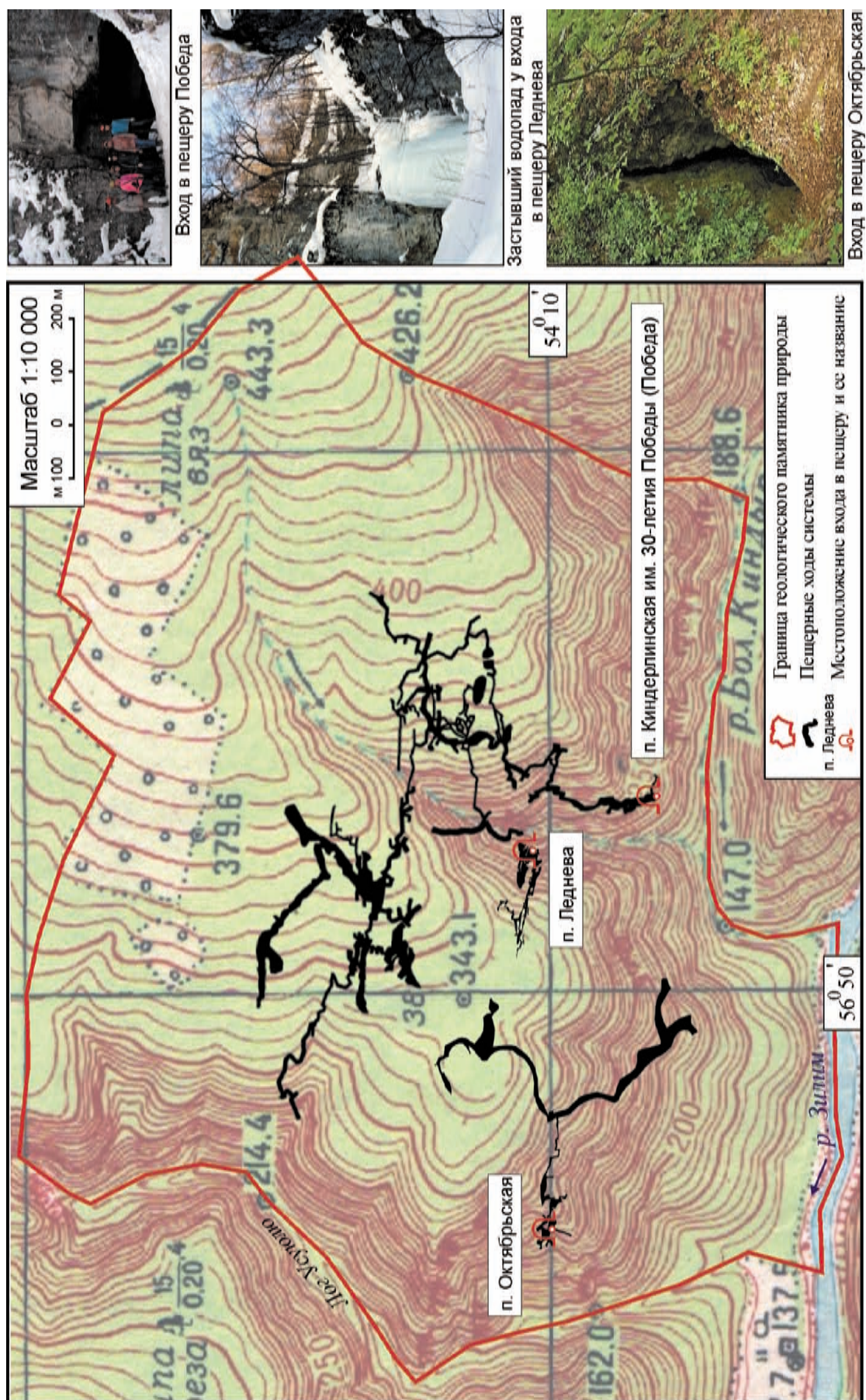


Рис. 9. Пещерная система Киндерлинская – Леднева – Октябрьская

Fig. 9. The cave system Kinderlinskaya – Ledneva – Oktyabrskaya

вторая по длине пещера Башкортостана [Смирнов, Соколов, 2016].

Распространение пещер

Согласно карстово-спелеологическому районированию Южного Урала и Предуралья [Мартин и др., 1993], приведенному в соответствие с современной типизацией карста [Смирнов, 2018], наибольшее развитие карстовых пещер характерно для Уральской карстовой страны, наименьшее (не более 5%) — для карстовой страны Восточно-Европейской равнины. В первой выделяются Западно-Уральская и Центрально-Уральская спелеологические провинции, во второй — Предуральская предгорная и Предуральская равнинная. В последней карстовые пещеры на 01.07.2019 не известны. Распределение пещер геопарка по спелеологическим провинциям приведено в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, в Уральской карстовой стране на территории геопарка «Торатау» основная часть пещер сосредоточена в Западно-Уральской карстово-спелеологической провинции (140 шт.), а в Центрально-Уральской их встречаемость почти наполовину меньше (77 шт.). Такое распределение пещер по территории обусловлено большей однородностью и чистотой состава карстующихся известняков девона и карбона в Западно-Уральской внешней зоне складчатости, в сравнении с более крепкими и метаморфизованными, часто средне- и тонкослоистыми верхнерифейскими карбонатами Башкирского антиклинория [Смирнов, Соколов, 1993].

В Западно-Уральской карстово-спелеологической провинции наибольшее количество пещер развито в массивных и толстослоистых верхнедевонских известняках франского яруса, в которых пещеры и более объемные. В несколько меньшей степени пещеры встречаются в верхнедевонских известняках фаменского яруса и нижнекаменноугольных известняках турнейского яруса.

В других стратиграфических подразделениях, породы которых характеризуются неоднородностью состава и чередованием относительно легко- и труднорастворимых горизонтов, карстовые полости, доступные для исследования, развиты в наименьшей степени.

Таким образом, интенсивность распространения карстовых пещер геопарка в Уральской карстовой стране находится в прямой зависимости от чистоты состава и однородности карстующихся пород, что наиболее четко проявляется по удельному объему пещер, который характеризует степень пустотности карстового массива. То есть этот показатель характеризует степень подземной закарстованности территории.

В карстовой стране Восточно-Европейской равнины все пещеры сформированы в Предуральской предгорной спелеологической провинции, в которой вмещающими подземные полости породами являются гипсы кунгурского яруса: Ишеевская система пещер (протяженностью 1002 м), пещеры: Юбилейная (длинной 170 м), Холодильник (101 м), Терменьелга (84 м), Красноусольская-12 (54 м), Воскресенская или Табынская (53 м), Акташ (22 м).

Таблица 2

Пещеры геопарка «Торатау»

Table 2

Caves of the "Toratau" geopark

Спелеологическая провинция	Вмещающие пещеры породы	Кол во пещер, шт.	Длина, м (L)	Объем, м³ (V)	Удельный объем, м³/м (V/L)
Предуральская предгорная	Гипс P ₁	8	1536	12325	8.3
	Известняк P _{1s} a	2	42	158	3.5
	Всего	11	1581	12487	8.0
Западно Уральская	Известняк C ₂	12	960	7507	7.8
	Известняк C _{1v}	38	3454	81166	23.5
	Известняк C _{1t}	11	830	3745	4.5
	Известняк D _{3fm}	34	16104	375926	23.3
	Известняк D _{3f}	41	3267	111807	34.2
	Известняк D _{2e+gv}	4	64	260	4.1
	Всего	140	24679	580411	23.5
Центрально Уральская	Известняк RF _{3mn}	32	383	4332	11.3
	Известняк RF _{3kt}	45	1845	12722	6.9
	Всего	77	2228	17054	7.6
Итого по геопарку		228	28488	609952	21.4



Рис. 10. Грот в подножье западного склона шихана Юрактау.
Фото Ю. Соколова

Fig. 10. A grotto at the foot of the western slope of the shikhan Yuraktau. *Photo by Yu. Sokolov*

В карбонатах в карстовой стране Восточно-Европейской равнины известны две небольшие пещеры на северном склоне шихана Тратау, описанные Г.К. Ефремовым и Б.Н. Лионовым в 1942 г. (на сегодня — завалены): Туратау-1 (18 м) и Туратау-2 (24 м) и два грота: в шихане Юрактау (рис. 10) [Соколов, 2009] и грот Ханский в шихане Тратау (рис. 11), описанный И.И. Лепихиным [1772] как пещера Ханская.

Таким образом, в карстовой стране Восточно-Европейской равнины подземные проявления карста в сравнении с Уральской карстовой страной редки, а наиболее крупные пещеры развиты в гипсах кунгура.

Не требует особых доказательств тот факт, что такое распределение карстовых пещер по территории геопарка связано с литологией карстующихся пород.

Современное состояние и охрана пещер

На 01.07.2019 на территории геопарка «Торатау» из 228 известных карстовых пещер 6 пещер (Ишеевская, Вак-Карагай-Карши, Олимпия, Салавата, Таш-Ой, Ыласын) являются памятникобразующими объектами комплексных памятников природы. Кроме того, 5 пещер являются геологическими памятниками природы (Аскинская ледяная, Киндерлинская им. 30-летия Победы, Октябрьская, Леднева, Хазинская). Все они охраняются государством. Между тем охрана их сегодня должным образом не осуществляется и вследствие их частой посещаемости, а порой



Рис. 11. Грот Ханский (пещера Ханская по И.И. Лепихину [1772]) в верхней части юго-западного склона шихана Тратау.
Фото Ш. Муслухова

Fig. 11. A grotto Hansky (a cave after I.I. Lepyokhin [1772]) in the upper part of Tratau shikhan. *Photo by Sh. Muslukhov*

и варварского отношения к ним со стороны неорганизованных туристов ряд из них почти полностью утратили свою былую значимость. Ярким примером этому является пещера Хазинская: пол ее вытоптан, стены и свод сильно закопчены, а имевшиеся в ней когда-то уникальные натечные образования сколоты, палеонтологический материал вынесен (рис. 12, 13).

Экскурсионным объектом организованного спелеотуризма в геопарке «Торатау» сегодня является лишь одна пещера — Аскинская ледяная (рис. 14), остальные пещеры геопарка практически безхозны.

Заключение

Главной особенностью развития карста на территории создаваемого геопарка «Торатау» являются резко выраженные отличия форм его проявлений и характера их распространения по отдельным частям, что обусловлено неоднородностью геологического строения, различиями геоморфологических и гидрогеологических условий. Характер распространения карстопоявлений обусловлен составом и состоянием карстующихся пород, степенью их обнаженности



Рис. 12. Пещера Хазинская. Вход. Фото Ю. Соколова
Fig. 12. Khazinskaya cave. Entrance. Photo by Yu. Sokolov



Рис. 13. Пещера Хазинская. Фото О. Малушко
Fig. 13. Khazinskaya cave. Photo by O. Malushko



Рис. 14. Пещера Аскинская. Основной зал. Вид с юго-востока на выход из пещеры летом. Фото Р. Юсупова

Fig. 14. Askinskaya cave. The main hall. View from the southeast to the exit from the cave in the summer. Photo by R. Yusupov

и характером перекрытости карстующихся пород некарстующимися, предопределенным ходом формирования рельефа в новейшее и современное время.

Для сульфатного карста карстовой страны Восточно-Европейской равнины характерно преобладание поверхностных его проявлений над подземными, а для карбонатного карста Уральской карстовой страны свойственно более широкое распространение карстовых пещер и высокодебитных родников, что обусловлено большей современной подземной закарстованностью районов его развития.

Карст на территории геопарка существенного отрицательного воздействия на его социально-экономические объекты не оказывает, но предопределяет наличие трещинно-карстовых вод, имеющих важное значение для водоснабжения населения.

Высокий карстово-спелеологический потенциал геопарка обуславливает благоприятные перспективы для организации в уникальных пещерах геопарка и других редко встречающихся на Южном Урале карстовых формах экскурсионных объектов для организованного массового, научного и спортивно-туристского посещения. Кроме того, весьма целесообразной является организация в ряде карстово-спелеологических объектов геопарка научных стационаров по исследованию карстового процесса по примеру Кунгурской лаборатории-стационара Горного института Уральского отделения Российской Академии наук, что, несомненно, повысит степень их охраны.

Дальнейшие исследования карста и пещер предлагается направить на уточнение пространственных закономерностей их развития, определения современной активности развития карста, системного изучения карстовых пещер, и прежде всего — определения возраста стадий их развития с целью реконструкции

истории формирования проявления карстовых форм в современное и новейшее время. Несомненно, что эти исследования должны осуществляться по специальной программе в комплексе с изучением других геологических объектов. Действительно, например, определение возраста пещер невозможно без корреляции их этажей с уровнями речных террас, а изучение режима карстовых родников — без организации и ведения мониторинга подземных вод.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы № 0246–2019–0086.

Список литературы:

- Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г. Связь карста с неогеновыми долинами системы Палео Белой в Южном Предуралье // Геоморфология. 2017. № 3. С. 48–58. doi.org/10.7868/S0435428117030051.
- Костарев В.П. Особенности определения количественных показателей карста при инженерно-геологических изысканиях // Карст Средней Азии и горных стран: Тез. докл. всесоюз. науч. техн. совещ. 9–11 окт. Ташкент, 1979. С. 75–86.
- Лепехин И.И. Продолжение Дневных записок путешествия академика и медицины доктора Ивана Лепехина по разным провинциям Российского государства в 1770 году. СПб., 1772. Ч. 2. 359 с.
- Максимович Г.А. Основы карстоведения. Пермь, 1963. Т. 1: Вопросы морфологии карста, спелеологии и гидрогеологии карста. 444 с.
- Мартин В.И. Карстовые воды как источник водоснабжения // Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И., Попов В.Г., Рождественский А.П., Смирнов А.И., Травкин А.И. Карст Башкортостана. Уфа, 2002. С. 285–292.
- Мартин В.И., Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Пещеры Башкирии // Пещеры, итоги исследований. Пермь, 1993. С. 30–59.
- Смирнов А.И. Типы карста и современная активность его развития на Южном Урале и в Предуралье // Карстоведе

ние XXI век: теоретическое и практическое значение: Мат лы междунар. симпоз. Пермь, 2004. С. 90–94.

Смирнов А.И. Аномально крупные карстовые провалы Южного Урала и Предуралья // Геологический сборник № 10 / ИГ УНЦ РАН. Уфа, 2013. С. 50–56.

Смирнов А.И. Оценка карстовой опасности Южного Урала и Предуралья // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: Мат лы междунар. симпоз., Россия, Пермь, 26–29 мая. Пермь, 2015. С. 194–198.

Смирнов А.И. Карта сульфатного карста Южного Предуралья (содержание, принципы и методика построения) // Инженерная геология. 2018. Т. 13, № 1–2. С. 86–94. doi.org/10.25296/1993-5056-2018-13-1-2-86-94.

Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Пещеры горной части Башкирии (Южный Урал): Препр. / БНЦ УрО РАН, Уфа, 1993. 54 с.

Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Карстовые пещеры Южного Урала и Предуралья и их практическое использование // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Мат лы 11-й Межрег. науч. практ. конф. Уфа: ДизайнПресс, 2016. С. 244–246.

Соколов Ю.В. Пещеры Республики Башкортостан и спелеотуризм // Вестник Академии наук РБ. 2009. Т. 14, № 4. С. 80–83.

Соколов Ю.В., Смирнов А.И. Новый спелеологический памятник природы Республики Башкортостан «Пещерная система Киндерлинская-Леднева-Октябрьская» // Гидрогеология и карстоведение: межвуз. сб. науч. тр. / Перм. гос. ун-т и др. Пермь, 2013. Вып. 19. С. 225–230.

Шакир Ю.А. при участии *Киселева В.Э., Климчука А.Б., Кузнецова В.С., Малкова В.Н., Немченко Т.А., Соколова Ю.В.* Перечень классифицированных пещер [Утв. пост. презид. Всесоюз. федерации туризма от 25 июня 1988 г.] № 6–12. М.: Комиссия спелеологии и карстоведения Московского центра РГО, 1989. 14 с.

Шеко А.И., Лехатинов А.М., Максимов М.М. Количественная оценка интенсивности проявления экзогенных геологических процессов при инж. геол. съемке // Труды ВСЕГИНГЕО. 1971. Вып. 3. С. 89–95.

УДК 551.444.2 (470.57)

ОЦЕНКА НАУЧНО-ПРИКЛАДНОЙ ЗНАЧИМОСТИ КАРСТОВЫХ ПЕЩЕР ГЕОПАРКА «ТОРАТАУ» (ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕННОСТИ)

© 2020 г. Ю. В. Соколов, А. И. Смирнов

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

Аннотация. На территории создаваемого геопарка «Торатау» в Гафурийском, Ишимбайском и Стерлитамакском муниципальных районах Республики Башкортостан расположена пятая часть из всех известных на сегодня карстовых пещер Южного Урала и Предуралья. Высокий спелеологический потенциал геопарка с наличием уникальных пещер в гипсах предуральской части карстово-спелеологической страны Восточно-Европейской равнины и в известняках Южно-Уральской карстово-спелеологической провинции обуславливает перспективы для организации на их базе экскурсионных объектов для массового, научного и спортивного посещения, что предопределяет необходимость оценки их научно-прикладной значимости. Разработана методика определения ценности карстовых пещер Южного Урала и Предуралья. На основе балльной оценки компонентов пещерной среды произведена оценка научно-прикладной значимости карстовых пещер геопарка «Торатау». Рекомендован природоохранный статус каждой пещеры геопарка. Установлено, что по состоянию на 01.07.2019 из 228 известных на его территории карстовых пещер, 32 пещеры заслуживают природоохранного статуса в качестве: геологических памятников природы (23 шт.), государственных памятников природы с заказным режимом или компонентов ландшафтного заказника (4 шт.), компонентов национального парка (4 шт.). Одна пещера, Киндерлинская им. 30 летия Победы, по своим морфометрическим и морфологическим параметрам, а также изученным компонентам пещерной среды соответствует памятнику природы федерального значения. Из всех элементов пещер геопарка относительно хорошо изучены их морфометрия и морфология, другие компоненты пещерной среды исследованы недостаточно. Дальнейшее изучение пещер геопарка может повысить ценность ряда из них, что потребует переоценки научно-прикладной значимости пещер геопарка.

Ключевые слова: геопарк «Торатау», карстовая пещера, методика балльной оценки значимости пещер, геологический памятник природы, государственный памятник природы, памятник природы федерального значения, пещера Киндерлинская им. 30 летия Победы

ASSESSMENT OF THE SCIENTIFIC AND APPLIED SIGNIFICANCE OF THE KARST CAVES OF THE “TORATAU” GEOPARK (PRINCIPLES AND METHODS FOR DETERMINING VALUE)

© 2020 Yu. V. Sokolov, A. I. Smirnov

Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

Abstract. On the territory of the projected “Toratau” geopark in the Gafuriysky, Ishimbaysky and Sterlitamaksky municipal districts of Bashkortostan Republic, one fifth of all currently known karst caves of the South Ural and the Cis Urals are located. The high speleological potential of the geopark with unique caves in gypsum of the Cis Ural part of the karst speleological country of the East European Plain and in the limestones of the South Ural karst speleological province determines the prospects for organizing excursion objects on their basis for mass, scientific and sports visits, which makes necessary an assessment of their scientific and applied significance. A method for determining the value of karst caves of the South Ural and Cis Ural has been developed. Based on the scoring of the components of the cave environment, the scientific and applied significance of the karst caves of the “Toratau” geopark was evaluated. The conservation status of each cave of the geopark is recommended. It was established that as of July 1, 2019, out of 228 karst caves known on its territory, 32 caves deserve environmental status as: geological nature monuments (23 pcs.), State nature monuments with custom regimen or landscape reserve components (4 pcs.), components of the national park (4 pcs.). One cave, Kinderlinskaya cave named after 30th anniversary of Victory, in its morphometric and morphological parameters, as well as the studied components of the cave environment, corresponds to a nature monument of federal significance. Of all the elements of the caves of the geopark, their morphometry and morphology are relatively well studied, and other components of the cave environment have not been sufficiently studied. Further study of the caves of the geopark can increase the value of a number of them, which will require a reassessment of the scientific and applied significance of the caves of the geopark.

Key words: “Toratau” Geopark, karst cave, methodology for scoring the significance of caves, geological natural monument, state natural monument, natural monument of federal significance, Kinderlinskaya cave named after 30th anniversary of Victory

Введение

Пещера — подземная полость, имеющая вход и размеры, достаточные для проникновения человека. По генезису пещеры могут быть тектоническими, эрозионными, вулканическими, ледниковыми и карстовыми, среди которых последние получили наибольшее распространение. Карстовая пещера — одна из подземных форм проявления карстового процесса, обусловленного растворяющей деятельностью воды, циркулирующей в горной породе. В понимании авторов, как и большинства исследователей карстовых пещер, пещера представляет собой спелеокомплекс, включающий в себя карстующиеся породы, морфологию и морфометрию полостей, отложения (естественные и антропогенные), водопроявления в ней, микроклимат и биоценоз.

В сознании наших предков пещера была олицетворением входа в потусторонний, чуждый мир, что основывалось на реальных характеристиках пещер (темноте, холоде и глухой тишине), резко контрастирующих с привычным миром. Вполне естественно, что такие необычные условия заставляли наших предков относиться к пещерам с особым почтением, о чем свидетельствуют оставленные в них следы древних культов. Сегодня пещеры активно исследуются и посещаются широким кругом специалистов и туристов-спелеологов. Действительно, пещеры представляют большую ценность как неповторимые памятники неживой природы, уникальные археологические памятники, подземные лаборатории, объекты спелеотуризма и экскурсий. Кроме того, с пещерами связано немало легенд, поверий и народных эпосов, дающих богатейший научный материал для этнографов.

Учитывая высокую уязвимость пещер для внешних воздействий и, главное, невозобновляемость многих их компонентов, вопрос сохранения пещер в их первозданном состоянии является первостепенной задачей. Необходимость охраны пещер, как и других природных объектов, не подлежит сомнению, а наиболее действенным механизмом их охраны является присвоение наиболее ценным из них природоохранного статуса, регламентирующего порядок посещения пещер.

Актуальность исследований. Объективное определение ценности любой пещеры для установления ее природоохранного статуса возможно только на основе сравнения ценности ее компонентов с компонентами других встречающихся в регионе пещер. Для пещер геопарка такая оценка ранее не производилась.

Целью работы является оценка научно-прикладной значимости карстовых пещер геопарка «Торатау» на основе балльного ранжирования ценности компо-

нентов каждой известной на сегодня пещеры, определение наиболее примечательных из них и обоснование природоохранного статуса пещер геопарка.

Исходными данными для исследования послужили сведения географов, геологов, археологов и этнографов о карстовых пещерах из литературных источников, отчетов о спелеопоходах туристов-спелеологов и производственных отчетов ОАО «Башкиргеология», а также собственные исследования авторов, которые актуализированы по состоянию на 01.07.2019.

К истории изучения пещер и степени их изученности

Первые сведения о пещерах рассматриваемого региона принадлежат русскому ученому-энциклопедисту, путешественнику и естествоиспытателю академику Петербургской академии наук Ивану Ивановичу Лепехину. В 1772 г. он первым описал Ханскую пещеру в шихане Тратау и пещеру Хазинскую у д. Хазиново, дал им комплексную характеристику [Лепехин, 1772].

Дальнейшие исследования пещер осуществлялись главным образом специалистами геологической отрасли при геологической и гидрогеологической съемках, а также съемке проявлений экзогенных геологических процессов [Смирнов, Ткачев, 1986 г., Смирнов и др. 1989 г., Смирнов, 1994 г.]. По мере накопления материалов периодически производилось обобщение сведений по пещерам как отдельных спелеологических участков и провинций, так и карстовых стран [Кудряшов, 1960; Мартин, Усольцев, 1970; Сухов, 1978; Лобанов, 1979; Смирнов, 1992, 1996, 2011; Смирнов, Соколов, 1992, 1997, 2005, 2016; Смирнов и др., 1992; Мартин и др., 1993; Соколов и др., 1994; Соколов, 2006, 2015; Волков, Соколов, 2015; и др.]. При этом ряд пещер геопарка исследован детально [Соколов, 2007а, б, в, 2008а, б, в, 2009, 2010, 2011а, б; Соколов, Смирнов, 2012, 2013].

Следует особо отметить большой вклад в изучение пещер геопарка туристов-спелеологов городов Уфы, Стерлитамака, Салавата, Свердловска, Кунгура, Саратова. Ими составлены планы и разрезы пещер, произведено их описание.

По состоянию на 01.07.2019 на территории геопарка «Торатау» задокументировано 228 карстовых пещер (рис.), в том числе: 34 пещеры длиной более 100 м, суммарной длиной 28.5 тыс. м и объемом — 610.0 тыс. м³. Это составляет соответственно: 20.2%, 21.5% и 29.2% от общего количества, общей длины и совокупного объема всех известных пещер Южного Урала и Предуралья в границах Республики Башкортостан.

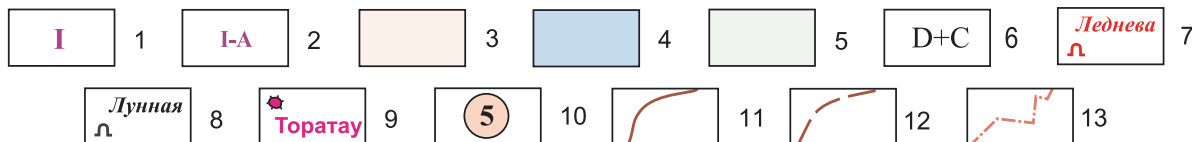
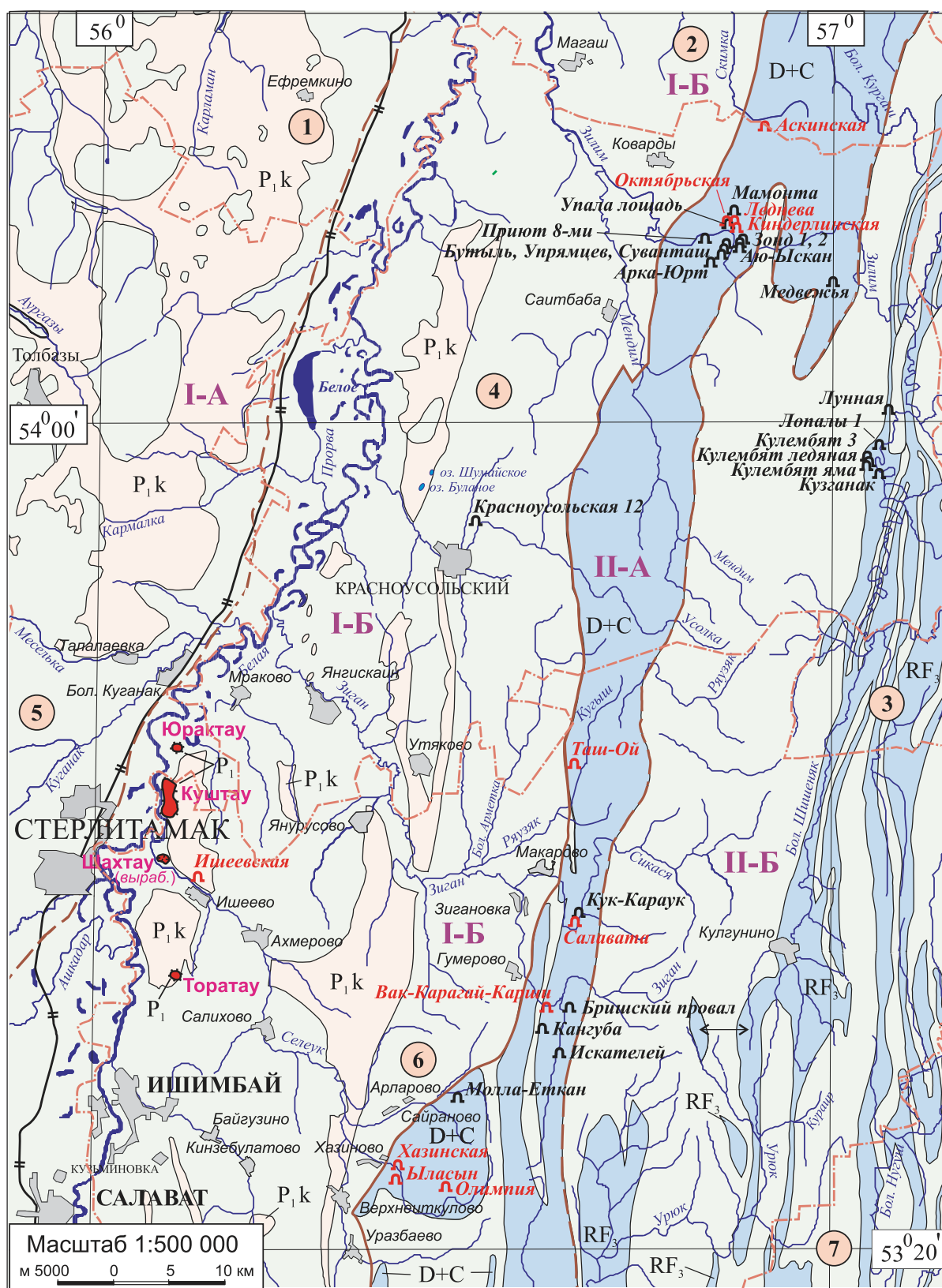


Рис. Карта расположения карстовых пещер геопарка «Торатау»

Условные обозначения. Карстовые страны: 1 Восточно Европейской равнины (I), Уральская (II); спелеологические провинции: 2 Предуральская равнинная (I-A), Предуральская предгорная (I-B), Западно Уральская (II-A), Центрально Уральская (II-B); территории с условиями возможного формирования карстовых пещер на площадях распространения открытого и прикрытого карста: 3 сульфатного, 4 карбонатного; 5 территории с отсутствием условий формирования карстовых пещер; 6 геологический индекс возраста карстующихся пород; 7 пещера с утвержденным природоохранным статусом и ее наименование; 8 пещера с рекомендуемым природоохранным статусом и ее наименование; 9 шихан и его наименование; 10 номер муниципального района: 1 Кармаскалинский, 2 Архангельский, 3 Белорецкий, 4 Гафурийский, 5 Стерлитамакский, 6 Ишимбайский, 7 Мелеузовский; границы: 11 карстовых стран, 12 спелеологических провинций, 13 муниципальных районов.

Fig. Map of location of karst caves of "Toratau" geopark

Legend. Karst countries: 1 East European Plain (I), Ural (II); speleological provinces: 2 Pre Ural lowland (I-A), Pre Ural foothills (I-B), West Ural (II-A), Central Ural (II-B); Territories with conditions of possible formation of karst caves on areas of spread of open and covered karst: 3 sulphate, 4 carbonate; 5 territories with no conditions of karst caves formation; 6 a geological index of the age of karst rocks; 7 cave with approved nature protected status and its name; 8 cave with recommended nature protected status and its name; 9 shikhan and its name; 10 municipal district number: 1 Karmaskalinsky, 2 Archangelsky, 3 Beloretsky, 4 Gafurian, 5 Sterlitamaksky, 6 Ishimbaysky, 7 Meleuzovsky; borders: 11 karst countries, 12 speleological provinces, 13 municipal districts.

На все известные пещеры геопарка «Торатау» составлены планы и разрезы, имеются их описания. Однако детальность и точность имеющихся материалов далеко не равнозначна. Для части пещер планы и разрезы схематичны, а описание их ограничивается лишь краткой привязкой входов.

Практически не изучены пещерные отложения, как естественные, так и антропогенные. Не проведена их систематизация, соответствующая современной классификации.

Сведения по естественным пещерным отложениям геопарка в настоящее время ограничиваются лишь упоминанием о наличии тех или иных пещерных образований и состава поверхности пола пещер.

Антропогенные отложения в пещерах геопарка изучали О.Н. Бадер (1960 г.), А.В. Коновалов (1965 г.) и И.М. Каюмов (2011 г.). Из 20 пещер, гротов и навесов, обследованных археологами, в 10 были выявлены следы пребывания древнего человека.

В ряде гротов долин рек Зиган и Бриш В.П. Суховым [1978] исследованы костные остатки мелких позвоночных голоценового возраста. Подъемный костный материал изучался также В.Л. Яхимович в пещере Киндерлинской им. 30-летия Победы. Она определила кости медведей, волков, лис, зайцев, мелких грызунов [Климец, 2002].

Важным аспектом подземных карстовых систем, особенно для часто посещаемых пещер, является их радиационный фон, который в пещерах геопарка на сегодня не исследован. Между тем достоверно установлено, что в ряде пещер Южного Урала зафиксирована повышенная естественная радиация. Так, гамма-фон в пещере Ледяной Липовой (широтное течение р. Белой) достигает 32 мкР/ч при естественном радиационном фоне не более 10 мкР/ч [Смирнов, 2011]. В этой связи немаловажное значение приобретает изучение микроклимата пещер, поскольку этим компонентом пещерной среды и радиацией еще в 70-х годах прошлого столетия Службой национальных

парков США установлена тесная взаимосвязь. Однако сведения о микроклимате пещер геопарка на сегодня ограничиваются в основном лишь разовыми замерами температуры воздуха в них.

Биоспелеологические исследования на территории геопарка проводились сотрудниками Башкирского государственного университета, в результате чего установлено присутствие в ряде пещер эндемичных форм животных — троглобионтных коллембол: *Plutomurus baschkiricus* (Skorikow, 1899) и *Schaefferia baschkirica* Kniss (1985) [Книсс, 2001], которые имеют важное значение для датирования стадий формирования пещер [Смирнов, Книсс, 1986; Kniss, Smirnov, 1990].

В Киндерлинской пещере проводились микробиологические исследования [Кузьмина и др., 2012] и изучались цианобактерии и водоросли, на которые опробована также и Аскинская (Аскынская) пещера [Абдуллин, 2017]. Результаты этих исследований показали, что пополнение видового состава цианобактерий и водорослей, являющихся типичными, происходит за счет миграции данных организмов из сопредельных пространств, а характер распределения микроорганизмов в грунтах определяется особенностями конфигурации пещеры и степенью их посещаемости.

Таким образом, из всех компонентов пещер геопарка «Торатау» относительно хорошо на сегодня изучены их морфология и морфометрия, другие же сферы пещерной среды геопарка исследованы крайне слабо, а часть аспектов пещер вообще не изучена.

Методика исследований и состояние вопроса

В основу методики оценки научно-прикладной значимости карстовых пещер геопарка положены рекомендации по выявлению, учету, оформлению и организации охраны пещер и карстовых объектов

в качестве государственных памятников природы [Рекомендации ..., 1984]. Согласно этим рекомендациям ценность пещеры предложено определять количественно по сумме баллов, зависящей от ценности каждого из ее компонентов. Обычно встречающиеся компоненты пещерной среды в карстовой стране, провинции, районе оцениваются в 1 балл, типичные, обычно встречающиеся — в 10 баллов, редко встречающиеся и уникальные — в 20 и 100 баллов соответственно. Естественно, чем выше сумма баллов, тем выше значимость пещеры и тем выше должен быть ее охранный статус. Такая оценка значимости пещер является относительно простой, однако для ее осуществления требуются системные знания о спелеокомплексах как отдельных спелеологических провинций, так и конкретных пещер, поскольку именно на их сравнении она и основана. Действительно, редкие или уникальные для одного региона спелеокомплексы в другом регионе могут оказаться вполне обычными.

Подобная методика балльной оценки применялась при определении научно-прикладной значимости карстовых пещер Пермского края [Пономарев, 1992], Самарской области [Бортников, 1998] и ряда других субъектов Российской Федерации.

Первая оценка научно-прикладной значимости карстовых пещер Республики Башкортостан (РБ) по описанной выше методике была произведена авторами при характеристике пещер горной части Башкирии [Смирнов, Соколов, 1993]. Из известных на то время (на 01.01.1993) 502 карстовых пещер Южного Урала и Предуралья в границах РБ для 18 пещер был рекомендован режим охраны как компонентов заповедников и национальных парков, а для 23 пещер рекомендован статус геологических памятников природы.

В начале 2000-х годов одним из авторов настоящей работы и В.А. Книссом при участии В.Г. Котова и Г.А. Данукаловой оценка научно-прикладной значимости карстовых пещер произведена для пещер зоны затопления Юмагузинского водохранилища по уже апробированной методике, с дополнением перечня достопримечательностей [Соколов, Книсс, 2002].

Позже и до настоящего времени оценка (переоценка) значимости пещер Южного Урала и Предуралья не производилась, тогда как количество обследованных пещер в регионе за последние два десятилетия почти удвоилось. В настоящее время на территории РБ количество обследованных пещер достигло 1130, а на территории геопарка «Торатау» расположена пятая их часть.

С открытием новых пещер и обследованием в ранее известных пещерах новых достопримеча-

тельностью необходима переоценка их ценности. Отсюда, вполне очевидна зависимость научно-прикладной значимости любой пещеры от степени ее изученности.

Предлагаемая современная оценка пещер геопарка базируется на тех же принципах оценки значимости пещер, которые были применены авторами ранее, но с добавлением и детализацией компонентов пещерной среды, определением их ценности в баллах. Научно-прикладная значимость пещер геопарка проведена на основе их сравнительной оценки с известными по состоянию на 01.07.2019 пещерами Южного Урала и Предуралья, поскольку территория геопарка расположена на окраинных частях Уральской карстовой страны и карстовой страны Восточно-Европейской равнины.

Согласно рекомендациям по выявлению, учету, оформлению и организации охраны пещер и карстовых объектов в качестве государственных памятников природы [Рекомендации ..., 1984], на основе имеющихся у авторов данных о карстовых пещерах Башкортостана и сопредельных территорий, произведена оценка встречаемости параметров и компонентов пещер Южного Урала и Предуралья, которая приведена в таблице 1.

Пещеры с суммой баллов менее 10 являются обычными для рассматриваемого региона и не требуют принятия специальных мер охраны. Такие пещеры необходимо взять на кадастровый учет (КУ).

Пещеры с суммой баллов от 11 до 30 рекомендуются взять на особый кадастровый учет (ОКУ), поскольку при дальнейшем их изучении они могут приобрести более высокий природоохранный статус.

Пещеры с суммой баллов более 31 рекомендуются объявить государственными памятниками природы (ГПП), при сумме баллов более 51 они, по нашему мнению, должны иметь статус заказника (ГППЗ), более 81 — статус компонента национального парка (КНП), а более 100 — заповедника (ЗАП).

При обнаружении в пещере нового редко встречающегося объекта или компонента пещерной среды необходима организация мероприятий по его обследованию и изучению специалистами соответствующего профиля.

Результаты исследований

Оценка научно-прикладной значимости произведена для всех известных в настоящее время 228 карстовых пещер геопарка «Торатау». Из них сегодня 6 карстовых пещер (Ишеевская, Вак-Карагай-Карши, Олимпия, Салавата, Таш-Ой, Ыласын) являются памятникообразующими объектами комплексных памятников природы и 5 пещер являются геологическими

памятниками природы (Аскинская ледяная, Киндерлинская им. 30-летия Победы, Октябрьская, Леднева, Хазинская). Экскурсионным объектом спелеотуризма с организованной охраной является одна пещера — Аскинская ледяная.

В соответствии с современной изученностью пещер геопарка их компоненты и морфометрические параметры на основе балльной оценки ценности и встречаемости ранжированы нами на 4 категории: повсеместно встречающиеся, типичные, редко встречающиеся и уникальные. При этом оценка научно-

прикладной значимости пещерных компонентов произведена на основании сравнения частоты их встречаемости в пещерах Южного Урала и Предуралья в соответствии с таблицей 1.

Установлено, что наибольшую ценность имеют 32 карстовые пещеры геопарка (14%). Их балльная оценка значимости пещерной среды и рекомендуемый природоохранный статус приведены в таблице 2, а местоположение их входов отражено на рисунке. В соответствии с общими закономерностями формирования карстовых пещер Южного Урала

Таблица 1

Компоненты пещерной среды и параметры пещер Уральской карстовой страны (Южный Урал) и карстовой страны Восточно-Европейской равнины (Южное Предуралье)

Table 1

Components of the cave environment and cave parameters of the Ural karst country (Southern Urals) and the karst country of the East European Plain (South Urals)

Группа компонентов и параметров	Повсеместно встречающиеся	Типичные, обычно встречающиеся	Редко встречающиеся	Уникальные (единично встречающиеся)
	Количество баллов			
	1	10	20	100
1	2	3	4	5
1. Группа геологических компонентов: 1.1. Карстующиеся породы:	Пещеры в одновозрастных и литологически однородных вмещающих горных породах	Пещеры в разновозрастных вмещающих горных породах	Пещеры в литологически разнородных вмещающих горных породах	Пещеры в нетрадиционных вмещающих горных породах
1.2. Пещерные отложения: 1.2.1. Первичные остатки карстующихся пород	Термо гравитационные (осыпные)	Гравитационные (обвальные)	Провально гравитационные (провальные)	Толщи остаточных глин мощностью более 1 м. Сейсмо гравитационные
1.2.2. Вторичные: водно механические	Озерные, сифонные, русловые современные	Сифонно русловые раннеголоценово позднелайстоценовые	Сифонно русловые среднелайстоценовые	Сифонно русловые многослойные голоцен лайстоценовые
водно хемогенные новообразования	Кальцитовая кора, мелкие, малочисленные сталактиты и сталагмиты	Сталактиты и сталагмиты, мелкие малочисленные гуры	Сталактиты в гипсовых пещерах, крупные гуры, кораллиты, оолиты, пизолиты, пещерное (лунное) молоко, геликтиты	Гипсовые цветы, гидрогетит, исландский шпат
органогенные	Отдельные кости млекопитающих	Костяные брекчии	Покровы помета	Покровы гуано
2. Группа морфометрических параметров: протяженность объем	<100 м <1 тыс. м ³	100 1000 м 1 10 тыс. м ³	1 10 км 10 100 тыс. м ³	>10 км >100 тыс. м ³
3. Группа морфологических компонентов: элементарные полости	Лазы, ходы, трубы, камеры	Коридоры, колодцы, комнаты, гроты	Галереи, шахты, залы	Пропасты, залы объемом >100 тыс. м ³
пространственное положение элементарных полостей	Однонаправленные, извилистые	Ветвистые, сквозные	Решетчатые, сетчатые	Каркасные, ярусные
4. Группа водопроявлений	Слабый капеж, конденсат, лужи воды	Интенсивный капеж, родники, ручьи, озера	Реки, крупные озера, сифоны	Реки расходом >100 л/сек. Минеральные воды

1	2	3	4	5
5. Группа криогенных комплексов	Сезонные криогенные отложения	Постоянные криогенные отложения (снег, фирн)	Многолетние наледи	Крупные многолетние наледи
6. Группа микроклиматических комплексов	Статический воздухообмен	Динамический воздухообмен. Температурные аномалии. Акустические, оптические явления	Повышенный природный радиационный фон ($>4\ 15\ \text{мкР/час}$). Газовые аномалии	Высокий радиационный фон ($> 30\ \text{мкР/час}$)
7. Группа био спелеологических компонентов (флора и фауна)	Единичные троглоксены	Троглоксены, трогофилы. Следы пребывания зверей. Единичные летучие мыши	Трогофилы. Активные лежки и зимовки зверей, колонии летучих мышей	Троглобионты
8. Группа рекреационных параметров (посещаемость, трудность прохождения)	Малопосещаемые, неорганизованный туризм. 1 категория трудности	Частопосещаемые, коммерческий туризм. 2 категория трудности	Организованный и спортивный туризм, 3 категория трудности	Туристско экскурсионный комплекс. Дайвинг
9. Группа мемориально исторических компонентов	Единичные археологические находки. Деятельность геологов, ученых и спелеологов XX–XI вв.	Культурные отложения железного века. Деятельность выдающихся ученых XIX в.	Культурные отложения бронзового века. Деятельность выдающихся ученых XVIII в.	Культурные отложения каменного века. Упоминание и описания в эпических произведениях

и Предуралья [Смирнов, Соколов, 2002] основная их часть расположена в Западно-Уральской спелеологической провинции.

Остальные известные 196 пещер геопарка рекомендуется взять на кадастровый учет, а 76 пещер рекомендуется взять на особый кадастровый учет, поскольку их элементы, по нашему мнению, перспективны для обнаружения в них очень редко встречающихся и уникальных пещерных компонентов.

Из 23 пещер, заслуживающих статуса «государственный памятник природы», пещеры Вак-Карагай-Карши и Хазинская уже имеют такой статус. В то же время пещеры Салавата и Таш-Ой с суммарной балльной оценкой менее 30 баллов также имеют современный охранный статус комплексных памятников природы. Их природоохранный статус утвержден 26.12.1985.

Пещера Салавата расположена в 5,7 км юго-восточнее д. Макарово в нижней части правого склона долины р. Сикася и заложена в известняках визейского яруса нижнего карбона. Абсолютная отметка входа — 204 м, превышение — 6 м, протяженность — 55 м. По всем морфометрическим и морфологическим параметрам, а также компонентам пещерной среды она является обычно встречающейся пещерой. Свою популярность среди туристов она получила из-за легкой доступности и несложного прохождения, а известность — благодаря художественному фильму «Салават Юлаев». В 1939 г. кинорежиссер М. Райзен снимал в пещере сцену захвата народного героя Салавата Юлаева.

Пещера Таш-Ой (Таш-Йорт, Таший-1) заложена в известняках франского яруса верхнего девона и расположена в 5,5 км север-северо-восточнее д. Саргаево в средней части правого склона долины р. Рязук. Абсолютная отметка входа — 250 м, превышение — 30 м, протяженность — 117 м. По всем морфометрическим и морфологическим параметрам, а также компонентам пещерной среды она, как и пещера Салавата, является также обычно встречающейся пещерой региона.

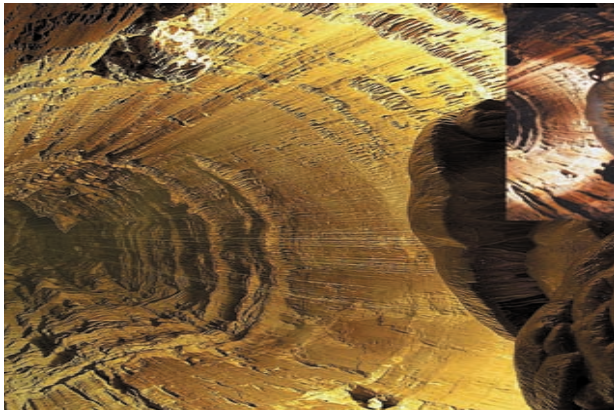
Краткая характеристика пещер

В дополнение к сведениям о пещерах геопарка, приведенным в таблице 2, следует отметить некоторые особо примечательные их компоненты.

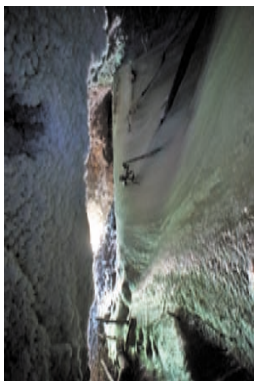
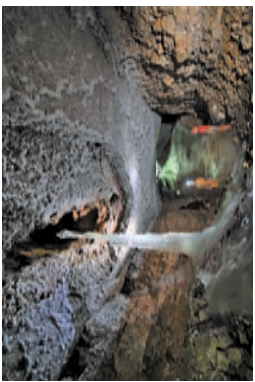
Предуральская предгорная спелеологическая провинция карстовой страны Восточно-Европейской равнины

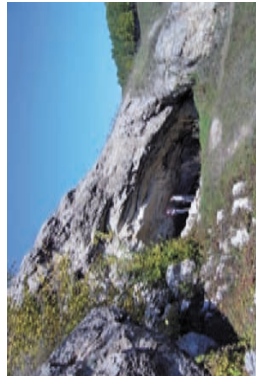
Ишеевская система пещер — вторая по протяженности (1002 м) пещерная система Башкортостана в гипсах кунгурского яруса, которые бронированы уфимскими известняками. Сквозной коридор объединяет 6 пещер максимальной протяженностью до 260 м, образованных временным водотоком. На верхнем ярусе пещеры встречаются сталактиты и кораллит. Обитают летучие мыши. В пещере обнаружены эндемики насекомых — троглобионты *Plutomurus (Collembola) baschkiricus* Skorikow.

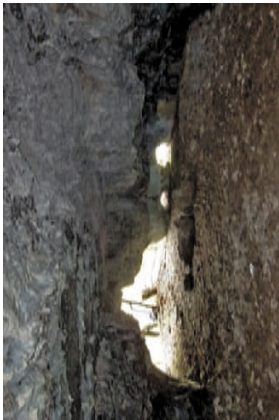
Таблица 2
Балльная оценка научно-прикладной значимости наиболее ценных пещер геопарка «Торатау» (объяснение сокращений см. в конце таблицы)
Table 2
Scoring scientific and applied significance of the most valuable caves of the "Toratau" geopark (explanation for the abbreviations see at the bottom of the table)

№№ п/п	Наименование пещеры	Краткая характеристика пещеры	№№ групп компонентов пещерной среды и параметров пещер по таблице 1 и их значимость в баллах										Статус: <u>сущест.</u> <u>рекомен.</u>	Фото
			1	2,3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	Киндерлинская им. 30 летия Победы	5.0 км ВСВ д. Таш-Асты. Правобережье р. Зилим, средняя часть правого склона долины р. Киндерля. Абс. отм. входа 208, превышение – 94 м. L – 12935, A – 235, V – 295000. Вмещающие породы – известняки (D ₃ fm). Наклонно-горизонтальная каркасная галерейно-коридорная. П. отл. – глыбы, щебень, глина, кости животных, в т. ч. зуб мамонта. Н. обр. – многочисленные и разнообразные натечно-покровные и натечно-капельные образования, гурлы, гипсовые цветы. Водопроявления – наледь в привходовой части, капкеж, участками интенсивный, ручьи, река в виде сифона. Спелеофауна – троглофилы (летучие мыши). К. тр. – 2Б. ГПП – дата учр. 30.12.2012. Компонент пещерной системы «Киндерлинская – Леднева – Октябрьская». Официально закрыта для посещения как уникальная пещера, требующая комплексного исследования. Несанкционировано посещается неорганизованными туристами . Входит в состав природного парка «Зилим» (Постановление правительства РБ от 15.10.2018 № 491)	100	100	20	100	20	20	10	1	371	ГПП ЗАП		Зал Атлантида. Фото Р. Юсупова

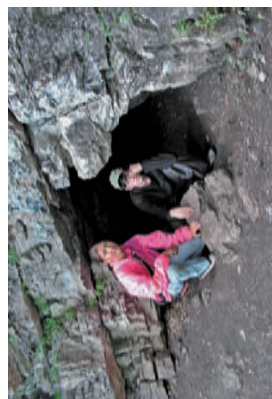
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
2	Аскинская (Аскынская) ледяная	2.0 км ВЮВ д. Солонцы. Средняя часть левого склона долины р. Каран-Юрт. Абс. отм. входа 270 м. Превышение – 60 м. L – 371, A – 34, V – 51100. Вмещающие породы – известняки (D₃f). Горизонтальная мешкообразная зальная. П. отл. – наледь, глыбы, щебень, глина. Н. обр. – редкие натечно-капельные и натечно-покровные. Водопроявления – капез, покровный лед, ледяные сталагмиты. Спелеофауна – троглофилы (летучие мыши), троглобионты (<i>Schaefferia baschkirica</i> Kniss, 1985). К. тр. – н/к. Археологические находки. ГПП, дата утв. 17.08.1965. Экскурсионный объект с 2017 г.	10	20	1	20	1	20	1	20	10	10	ГПП КНП	 Вход. Фото Ю. Туманова  Ледяной зал. Фото Р. Юсупова
3	Ледяная	4.6 км ВСВ д. Таш-Асты. Правый склон ложбины на правом склоне лога, открывающегося справа в долину р. Киндерля. Абс. отм. входа 284 м, превышение – 150 м. L – 766, A – 70, V – 35480. Вмещающие породы – известняки (D₃f). Вертикально-наклонная параллельно разветвленная коридорно-галерейная. П. отл. – наледь в приходовой части, глыбы, щебень, глина. Н. обр. – натечно-покровные и натечно-капельные. Водопроявления – капез. Спелеофауна – троглофилы (летучие мыши). К. тр. – 2А. ГПП – дата учр. 30.12.2012. Компонент пещерной системы «Киндерлинская–Ледяная–Октябрьская». Входит в состав природного парка «Зилим» (Постановление правительства РБ от 15.10.2018 № 491)	20	20	1	10	10	20	10	10	1	92	ГПП КНП	 Входной колодез. Фото Ш. Муслухова

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	Октябрьская	4.0 км ВСВ д. Таш-Асты. Верхняя часть левого склона долины ручья, правого притока р. Зилим. Абс. отм. входа 235 м, превышение – 100 м. L – 1523, A – 98, V – 71200. Вмещающие породы – известняки (D ₃ fm). Вертикально-горизонтальная разветвленная шахтно-галерейная. П. отл. – глина, глыбы. Н. обр. – натечно-капельные, натечно-покровные, соломка (трубочатые сталактиты). Водопроявления – капез, транзитный ручей. Спелеофауна – троглофилы (летучие мыши). К. тр. – 2Б (вероятность подтопления нижних частей пещеры). ГПП – дата учр. 30.12.2012. Компонент пещерной системы «Киндерлинская–Леднева–Октябрьская». Входит в состав природного парка «Зилим» (Постановление правительства РБ от 15.10.2018 № 491)	20	20	10	1	1	20	10	1	83	ГПП КНП	 Белый зал. Фото Р. Юсупова  «Макаронный занавес». Фото О. Гайдаровой
5	Ылашын (Соколинная)	1.5 км на ЮЮВ от д. Хазиново. Верхняя часть правого склона суходола Утылыгол. Абс. отм. входа 450 м, превышение – 170 м. L – 487, A – 28, V – 5287. Вмещающие породы – известняки (C ₂). Горизонтально-наклонная галерейно-ходовая. П. отл. – глыбы, щебень, глина. Н. обр. – натечно-капельные и натечно-покровные, пещерное (лунное) молоко. Водопроявления – наледь в прихвостной части пещеры, капез, озера. Спелеофауна – троглобионты (<i>Plutomirus (Collembola) bashkiricus</i> Skorikow). К. тр. – 1. КПП – дата учр. 26.12.1985.	20	20	10	20	1	10	1	1	83	КПП КНП	 Наледь на входе. Фото Е. Баникова  Сталагмит. Фото Е. Баникова

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
6	Ишеевская система пещер	1 км С д. Ишеево. Днище лога правого склона долины р. Се-леук. Абс. отм. входа 160 м, превышение – 30 м. Вмещающие породы – гипсы (Р ₁ к). L – 1002, A – 26, V – 69829. Горизон-тальная коридорная 2-х ярусная система из 6 пещер. П. отл. – глина, галька. Н. обр. – натечно-капельные, сталактиты Во-допроявления – временный водоток с четко сформированным руслом. Спелеофауна – троглофилы (летучие мыши), троглобионты (<i>Plutomirus (Collembola) baschkiricus</i> Skorikow). К. тр. – 1. КПП – дата учр. 26.12.1985	10	20	10	1	1	10	10	1	73	КПП ГППЗ	 Вход. Фото Ю. Соколова	
7	Олимпия	6.0 км В д. Хазиново. Верхняя часть правого склона суходола, правого притока р. Ишора. Абс. отм. входа 400 м, превышение – 120 м. Вмещающие породы – известняки (C ₁ v). L – 1409, A – 122, V – 69829. Наклонно-горизонтальная перистая галерейно-ко-ридорная. П. отл. – щебень, глыбы, глина, кости животных. Н. обр. – натечно-покровные. Водопроявления – капез, участками интенсивный, исчезающий ручей в системе узких колодцев. Спелеофауна – троглофилы (летучие мыши). К. тр. – 1. КПП – дата учр. 26.12.1985	10	20	10	1	1	10	10	1	63	КПП ГППЗ	 «Натечная стена». Фото Ш. Муслухова	
8	Медвежья	2.5 км 3 устья р. Токаты. Средняя часть правого склона долины руч. Кыран (левый приток р. Токаты). Абс. отм. входа 347 м, превышение – 80 м. L – 488, A – 24, V – 4488. Вмещающие породы – известняки (D ₃ f). Наклонно-горизонтальная перистая ходово-коридорная. П. отл. – глыбы, щебень. Н. обр. – натечно-покровные и натечно-капельные, оолиты (пещерный жемчуг). Спелеофауна – троглофилы (летучие мыши), лежки медведя. К. тр. – 1	20	10	1	1	1	1	20	1	1	54	— ГППЗ	 Застывший водопад. Фото Ю. Соколова

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
9	Искатель	7.7 км ЮЮВ д. Гумерово. Нижняя часть правого склона долины р. Бриш. Абс. отм. входа 330 м, превышение – 25 м. L – 240, A – 20, V – 1800. Вмещающие породы – известняки (C ₁ t). Горизонтальная перистая галерейно-ходовая. П. отгл. – глыбы, щебень, глина. Н. обр. – натечно-капельные и натечно-покровные. Водопроявления – наледь в привходовой части пещеры, капкеж, транзитный ручей. Спелеофауна – троглофилы (летучие мыши). К. тр. – 1	10	20	10	10	1	1	1	1	54	— ГППЗ	—	
10	Зонд 1	4.6 км В д. Таш-Асты. Верхняя часть правого склона долины р. Зилим. Абс. отм. входа 260 м. Превышение – 20 м. L – 46, A – 6, V – 828. Вмещающие породы – известняки (D ₃ fm). Наклонная вниз от входа (арка 5,0×2,0 м) коридорная. П. отгл. – глина. Н. обр. – натечно-покровные, в т. ч. пещерное (лунное) молоко, пещерный жемчуг. Водопроявления – капкеж. Спелеофауна – троглофилы (летучие мыши). Окаменелые зубы крупного животного	20	10	1	1	1	1	10	1	1	45	— ГППЗ	 Вход «Трехглазка». Фото А. Квашнина
11	Зонд 2	4.6 км В д. Таш-Асты. Верхняя часть правого склона долины р. Зилим, в 20 м С пещ. Зонд 1. Абс. отм. входа 260 м. Превышение – 20 м. L – 25, A – 7, V – 387. Вмещающие породы – известняки (D ₃ fm). Наклонная вниз от входа (арка 3,0×1,0 м) коридорная. П. отгл. – глина. Н. обр. – натечно-покровные, в т. ч. пещерное (лунное) молоко. Водопроявления – капкеж. Спелеофауна – троглофилы (летучие мыши)	20	10	1	1	1	1	10	1	1	45	— ГПП	—
12	Молния Еткан	3.8 км В д. Арларово. Средняя часть левого склона долины руч. Касыпутырган. Абс. отм. входа 410 м, превышение – 60 м. L – 40, A – 6, V – 406. Вмещающие породы – известняки (C ₁ v). Горизонтально-наклонная ярусная коридорная. П. отгл. – глыбы, глина. Н. обр. – натечно-капельные и натечно-покровные, пещерное (лунное) молоко. Водопроявления – капкеж. Спелеофауна – троглофилы (летучие мыши). К. тр. – н/к. Перспективна как археологический объект исследования (в 14 м от входа – кладка глыб высотой 0,7 м искусственного генезиса)	20	10	1	1	1	1	10	1	1	45	— ГПП	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
13	Аю Ыскан	4.6 км В д. Таш-Асты. Верхняя часть правого склона долины р. Зилим. Абс. отм. входа 370 м, превышение – 130 м. L – 161, A – 47, V – 900. Вмещающие породы – известняки (D ₃ f). Наклонно-вертикальная ходово-колодезная. П. отл. – щебень, глина, кости животных. Н. обр. – натечно-капельные. Водопроявления – капкеж. Спелеофауна – троглофилы (летучие мыши). К. тр. – 2А	10	10	1	1	1	10	10	1	44	— ГПП	 Сталактиты. Фото А. Нугуманова
14	Лунная	2 км ЮЗ д. Толпарово. Верхняя часть лога на правом склоне руч. Карамалы. Абс. отм. входа 260 м. Превышение – 43 м. L – 150, A – 36, V – 500. Вмещающие породы – известняки (R ₃ kt). Вертикально-наклонная ярусная колодез-коридорная П. отл. – глыбы, щебень, глина. Н. обр. – натечно-покрывные и натечно-капельные. Водопроявления – капкеж, транзитный ручей. Спелеофауна – троглофилы (летучие мыши). К. тр. – 1	10	10	10	1	1	10	1	1	44	— ГПП	—
15	Приток Восьми	3.9 км В окр. д. Таш-Асты. Верхняя часть левого склона долины р. Зилим. Абс. отм. входа 230 м. Превышение – 100 м. Вмещающие породы – известняки (D ₃ f). Наклонная вверх от входа (арка 2,8×5,0 м) коридорная. П. отл. – щебень, глина. Н. обр. – натечно-покрывные, в т. ч. пещерное (лунное) молоко. Спелеофауна – троглофилы (летучие мыши)	20	10	0	1	1	10	1	1	44	— ГПП	—
16	Упрямцев	4.0 км В д. Таш-Асты. Верхняя часть левого склона долины р. Зилим. Абс. отм. входа 235 м, превышение – 100 м. L – 126, A – 24, V – 236. Вмещающие породы – известняки (D ₃ f). Наклонная разветвленная коридорная. П. отл. – щебень, глина. Н. обр. – натечно-покрывные и натечно-капельные, гуры, оолиты (пещерный жемчуг), пещерное (лунное) молоко. Водопроявления – капкеж. К. тр. – н/к	20	10	10	1	1	0	1	1	44	— ГПП	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
17	Хазинская (Тирмян Таш)	1.0 км В д. Хазиново. Средняя часть правого склона долины р. Ишора, в устье суходола. Абс. отм. входа 390 м, превышение – 150 м. L – 214, A – 16, V – 1034. Вмещающие породы – известняки (C ₂). Наклонная разветвленная коридорная. П. отл. – щебень, глина, копоть. Н. обр. – натеchno-капельные, гурь. Водопроявления – капез. К. тр. – 1. ГПП – дата учр. 17.08.1965	10	10	1	1	1	0	1	20	44	$\frac{\text{ГПП}}{\text{ГПП}}$	 Вход. Фото Ю. Соколова
18	Кулембят 3	7.0 км ЮЮЗ д. Толпарово. Днище лога, открывающегося слева в долину руч. Ключбиик. Абс. отм. входа 330 м, превышение – 70 м. L – 447, A – 94, V – 3650. Вмещающие породы – известняки (R ₃ kt). Наклонная разветвленная коридорная. П. отл. – глыбы, щебень, глина. Н. обр. – натеchno-капельные. Водопроявления – капез, пещера-понор. К. тр. – 2А	10	10	10	1	1	0	10	1	43	$\frac{\text{—}}{\text{ГПП}}$	—
19	Красноусольская 12	0.2 км С беседки Красноусольского минерального источника № 12, в логу правого склона долины р. Усолки. Абс. отм. входа 140 м, превышение – 11 м. L – 54, A – 4, V – 62. Вмещающие породы – известняки (C ₃). Горизонтальная перистая ходовая. П. отл. – щебень, песок. Н. обр. – отсутствуют. Водопроявления – слабый капез, транзитный минерализованный водоток. К. тр. – н/к	10	1	20	1	1	1	1	1	36	$\frac{\text{—}}{\text{ГПП}}$	 Подземный ручей. Фото Е. Дубинина
20	Мамонта	4.7 км ВСВ д. Таш-Асты. Нижняя часть левого борта ручья, впадающего справа в р. Киндерля. Абс. отм. входа 264 м, превышение – 130 м. L – 27, A – 13, V – 60. Вмещающие породы – известняки (D ₃ fm). Наклонная вверх от входа (Арка 3,4×6,0 м) щелевидная ходовая. П. отл. – щебень. Н. обр. – натеchno-покровные (корни деревьев в пещерном молоке)	20	1	1	1	1	10	1	1	36	$\frac{\text{—}}{\text{ГПП}}$	 Корни деревьев в пещерном молоке. Фото Ш. Муслухова

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
21	Бришский Правый	5.5 км ЮВ д. Гумерово. Тальвег лога, открывающегося справа в долину р. Бриш. Абс. отм. входа 370 м, превышение – 90 м. L – 260, A – 58, V – 1015. Вмещающие породы – известняки (D ₃ fm). Вертикально-наклонная колодце-ходовая. П. отл. – глыбы, щебень, глина. Н. обр. – натеchno-капельные и натеchno-покрывные. Водопроявления – временный водоток с понором. К. тр. – 2А	1	10	10	1	1	1	10	1	35	— ГПП	—
22	Вак Карагай Карши (Зигановка, Медвежья)	4.0 км ЮВ д. Гумерово. Верхняя часть левого склона долины р. Зиган. Абс. отм. входа 310 м, превышение – 100 м. L – 61, A – 17, V – 3409. Вмещающие породы – известняки (C ₁ v). Наклонно-горизонтальная галерейная. П. отл. – глыбы, щебень, глина. Н. обр. – натеchno-капельные. Водопроявления – снежный покров в приходовой части, капкеж. К. тр. – н/к. Часто посещаемый объект неорганизованными туристами. КПП – дата учр. 26.12.1985	10	20	1	1	1	0	1	1	35	КПП ГПП	 Вход. Фото Ю. Соколова
23	Кантуба	5.0 км ЮВ д. Гумерово. Подножье левого склона долины р. Кантуба, в 2 км выше устья. Абс. отм. входа 320 м. Превышение – 3 м. L – 13, A – 1, V – 40. Вмещающие породы – известняки (C ₁ v). Горизонтальная гротовая. П. отл. – глина, щебень, Н. обр. – натеchno-покрывные, в т. ч. пещерное молоко. Водопроявления – капкеж. К. тр. – н/к	20	10	1	1	1	0	1	1	35	— ГПП	—
24	Кук Караук	5.4 км ЮЮВ д. Макарово. Подножье правого склона долины р. Сикаси. Абс. отм. входа 220 м, превышение – 1 м. L – 163, A – 10, V – 940. Вмещающие породы – известняки (C ₁ v). Наклонно-горизонтальная гротово-ходовая с шестью входами. П. отл. – глыбы, глина, щебень. Н. обр. – натеchno-капельные. Водопроявления – капкеж, понор, поглощающий часть стока р. Сикаси в паводок. Обвалоопасна. К. тр. – 1	10	10	10	1	1	1	1	1	35	— ГПП	 Вход в половодье. Фото Ю. Соколова

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
25	Кулембят Ледяная	7.0 км ЮЗ д. Толпарово. Верхняя часть левого склона левого притока руч. Кломбиник. Абс. отм. входа 330 м, превышение – 70 м. L – 43, A – 28, V – 876. Вмещающие породы – известняки (PR ₃ kt). Вертикально-наклонная колодезно-коридорная. П. отл. – глина, глыбы. Наледь в В части. Н. обр. – нет. К. тр. – н/к	1	10	1	20	1	0	1	1	35	— ГПП	—
26	Кулембят Яма	7.4 км ЮЮЗ д. Толпарово. Верхняя часть левого склона долины руч. Кломбиник. Абс. отм. входа 340 м, превышение – 50 м. L – 86, A – 28, V – 181. Вмещающие породы – известняки (PR ₃ kt). Наклонно-вертикальная разветвленная колодезно-ходовая. П. отл. – глина, глыбы. Н. обр. – натечно-капельные. Спелеофауна – троглофилы (летучие мыши). К. тр. – 1	10	10	1	1	1	10	1	1	35	— ГПП	—
27	Лопаты I	5.3 км ЮЗ д. Толпарово. Верхняя часть левого склона долины р. Зилим. Абс. отм. входа 325 м. Превышение – 110 м. L – 34, A – 4, V – 24. Вмещающие породы – известняки (PR ₃ kt). Пологонаклонная сквозная ходовая. Входы треугольного сечения 1,4×0,6 и 0,9×0,4 м. П. отл. – щебень, глина. Н. обр. – натечно-покровные, в т.ч. пещерное молоко	20	10	1	1	1	0	1	1	35	— ГПП	—
28	Сувалташ (Алып Кая)	4.0 км В д. Таш-Асты. Верхняя часть левого склона долины р. Зилим. Абс. отм. входа 230 м, превышение – 100 м. L – 103, A – 33, V – 12915. Вмещающие породы – известняки (D ₃ f). Наклонная разветвленная галерейная, сквозная с тремя входами. П. отл. – щебень, глыбы. Н. обр. – отсутствуют. Водопроявления – слабый капкеж. К. тр. – н/к	1	20	0	1	1	10	1	1	35	— ГПП	 Верхний вход. Фото Ю. Соколова

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
29	Ушата Лощадь	4.0 км СВ д. Таш-Асты. Средняя часть правого склона долины р. Зилим. Абс. отм. входа 260 м. Превышение – 130 м. L – 64, A – 27, V – 2000. Вмещающие породы – известняки (D ₃ fm). Наклонная вниз от входа галерейная. Вход провальный (Овал 15×8,0). П. отл. – глыбы. Наледь 42 м ² (1977.08). Н. обр. – отсутствуют. Водопроявления – капез. К. тр. – 1	1	20	1	10	1	0	1	1	35	— ГПП	—
30	Арка Юрт	3.1 км ЮВ д. Таш-Асты. Бровка левого склона долины р. Зилим. Абс. отм. входа 300 м, превышение – 155 м. L – 330, A – 22, V – 1960. Вмещающие породы – известняки (C ₁ v). Наклонная разветвленная ходово-горовая. П. отл. – щебень, глина. Н. обр. – натеchno-капельные и натеchno-покрывные, гуры. Водопроявления – капез. К. тр. – 1	10	10	10	1	1	0	1	1	34	— ГПП	—
31	Бутыль	4.0 км В д. Таш-Асты. Верхняя часть левого склона долины р. Зилим. Абс. отм. входа 280 м. Превышение – 150 м. L – 56, A – 26, V – 479. Вмещающие породы – известняки (D ₃ f). Ходово-колодезная разветвленная. П. отл. – щебень. Н. обр. – натеchno-покрывные, в т. ч. гуры. Водопроявления – капез, озеро. К. тр. – 1	10	10	10	1	1	0	1	1	34	— ГПП	—
32	Кузанака	7.3 км ЮЮЗ д. Толпарово. Верхняя часть левого склона долины р. Зилим. Абс. отм. входа 340 м, превышение – 120 м. L – 177, A – 20, V – 1130. Вмещающие породы – известняки (RF ₃ kt). Горизонтальная коридорная. П. отл. – щебень, глина. Н. обр. – натеchno-покрывные и натеchno-капельные. Водопроявления – капез, участками интенсивный. К. тр. – н/к	10	10	10	1	1	0	1	1	34	— ГПП	—

Примечание. Сокращения в таблице 2: L — длина, м; V — объем, м³; A — амплитуда, м; Az — азимут; Абс. отм — абсолютная отметка, м; В — восток (восточная, восточнее, восточной); ВД — восточная долгота; З — запад (западная, западнее, западной); Прил — приложение; С — север (северная, севернее, северной); СШ — северная широта; Ю — юг (южная, южнее, южной); Дата учр — дата учреждения памятника природы; К. тр — категория трудности прохождение пещеры; н/к — не категоризованная пещера по трудности прохождения; Н. обр — натеchno-образования; П. отл — пещерные отложения; ГПП — геологический памятник природы; КПП — комплексный памятник природы, ГППЗ — государственный памятник природы заказного режима (компонент заказника); КНП — компонент национального парка; ЗАП — компонент заповедника

Note. Abbreviations in table 2: L — length, m; V — volume, m³; A — amplitude, m; Az — azimuth; Абс. отм — absolute mark, m; В — East; ВД — East longitude; W — West; Прил — application; С — North; СШ — North latitude; Ю — South; Дата учр — date of establishment of the natural monument; К. тр — category of difficulty passing the cave; н/к — not a categorical cave due to the difficulty of passing; Н. обр — streak formations; П. отл — cave deposits; ГПП — geological monument of nature; КПП — a complex natural monument, ГППЗ — state natural monument of the ordered regime (wildlife sanctuary component); КНП — component of the national park; ЗАП — component of the reserve

**Уральская карстовая страна.
Западно-Уральская спелеологическая
провинция**

Пещера Киндерлинская им. 30-летия Победы — уникальный палеонтологический, геоморфологический, гидрогеологический, редкий геологический, биоспелеологический природный объект, находящийся на территории ГПП «Киндерлинская–Октябрьская–Леднева». Пещера заслуживает природоохранный статус заповедника. Пещера Киндерлинская имеет уникальную для Уральского региона морфологию: помимо рекордной протяженности — 12935 м, и объема — 295000 м³; она имеет редкую каркасную решетку, множество протяженных галерей и объемных залов. Самый крупный зал Планетарий имеет объем ~30000 м³. Амплитуда пещеры — 235 м. При субгоризонтальном (8°) залегании горных пород позволяет в деталях проследить их состав. В большом количестве представлены практически все формы водно-хемогенных отложений. Уникальная по своей протяженности и мощности наледь имеет доступный для визуального изучения разрез. Отложения входной галереи хранят малоизученный палеонтологический материал плейстоценового возраста. Пещера имеет разветвленную подземную гидрологическую сеть, интенсивно проветривается. Колония рукокрылых достигает периодами сотни особей. У пещеры огромный спортивно-туристский потенциал (экскурсии, спортивные маршруты, дайвинг) [Соколов, Смирнов, 2013]. Несмотря на то, что пещера официально закрыта для посещения как уникальный спелеообъект, требующий комплексного исследования, она интенсивно несанкционировано посещается неорганизованными туристами.

Аскинская (Аскынская) ледяная пещера имеет редкий для своей протяженности (371 м) объем — 51100 м³, благодаря основному своему элементу — залу длиной 104 м, шириной 60 м и высотой 32 м, с крупнейшей по площади наледью на Урале. В наледи обнаружены элементы захоронения и многочисленные кости крупных и мелких млекопитающих [Петров, 1926]. В ноябре 2014 г. в пещере выявлено 120 особей рукокрылых [Соколов, 2015]. В пещере обнаружены эндемики насекомых — троглобионты *Schaefferia baschkirica* Kniss. Пещера используется в качестве экскурсионного объекта Российским географическим обществом.

Пещера Леднева представляет собой верхнюю часть карстово-гидрогеологической системы ГПП «Киндерлинская–Октябрьская–Леднева». Пещера впечатляет объемом (35480 м³). Высокая (до 20 м) выклинивающаяся кверху галерея заложена по тектонической трещине восточного простирания, которая прослеживается и в других пещерах системы.

На разных высотах трещина заполнена заклиненными глыбами и водно-хемогенными отложениями (кальцитовая кора, сталактиты, геликтиты, сталагмиты), которые создают ложные ярусы. В пещере обитают летучие мыши, численность их на диапаузе оценивается в сотни особей. В привходовой части до середины лета сохраняется наледь, уменьшившаяся после вскрытия продолжения пещеры в 1990 г. В пещере найдены кости современного медведя.

Пещера Октябрьская является нижней частью карстово-гидрогеологической системы ГПП «Киндерлинская–Октябрьская–Леднева». Она представлена широкой (6.5–30 м) сводчатой туннелевидной галереей длиной 680 м и шахтой глубиной 83 м, соединенными коридором длиной 200 м, шириной до 1.5 м, высотой до 5 м. По северной части галереи и коридору течет ручей с водой из пещеры Киндерлинской. Галерея заполнена водно-механическими отложениями и разнообразными натечками: соломинками длиной до 80(!) см, коническими и флагообразными сталактитами, геликтитами, колоннами и сталагмитами (от капельниц до массивных уплощенных), гурами. Колония рукокрылых на диапаузе оценивается в сотни особей.

Пещера Ыласын — ледяная. Привходовая наледь ведет в галерею с оперяющимися ходами. Часть ходов озерные. В них встречаются кальцитовая кора, сталактиты, сталагмиты, пещерное молоко. Встречаются летучие мыши. В ходах привходовой части пещеры селятся соколы, отчего она имеет второе название — Соколиная. В пещере обнаружены эндемики насекомых — троглобионты *Plutomurus (Collembola) baschkiricus* Skorikow.

Пещера Олимпия — третья по протяженности пещера геопарка (1409 м) с объемом 69829 м³. Галерея западного простирания с оперяющимися, нередко кольцевыми коридорами длиной до 100 м. Небольшой ручеек из-под капли исчезает в системе узких колодцев. Встречаются кремнистые стяжения, кальцитовая кора и ребра. Найдены кости крупных млекопитающих. Встречаются летучие мыши.

**Центрально-Уральская
спелеологическая провинция**

Пещера Лунная — самая протяженная пещера геопарка, сформированная в известняках древних свит провинции. Вертикально-наклонная ярусная колодце-коридорная. Примечательна наличием натечно-покровных и натечно-капельных вторичных новообразований, транзитного ручья и колонии летучих мышей.

Пещера Кулембят 3 — вторая по протяженности пещера геопарка, сформированная в известняках

древних свит провинции. Наклонная разветвленная коридорная, является пещерой-пономом с наличием натечно-капельных вторичных новообразований.

Среди других особенностей спелеокомплексов геопарка следует также отметить следующие.

Самыми протяженными пещерами, кроме вышеотмеченных, являются пещеры: Арка-Юрт (330 м), Бришский провал (260 м), Хазинская (214 м).

В ряде пещер геопарка при небольшой их протяженности сформированы элементарные полости значительных объемов. Так, пещера Сувалташ при длине всего 103 м, имеет объем 12915 м³ и состоит из высокой, уникальной для Южного Урала, галереи. Объемные галереи имеются также в пещерах Вак-Карагай-Карши и Упала Лошадь.

Водно-хемогенные отложения встречаются в каждой второй пещере из списка рекомендованных к охране. Однако среди них в пещерах геопарка имеются относительно редко встречающиеся в карстовых полостях Южного Урала и Предуралья вторичные новообразования, такие как соломка (трубчатые сталактиты), гуры, пещерный жемчуг и пещерное (лунное) молоко.

Водопроявления в пещерах геопарка, как и в других пещерах Южного Урала и Предуралья, представлены преимущественно капезом инфильтрационных вод. В пещере Красноустьевская 12 имеется постоянный ручей, вода в котором слабоминерализованная. Временные водотоки встречаются в пещерах Кук-Караук и Бришский провал. В пещерах Арка-Юрт, Бутыль, Лунная, Упрямцев и Кузганак имеются озера. В пещере Кулембят-Ледяная, в соответствии с ее морфологическими особенностями, сформирована многолетняя наледь, а в пещере Упала Лошадь — фирн.

Заключение

На основе разработанной методики определения ценности карстовых пещер Южного Урала и Предуралья произведена оценка научно-прикладной значимости карстовых пещер геопарка «Торатау» и рекомендован их природоохранный статус.

Установлено, что по состоянию на 01.07.2019 из 228 известных на территории геопарка карстовых пещер 32 пещеры заслуживают природоохранного статуса в качестве: геологических памятников природы (23 шт.), государственных памятников природы с заказным режимом или компонентов ландшафтного заказника (4 шт.), компонентов национального парка (4 шт.). Одна пещера — Киндерлинская им. 30-летия Победы, по своим морфометрическим и морфологическим параметрам, а также изученным компонентам пещерной среды соответствует памятнику природы федерального значения.

В соответствии с общими закономерностями развития карста и формирования пещер региона подавляющая часть наиболее ценных пещер расположена в Западно-Уральской спелеологической провинции. При этом большинство из них (12) находится долине р. Зилим, в полосе распространения известняков нижнего карбона. Их средний балл научно-прикладной значимости оценен в 63.5. На базе этих наиболее примечательных пещер геопарка целесообразно создать научно-спелеологический стационар с природоохранными функциями.

В Западно-Уральской спелеологической провинции геопарка имеются еще три перспективных участка с пещерами, которые могут быть основой для создания туристской инфраструктуры. Это пещеры в окрестностях д. Хазиново, пещеры на р. Бриш и на р. Зилим у горы Кузганак.

В заключение следует особо подчеркнуть, что из всех элементов пещер геопарка относительно хорошо изучены на сегодня их морфометрия и морфология, другие компоненты пещерной среды исследованы недостаточно. Дальнейшее изучение пещер геопарка может повысить ценность ряда из них, что потребует переоценки научно-прикладной их значимости.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы № 0246–2019–0086.

Список литературы:

- Абдуллин Ш.Р. Анализ влияния посещаемости людьми на распределение цианобактерий и водорослей в некоторых пещерах // Биоспелеологические исследования в России и сопредельных государствах: Матер. 2 й Всерос. молодеж. конф. / ИПЭЭ РАН им. А.Н. Северцова (Москва, 1–2 дек. 2016 г.). Ярославль: Филигрань, 2017. С. 5–9.
- Бортников М.П. Балльная оценка пещер Самарской области // Спелеология Самарской области / Самарский областной центр детско-юношеского туризма и краеведения. Самара, 1998. С. 73–79.
- Волков А.М., Соколов Ю.В. Расширение территории памятника природы «Пещера Зигановка и ее окрестности» как путь сохранения биоразнообразия и рекреационных ресурсов // Уральский экологический вестник. 2015. Вып. 38. С. 12–20.
- Климец В.В. Путешествие в подземную сказку // Бельские просторы. 2002. № 10. С. 113–127.
- Книсс В.А. Фауна пещер России и сопредельных стран. Уфа: Изд-во БГУ, 2001. 238 с.
- Кудряшов И.К. Карстовые пещеры Башкирии — ценные памятники неживой природы // Состояние и задачи охраны природы в Башкирии. Уфа: БФАН СССР, 1960. С. 159–165.
- Кузьмина Л.Ю., Галимзянова Н.Ф., Абдуллин Ш.Р., Рябова А.С. Микробиота пещеры Киндерлинская (Южный Урал) // Микробиология. 2012. Т. 81, № 2. С. 273–281.
- Лепехин И.И. Продолжение Дневных записок путешествия доктора и Академии наук адъюнкта Ивана Лепехина по разным провинциям Российского государства в 1770 году. Ч. 2. СПб., 1772. 338 с.

- Лобанов Ю.Е. Уральские пещеры. Свердловск: Средне-Уральское кн. изд во, 1979. 174 с.
- Мартин В.И., Усольцев Л.Н. Пещеры Хазинская и Ыласын на Южном Урале // Пещеры. Пермь, 1970. Вып. 8(9). С. 41–52.
- Мартин В.И., Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Пещеры Башкирии // Пещеры, итоги исследований. Пермь, 1993. С. 30–59.
- Петров П. Аскинская пещера // Башкирский краеведческий сборник. № 1. Уфа: Башкнига, 1926. С. 39.
- Пономарев А.Б. Балльная оценка пещер Пермской области // Изучение Уральских пещер: Докл. 2-й и 3-й конф. спелеологов Урала. Пермь, 1992. С. 14–16.
- Рекомендации по выявлению, учету, оформлению и организации охраны пещер и карстовых объектов в качестве государственных памятников природы / В.М. Голод, Б.Р. Мавлюдов. М.: ВООП, 1984. 50 с.
- Смирнов А.И. Кальцитовые оолиты, пизолиты и конкреции в пещерах Южного Урала // Изучение Уральских пещер: Докл. 2-й и 3-й конф. спелеологов Урала. Пермь, 1992. С. 33–41.
- Смирнов А.И. Спелеоресурсы Республики Башкортостан // Геоэкология в Урало-Каспийском регионе: Тез. докл. междунар. науч. практ. конф. Уфа, 1996. Ч. 1. С. 200–202.
- Смирнов А.И. Радиационная обстановка в пещерах Башкортостана // Государственная политика в сфере охраны окружающей среды: Мат. науч. практ. конф. Уфа, 2011. С. 234–236.
- Смирнов А.И., Книсс В.А. Биоспелеологический метод определения возраста карстовых пещер (на примере пещер Южного Урала) // Геоморфология. 1986. № 1. С. 96–98.
- Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Кадастр пещер горной части Башкирии (Южный Урал) и распространение их по возрасту карстующихся пород // Свет: Вестник Киев. карст. спелеол. центра. 1992. № 2(4). С. 8–9.
- Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Пещеры горной части Башкирии (Южный Урал): Препринт / БНЦ УрО РАН. Уфа, 1993. 54 с.
- Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Пещеры Башкортостана: степень изученности, состояние охраны // Пещерный палеолит Урала: Матер. междунар. конф. Уфа, 1997. С. 106–108.
- Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Карст и спелеология // Абдрахманов Р.Ф. и др. Карст Башкортостана. Уфа, 2002. С. 301–340.
- Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Пещеры // Атлас Республики Башкортостан. Уфа: Китап, 2005. С. 62–64.
- Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Карстовые пещеры Южного Урала и Предуралья и их практическое использование // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Мат. 11 межрегион. науч. практ. конф. Уфа: ДизайнПресс, 2016. С. 244–246.
- Смирнов А.И., Соколов Ю.В., Гаевский И.Г. Пещеры долины р. Зилим на Южном Урале (закономерности распространения и развития) // Свет: Вестник Киев. карст. спелеол. центра. 1992. № 4(6). С. 12–15.
- Соколов Ю.В. Практическая спелеология: Методические рекомендации по изучению пещер. Уфа: БИФК, 2006. 88 с.
- Соколов Ю.В. Ишеевская система пещер // Башкирская энциклопедия. Уфа: Башкирская энциклопедия, 2007а. Т. 3: 3 К. С. 245.
- Соколов Ю.В. Киндерлинская пещера // Башкирская энциклопедия. Уфа: Башкирская энциклопедия, 2007б. Т. 3: 3 К. С. 399.
- Соколов Ю.В. Практика спелеотуризма: Учебно-методическое пособие. Уфа: БИФК, 2007в. 88 с.
- Соколов Ю.В. Лед в пещерах Башкортостана // Биологическое разнообразие, спелеологические объекты и историко-культурное наследие охраняемых природных территорий Республики Башкортостан: Сб. науч. трудов. Вып. 3. Уфа: Информреклама, 2008а. С. 184–196.
- Соколов Ю.В. Октябрьская пещера // Башкирская энциклопедия. Уфа: Башкирская энциклопедия, 2008б. Т. 4: Л. О. С. 514.
- Соколов Ю.В. Олимпия // Башкирская энциклопедия. Уфа: Башкирская энциклопедия, 2008в. Т. 4: Л. О. С. 521.
- Соколов Ю.В. Пещеры Республики Башкортостан и спелеотуризм // Вестник Академии наук РБ. 2009. Т. 14, № 4. С. 80–83.
- Соколов Ю.В. Таш Ой // Башкирская энциклопедия. Уфа: Башкирская энциклопедия, 2010. Т. 6: Советы народного хозяйства У. С. 235.
- Соколов Ю.В. Хазинская // Башкирская энциклопедия. Уфа: Башкирская энциклопедия, 2011а. Т. 7: Ф. Я. С. 97–98.
- Соколов Ю.В. Ыласын // Башкирская энциклопедия. Уфа: Башкирск. энциклопедия, 2011б. Т. 7: Ф. Я. С. 336.
- Соколов Ю.В. О численности летучих мышей в Аскинской пещере Башкирии // Журнал АСУ [Ассоциация спелеологов Урала]. 2015. № 22. С. 8–9.
- Соколов Ю.В., Книсс В.А. Пещеры зоны затопления Юмагузинского водохранилища // Экологические аспекты Юмагузинского водохранилища. Уфа: Гилем, 2002. С. 58–81.
- Соколов Ю.В., Смирнов А.И. Пещерная система Киндерлинская-Леднева-Октябрьская // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Матер. IX межрегион. науч. практ. конф. Уфа, 2012. С. 266–269.
- Соколов Ю.В., Смирнов А.И. Новый спелеологический памятник природы Республики Башкортостан Пещерная система «Киндерлинская-Леднева-Октябрьская» // Гидрогеология и карстование: межвуз. сб. науч. тр. / Перм. гос. ун-т и др. Пермь, 2013. Вып. 19. С. 225–230.
- Соколов Ю.В., Смирнов А.И., Книсс В.А. Пещеры Мурадымовского участка на реке Бол. Ик: Препринт / БНЦ УрО РАН. Уфа, 1994. 25 с.
- Сухов В.П. Позднеплейстоценовые и голоценовые мелкие позвоночные из пещер западного склона Южного Урала // К истории позднего плейстоцена и голоцена Южного Урала и Предуралья. Уфа: БФАН СССР, 1978. С. 64–85.
- Kniss V., Smirnov A. The age of the Shulgan Tash cave // Proceedings of the International conference on Anthropogenic impact and environmental changes in Carst. Studia carsologica, (2). Brno, 1990. P. 96–97.

УДК 551.43(470.57)

ОСНОВНЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА НА ТЕРРИТОРИИ ГЕОПАРКА ТОРАТАУ (ЮЖНОЕ ПРЕДУРАЛЬЕ, РОССИЯ)

© 2020 г. Г.А. Данукалова^{1,2}, Е.М. Осипова¹¹ *Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН*² *Казанский Федеральный университет*

Реферат. Территория геопарка Торатау расположена в глубине евроазиатского материка, удалена от прямого влияния морей и океанов; здесь сложился континентальный тип климата. Рельеф начал формироваться с мезозоя, но современный вид приобрел за последние 3 млн лет в результате взаимодействия новейших тектонических движений геологического субстрата и умеренного климата, которые определяют и направляют экзогенные процессы. В структурном отношении на территории выделяют юго-восточную окраину Восточно-Европейской платформы, Предуральский прогиб и Урал. Крупным структурным элементом соответствуют и макроформы рельефа – восточные отроги Бугульминско-Белебеевской денудационной возвышенности с плоскими вершинами, обширная Камско-Бельская эрозионно-аккумулятивная равнина и низкорослые хребты западного склона Южного Урала. Характерные среднеразмерные формы рельефа – одиночные горы, скальные обрывы, долины рек и озерные котловины, дополненные микроформами рельефа – оврагами, террасами, останцами выветривания, карстовыми формами рельефа (воронки и пещеры) – создают неповторимый колорит территории, расположенной на восточном краю Европы.

Ключевые слова: Восточно-Европейская равнина, Южное Предуралье, Южный Урал, Бугульминско-Белебеевская возвышенность, Камско-Бельская равнина, рельеф

MAIN LANDFORMS OF THE TORATAU GEOPARK TERRITORY (SOUTHERN FORE-URALS, RUSSIA)

© 2020 G.A. Danukalova^{1,2}, E.M. Osipova¹¹ *Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences*² *Kazan Federal University*

Abstract. The territory of the Toratau geopark is located inside of the Eurasian continent, remote from the direct influence of seas and oceans, and a continental type of climate has developed here. The relief began to form from the Mesozoic, but acquired a modern look over the past 3 million years as a result of the interaction of the latest tectonic movements, the geological substrate and the temperate climate, which determines and directs exogenous processes. Structurally, the southeastern outskirts of the East European platform, the Fore-Uralian trough and the Urals are distinguished on the territory. The macroforms of the relief corresponds to large structural elements – eastern spurs of the extensively denudated Bugulma Belebey Upland with flat tops, wide Kama Belaya erosion accumulating plain and low mountain ranges of the western slope of the Southern Urals. Typical medium sized relief forms, represented by solitary mountains, rocky cliffs, river valleys and lake basins, supplemented by relief microforms – ravines, terraces, karst relief forms (funnels and caves) – create an unique coloring of the territory located on the eastern edge of Europe.

Key words: East European Plain, Southern Fore Urals, Southern Urals, Bugulma Belebey Upland, Kama Belaya Plain, relief

Введение

Геопарк Торатау расположен на территории Республики Башкортостан и условно ограничен на западе долиной реки Белой, а с востока охватывает Южное Предуралье и западный склон Южного Урала. Территория находится в глубине евроазиатского материка,

удалена от влияния морей и океанов; здесь сложился континентальный тип климата с относительно теплым летом и продолжительной умеренно-холодной зимой [Атлас..., 2005; Турикешев и др., 2016]. В четвертичное время это была внеледниковая зона, расположенная южнее и юго-восточнее районов распространения покровных ледников, двигавшихся со стороны

Карского моря и Скандинавии, и периодически климат становился холоднее или теплее в зависимости от смены ледниковых и межледниковых эпох. В историческом прошлом западную часть территории покрывали широколиственные леса; к настоящему времени их большая часть вырублена, а активное заселение человеком привело к сельскохозяйственному освоению и формированию современных природных зон. В настоящее время здесь выделены степная, лесостепная и лесная зоны [Атлас..., 2005]. На западе распространены ландшафты пластовых равнин (восточные отроги Бугульминско-Белебеевской возвышенности и Предуралья), на востоке — ландшафты предгорий, краевых и низкогорных хребтов, низкогорий (западный склон Южного Урала) [Атлас..., 2005]. Интразональными являются комплексы речных долин. Основные типы ландшафтов делятся на подтипы, их подробная характеристика показана на рисунке 1.

В западной части территории распространены пермские и неогеновые осадочные породы, перекрытые почти везде четвертичными осадками, в восточной части — породы карбона, девона и докембрия (рис. 2а, б). [Государственная..., 2002]. В структурном отношении западная часть территории принадлежит юго-восточной окраине Восточно-Европейской платформы и Предуральскому прогибу, а восточная — Уралу [Пучков, 2010; Государственная..., 2002; Сеницын и др., 1962ф].

Рельеф западной части территории характеризуется абсолютными отметками от 200 до 340 м (восточные отроги Бугульминско-Белебеевской возвышенности); урез воды в реке Белая 150–125 м; в полосе предгорий отмечены высоты 300–400 м, на западном склоне Южного Урала — 400–800 м. Рельеф сформировался в основном в четвертичное время (около 3 млн лет назад) в результате взаимодействия новейших тектонических движений геологического субстрата и умеренного климата, которые определяют и направляют поверхностные (экзогенные) процессы. Исходя из особенностей рельефа, здесь выделяют две части — западную равнинную и восточную с предгорным и горным рельефом.

Характеризовать рельеф можно по размерам (планетарные, мегаформы, макроформы, микроформы, наноформы рельефа), по происхождению (в целом денудационные и аккумулятивные, а также тектонические, вулканические, эрозионные, склоновые, ледниковые, озерные, карстовые, эоловые, антропогенные формы рельефа), по возрасту (старый, молодой), по форме (положительные, отрицательные), по сложности (простые, сложные) и др. критериям. Можно выделять формы рельефа по нескольким ведущим геологическим процессам, по примеру А.П. Рож-

дественского [1971], который выделяет три группы основных типов крупных форм рельефа по происхождению: 1. Эрозионно-тектонический рельеф, приуроченный к юго-восточной окраине Восточно-Европейской равнины. Рельеф возник вследствие разрушения слоистых осадочных образований пермской и неогеновой систем. Здесь выделяют положительную форму макрорельефа — платообразную Бугульминско-Белебеевскую возвышенность с плоским сводом и крутыми сильно расчлененными склонами и отрицательную — Камско-Бельскую равнину (понижение); 2. Эрозионно-тектонический рельеф, возникший на складчатоглыбовом основании на территории Предуральского краевого прогиба, где наблюдаются широко развитые нарушения целостности разнообразных горных пород, выведенных на дневную поверхность. Здесь сформированы разнообразные формы рельефа; 3. Эрозионно-аккумулятивный тектономорфный рельеф, сформированный на складчатоглыбовом основании. Подобный тип рельефа тесно примыкает ко второй группе и характерен для долин рек Белая, Зиган, Зилим, Селеук, Сикася и других при выходе их из гор.

Характеристика форм рельефа в статье приведена по их размерам от крупных к мелким. К крупным формам рельефа (макрорельеф) относятся обширные денудационные возвышенности, эрозионно-аккумулятивные равнины и низкогорные хребты (см. рис. 1). Характерные среднеразмерные формы рельефа (мезорельеф) — это одиночные горы, скальные обрывы, долины рек и озерные котловины. Мелкие формы рельефа (микрорельеф), представленные оврагами, террасами, останцами выветривания, карстовыми формами рельефа (воронки и пещеры), дополняют крупный и средний рельеф и вместе с ними создают неповторимый колорит территории, расположенной на восточном краю Европы.

Статья иллюстрирована photographиями авторов (кроме специально оговоренных случаев).

1. Крупные формы рельефа

К крупным формам рельефа на территории юго-востока Восточно-Европейской равнины относят Бугульминско-Белебеевскую возвышенность, в Южном Предуралье — Камско-Бельскую равнину (понижение), на территории западного склона Южного Урала — низкогорные хребты.

1.1. Бугульминско-Белебеевская возвышенность (восточная часть)

Крупная платообразная Бугульминско-Белебеевская возвышенность характеризуется в целом плоским сводом и крутыми склонами.

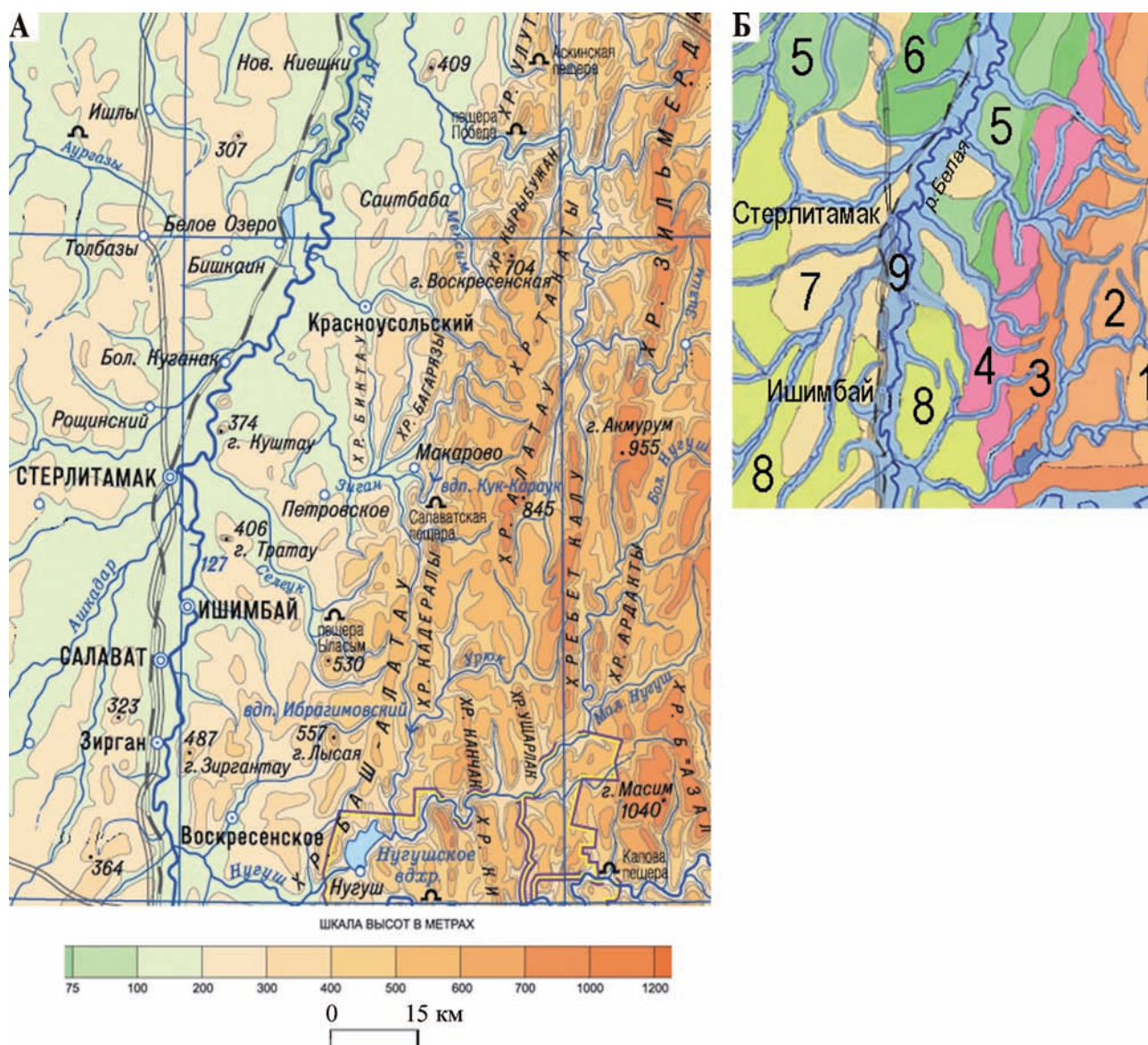


Рис. 1. Обзорные карты-схемы территории геопарка Торатау

А Орогидрографическая карта юго восточной окраины Восточно Европейской равнины и Южного Предуралья. Б Ландшафты характеризуемой территории (по материалам [Атлас..., 2005]). **Низкогорья:** 1 низкогорные хребты, сложенные преимущественно кварцитовидными песчаниками, доломитами и известняками среднего протерозоя; **краевые и низкогорные хребты:** 2 эрозивно расчлененные низкогорья, сложенные преимущественно сланцами, песчаниками, алевролитами нижнего палеозоя и венда; 3 низкогорные хребты, сложенные терригенно карбонатными породами девона и карбона; **предгорья:** 4 холмисто увалистые предгорья, сложенные артинскими (пермскими) аргиллитами, мергелями, песчаниками, конгломератами; **пластовые равнины:** 5 пологоволнистые междуречные равнины, покатые и пологие склоны долин, сложенные песчаниками, мергелями, конгломератами, известняками уфимского яруса; 6 увалистые равнины, сложенные кунгурскими гипсами, ангидритами и глинами; 7 наклонные равнины, пологие придолинные склоны, сложенные глинами неогена; 8 возвышенные эрозивно расчлененные равнины, сложенные терригенно карбонатными породами биармийского и татарского отделов; **комплексы речных долин:** 9 пойма, низкие и средние эрозивно аккумулятивные террасы речных долин с озерами старицами.

Fig. 1. Overview maps of the territory of the Toratau geopark

А relief map of the southeastern outskirts of the East European Plain and the Southern Urals; Б Landscapes of the characterized territory (based on [Atlas..., 2005]). **Low mountain ridges:** 1 Low mountain ridges, composed mainly of quartzite sandstones, dolomites and limestones of the Middle Proterozoic; **Marginal and low mountain ridges:** 2 Erosion dissected low ridges, composed mainly of schists, sandstones, silts of the Lower Paleozoic and Vendian; 3 Low mountain ridges composed of terrigenous carbonate rocks of the Devonian and Carboniferous; **Foothills:** 4 Hilly bumpy foothills composed of Artinskian (Permian) mudstones, marls, sandstones, conglomerates; **Stratum plains:** 5 gentle and wavy interfluvial plains and gentle slopes of the valleys, composed of sandstones, marls, conglomerates, limestones of the Ufimian stage (Permian); 6 steep plains composed of Kungurian (Permian) gypsum, anhydrite and clay; 7 inclined plains, gently sloping valleys, composed of Neogene clays; 8 elevated erosion dissected plains, composed of terrigenous carbonate rocks of the Biarmian and Tatarian Series (Permian); **Complexes of river valleys:** 9 Floodplain, low and medium erosion accumulating terraces of river valleys with oxbow lakes.

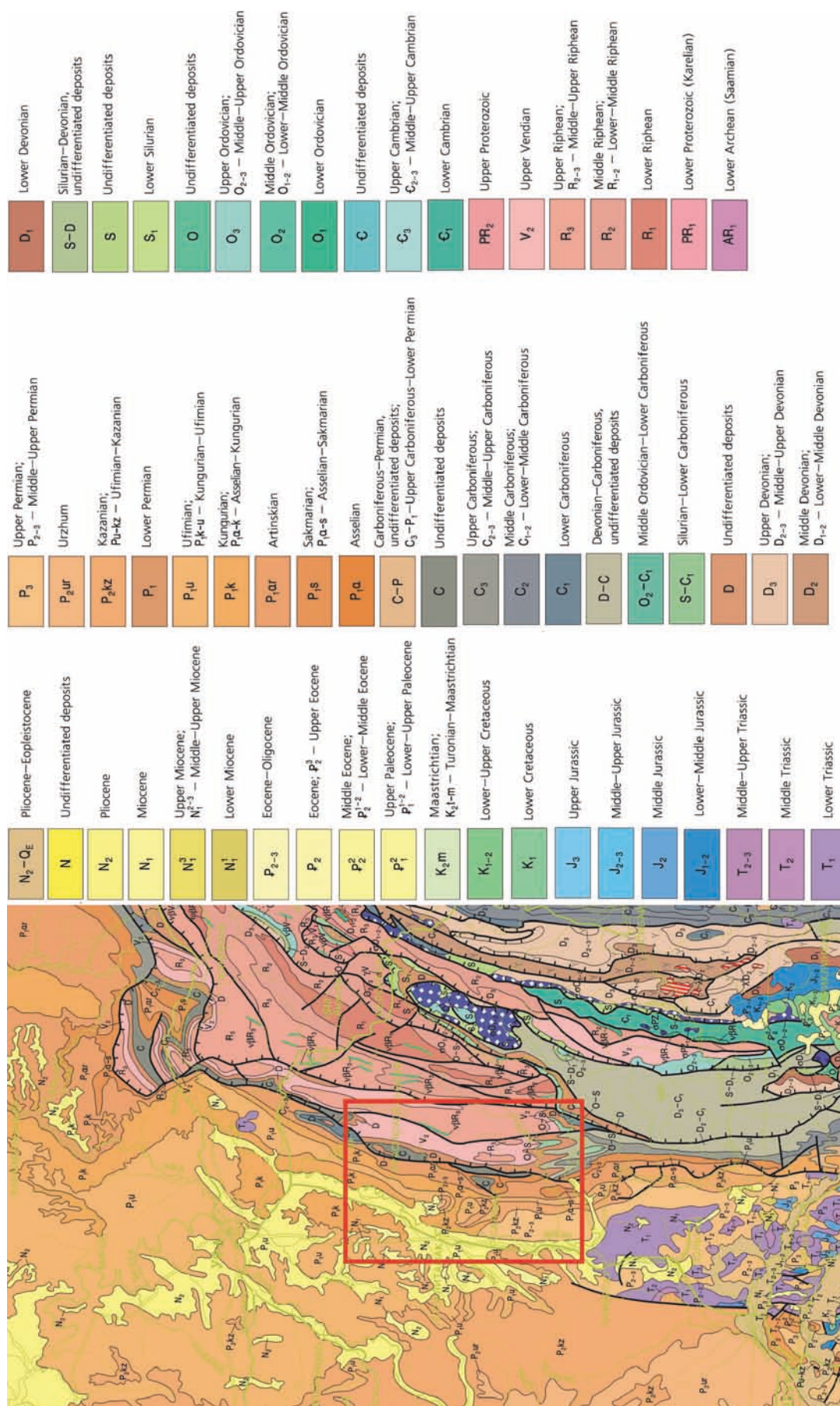


Рис. 2а. Геологическая карта территории юго-востока Восточно-Европейской равнины и Южного Предуралья (фрагмент, по [Геологическая..., 2012])

Fig. 2a. The geological map of the territory of the East European Plain and the Southern Urals (fragment, according to [Geological..., 2012])



Рис. 2б. Карта четвертичных образований юго-востока Восточно-Европейской равнины и Южного Предуралья (фрагмент, по [Застрожнов и др., 2010])

В пределы территории геопарка входят крайние восточные отроги этой возвышенности (см. рис. 1). Возвышенность в целом — это денудационное плато с абсолютными отметками вершинных поверхностей от 250 до 482 м, расчлененное эрозией, где сочетаются ступенчатые денудационные поверхности и аккумулятивные террасы, приуроченные к долинам рек. Своим происхождением возвышенность обязана сводовому поднятию кристаллического фундамента (Татарский свод). Восточная часть возвышенности отличается меньшими высотами от 294 до 180 м с общим наклоном в сторону долины р. Белой. Она расчленена средними и мелкими реками на водоразделы и глубокие каньонообразные долины в верховьях и расширяющиеся в сторону р. Белой.

К югу от Бугульминско-Белебеевской возвышенности в направлении возвышенности Общия Сырт простирается высокая гряда (420–480 м), которую называют Стерлибашевско-Федоровская возвышенность. Склоны гряды изрезаны речками и оврагами на вытянутые водоразделы.

1.2. Камско-Бельская (Бельская) равнина

Камско-Бельская или Бельская эрозионно-аккумулятивная равнина простирается от долины р. Камы на восток и юго-восток до Уральских гор. Равнину занимают долины р. Белой и ее притоков.

В пределы территории геопарка входит отрезок долины Белой, протекающей здесь с юга на север субпараллельно Уральским горам (см. рис. 1, 3). Абсолютные отметки уреза воды в р. Белой составляют 150 м (с. Зирган), 127 м (г. Стерлитамак) и 94 м (д. Нижнетюкуль). Территория имеет увалисто-волнистый равнинный рельеф с общим наклоном в сторону р. Белой; восточная часть приподнята выше — здесь присутствуют одиночные возвышенности с высотами от 220 до 400 м, в среднем — 300 м.

На левобережной и правобережной частях равнины выделяют три ступени поверхностей выравнивания (равнин) — неогеновая денудационно-останцово-холмистая, раннечетвертичная абразионно-аккумулятивная и позднечетвертичная эрозионно-аккумулятивная. Денудационно-останцово-холмистая равнина приурочена к отметкам 230–254 м и имеет ограниченное распространение у подножья Бугульминско-Белебеевской возвышенности и на восточной окраине правобережной территории. На большой площади левобережья эта равнина уничтожена абразией акчагыльского моря и последующей денудацией. Абразионно-аккумулятивная равнина раннечетвертичного возраста выделяется на абсолютных отметках 100–215 м. Образование равнины связано с акчагыльской ингрессией (2.6–1.8 млн лет назад), когда

в Предуралье появился солоноватоводный залив, и последующим формированием ее после ухода морских вод. Эрозионно-аккумулятивная равнина позднечетвертичного времени приурочена к днищу р. Белой. В пределах этой равнины эрозионная расчлененность слабая, а обширные площади занимают речные террасы, представленные третьей, второй и первой надпойменными террасами, высокой и низкой поймами.

1.3. Предгорья и западный склон Южного Урала

Горная часть территории геопарка представлена системой меридиональных хребтов, разделенных понижениями, и в геологическом отношении приурочена к Центрально-Уральскому поднятию общей уральской структуры. Горная часть Урала сложена породами разных геологических подразделений: с запада на восток можно встретить породы перми, карбона, девона и докембрия. В рельефе с запада на восток последовательно сменяются холмисто-увалистые предгорья с абсолютными отметками 400–500 м (рис. 4), сложенные нижнепермскими аргиллитами, мергелями, песчаниками, конгломератами, затем идут краевые и низкогорные хребты (500–600 м) (рис. 5), сложенные терригенно-карбонатными породами девона и карбона, эрозионно-расчлененные низкогорья (600–700 м), сложенные преимущественно сланцами, песчаниками, конгломератами, аргиллитами венда, и далее на востоке — низкогорные хребты (800–1000 м), представленные кварцитовидными песчаниками, доломитами и известняками среднего протерозоя (см. рис. 1). В полосе предгорий находятся хребет Бииктау и отдельные возвышенности, в зоне передовых хребтов расположены хребты Улутау, Багарязы, Биктарь, Кадералы и другие более мелкие и безымянные, далее к востоку простираются хребты Алатау, Улутау, Большой Калу и др.

2. Среднеразмерные формы рельефа

К среднеразмерным формам рельефа относятся одиночные горы, скальные обрывы, долины рек и озерные котловины.

2.1. Одиночные «горы» и крупные скальные обрывы

Процессы избирательной денудации четвертичных, неогеновых, пермских, каменноугольных, девонских и рифейских пород и интенсивные эрозионные процессы на краях возвышенностей сформировали своеобразные формы рельефа — одиночные

**Рис. 3. Бельская равнина**

Долина р. Белой около: А с. Табынск, Б д. Кутлугузино, В г. Стерлитамак

Fig. 3. Belaya plain

Valley of the Belaya River near: А Tabynsk village; Б Kutluguzino village; В Sterlitamak city

**Рис. 4. Предгорья**

А — вид на запад на предгорья и шиханы Тратау и Куштау (фото Л.Н. Белан); Б — вид на восток с вершины горы Тратау.

Fig. 4. Foothills

А — Western view of the foothills and shikhans of Tratau and Kushtau (photo by L.N. Belan); Б — View to the east from the top of Tratau Shikhan.

«горы» в виде конуса с округлой или уплощенной вершиной и крутыми склонами или субвертикальные скальные обрывы по берегам рек, появившиеся в результате эрозионных процессов и тектонических подъемов территории.

Одиночные горы присутствуют в полосе Предуралья, где на правом берегу р. Белой возвышаются эрозионные останцы, сложенные карбонатными породами карбона и перми, являющиеся биогермными постройками, — гора Воскресенка (245.6 м, верхний карбон–нижняя пермь), шиханы Юрактау (338.4 м), Тратау (406.6 м), Куштау (374.5 м) (нижняя пермь); красноцветными аргиллитами, алевролитами и конгломератами верхней перми — западные

отроги горы Куланская (325.9 м); конгломератами триаса — горы Ману (362 м), Магаш (409 м), Кленовая (302.8 м), Зиргантау (487.8 м), Харатау (366 м) (рис. 6).

Скальные обрывы присутствуют по берегам рек, выходящих из Уральских гор на равнину в Предуралье. Известны скальные выходы пород рифея, девона, карбона и перми по берегам р. Зилим у деревень Таш-Асты, Акташ, Толпарово, р. Селеук у деревень Ишеево, Уразбаево, р. Сикася у д. Макарово и скала Калим-Ускан, по р. Кукраук, по р. Зиган у д. Гумерово и др. (рис. 7). Скала Калим-Ускан с окрестностями является региональным комплексным памятником природы с 1985 г. [Реестр..., 2010].

2.2. Долины рек

Бельскую равнину пересекают р. Белая и ее притоки (рис. 8, 9). С левой стороны в р. Белую впадают Ашкадар, Стерля, Куганак и др. Правыми притоками р. Белой являются реки Нугуш, Тайрук, Селеук, Зиган, Усолка, Зилим и др. Большинство притоков течет

параллельно друг другу и таким образом делят поверхность на пологоволнистые водоразделы, имеющие общее понижение в сторону долины р. Белой.

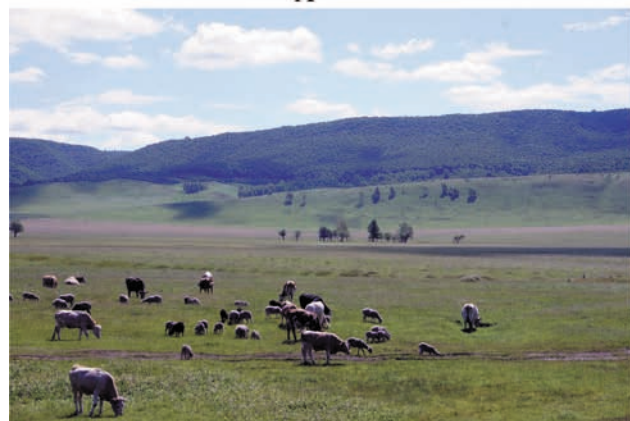
Река Белая имеет хорошо выработанную ящикообразную долину шириной около 6 км (см. рис. 3). Правый борт обычно более приподнят, чем левый. Русло реки извилистое, река сильно меандрирует,



А



Б



В



Г



Д



Е

Рис. 5. Передовые хребты западного склона Южного Урала

А у д. Ташла (снимок Google Earth); Б у д. Гумерово; В у д. Сайраново; Г у д. Хазиново; Д у д. Уразбаево; Е у д. Верхнеиткулово.

Fig. 5. The advanced ridges of the western slope of the Southern Urals

А at the Tashla village (snapshot of Google Earth); Б at the Gumerovo village; В at the Sayranovo village; Г at the Khazinovo village; Д at the Urazbaevo village; Е at the Verkhneitkulovo village.

в русле встречаются острова, плесы, прирусловые отмели. В долине р. Белой хорошо развита сегментная, иногда параллельно-гивистая пойма с многочисленными старицами и протоками (рис. 10). Современные долины р. Белой и ее притоков начали формироваться после регрессии акчагыльского моря (1.8 млн лет назад) [Сиднев, 1985]. Вертикальные тектонические движения неоднократно изменяли базисы эрозии принимаемых водоемов, что приводило к поперемен-

ному господству глубинной или боковой эрозии и к образованию террас. В долине развиты низкая и высокая поймы и две надпойменные террасы. Генезис террас аккумулятивный или эрозионно-аккумулятивный, они сформированы аллювиальными, озерными и перекрыты (часто) склоновыми отложениями. Долины притоков р. Белой, пересекающие предгорья, имеют в верховьях каньонообразный облик и характеризуются глубиной врезания до 150–200 м, V-образными



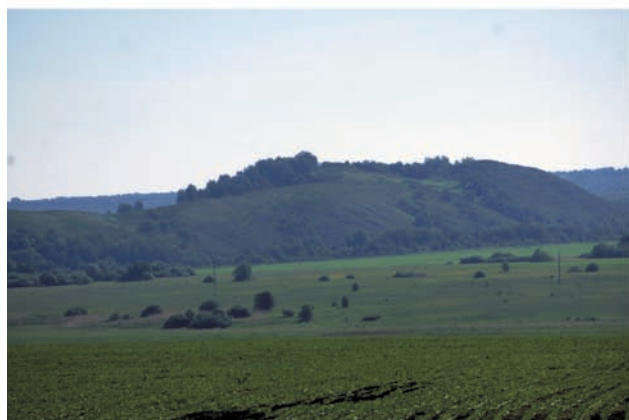
А



Б



В



Г



Д

Рис. 6. Останцы выветривания

А Тратау; Б Юрактау; В Куштау; Г Воскресенка; Д г. Куланская.

Fig. 6. Residual Hills

А Tratau; Б Yuraktaу; В Kushtau; Г Voskresenka; Д Kulanskaya Hill.

долинами и слабо развитыми террасами, в полосе Предуралья и на юго-восточной части Восточно-Европейской равнины долины рек разложистые, равнинного облика.

2.3. Озера

В равнинной части в пойме Белой много озер, большая часть из них — водно-эрозионного (пойменного) происхождения, почти все они вытянуто-извилистой формы, зарастающие (Башкирское, Костюшино, Кажат, Улейдель, Кондузла, старица Мертвая Белая, старица Уль-Идель, Тиляк, Сирымь Туба, Холодная Старица, Клюквенное, Буланое, Шумайское, Белое, Большая Старица, Глубокая Старица, Карасево, Кармалка, Рыбинские, Нагадакуль, Тиганекуль, Кушкар, Улле-Идель, Камышкисюкуль, Каракуль, Бидияк и множество более мелких). Самое крупное озеро Белое (Аккуль) (площадь 8.8 км², длина 6.2 км, ширина зеркала озера 1.4 км, средняя глубина 3.9 м)

продолговатой формы, проточное, с 1965 г. является региональным гидрогеологическим памятником природы, включенным в Белозерский государственный природный заказник, основанный в 1957 г. [Реестр..., 2010; Гареев, 2002] (рис. 11). Некоторые небольшие озера образовались за счет карстовых процессов. Самое известное из них — озеро Тугар-салган (см. рис. 11) — с 1985 г. является региональным комплексным памятником природы, расположенным к северу от г. Тратау [Реестр..., 2010]. Его форма подковообразная, длина 395 м, ширина 260 м, максимальная глубина 15 м.

3. Мелкие формы рельефа

Среди малоразмерных форм рельефа можно выделить карстовые поверхностные и подземные формы, водопады, минеральные источники, аккумулятивные террасы и поймы в долинах рек, овраги, небольшие останцы выветривания и уступы.

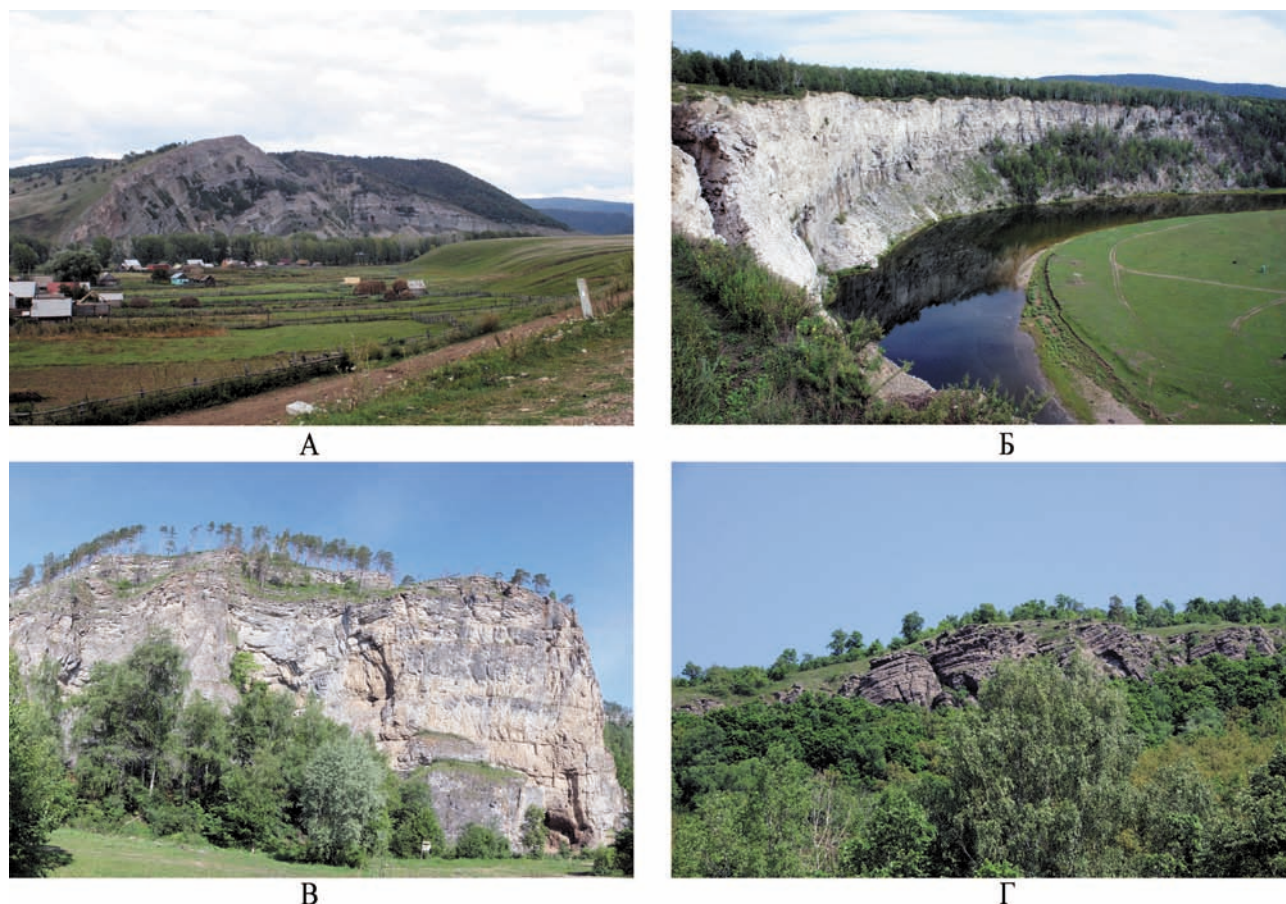


Рис. 7. Скальные обрывы

А — г. Таш Асты на р. Зилим; Б — скальный обрыв на правом берегу р. Зилим у д. Акташ; В — скала Калим Ускан на р. Сикася; Г — высота 586 м на правом берегу р. Кукраук.

Fig. 7. Rocky riverside cliffs

А — Tash Asty Hill on the right bank of the Zilim River; Б — rocky riverside cliff on the right bank of the Zilim River near the Aktash village; В — Kalim Uskan Riverside Cliff on the Sikasya River; Г — a hill top (586 m) on the right bank of the Kukrauk River.

3.1. Карстовые формы рельефа

На равнинной территории, где распространены карбонатные и сульфатные породы, закарстованность составляет около 50%. На Камско-Бельской равнине развит сульфатный перекрытый тип карста, на запад-

ном склоне Урала — карбонатный [Абдрахманов и др., 2002].

В результате карстовых процессов образуются поверхностные (воронки, поля) и подземные (пещеры, колодцы, гроты) формы рельефа. Скопление поверхностных форм рельефа на локальной территории



А



Б



В



Г



Д



Е

Рис. 8. Долины рек

А р. Зиган у д. Тугаево; Б р. Зиган у д. Макарово; В р. Зилим у д. Акташ; Г р. Зилим у д. Толпарово; Д р. Тайрук у д. Кинзебулатово; Е долина р. Тор у д. Кузнецовский.

Fig. 8. River valleys

А the Zigan River near the Tugaevo village; Б the Zigan River near the Makarovo village; В the Zilim River near the Aktash village; Г the Zilim River near the Tolparovo village; Д Tayruk River near the Kinzebulatovo village; Е Tor River valley near the Kuznetsovsky village.

создает неповторимый труднопроходимый карстовый рельеф, как, например, вокруг шихана Тратау (см. рис. 11) или южнее с. Петровское (рис. 12). Некоторые карстовые воронки заполнены водой (например, оз. Тугар-салган). С карстовым процессом связано такое явление как исчезающие реки, когда вода скрывается под землей в понор и ниже по течению в русле воды

нет (сухое русло), а через несколько километров река снова появляется на поверхности. Ярким примером такого явления может быть р. Сикася (рис. 13).

Существует несколько ярусов карстовых полос-тей, коррелируемых с этапами палеогеографического развития территории. Самый древний карст заполнен осадками и является погребенным, эти карстовые



А



Б



В



Г



Д



Е

Рис. 9. Долины рек

А р. Усолка у д. Ташла; Б р. Сикася у д. Макарово; В р. Селеук у д. Уразбаево; Г р. Шиды у д. Сайраново; Д р. Мендим у д. Мендим; Е р. Шешеняк у д. Кулгунино.

Fig. 9. River valleys

А Usolka River near the Tashla village; Б Sikasya river near the Makarovo village; В Seleuk River near the Urazbaevo village; Г Shida River near the Sayranovo village; Д Mendim River near the Mendim village; Е Sheshenyak River near the Kulgunino village.



Рис. 10. Особенности строения поймы р. Белой (Google Earth)

А меандры и старицы; Б сегментная пойма.

Fig. 10. Features of the of the Belaya River floodplain structure (Google Earth)

А meanders and oxbow lakes; Б segment floodplain.

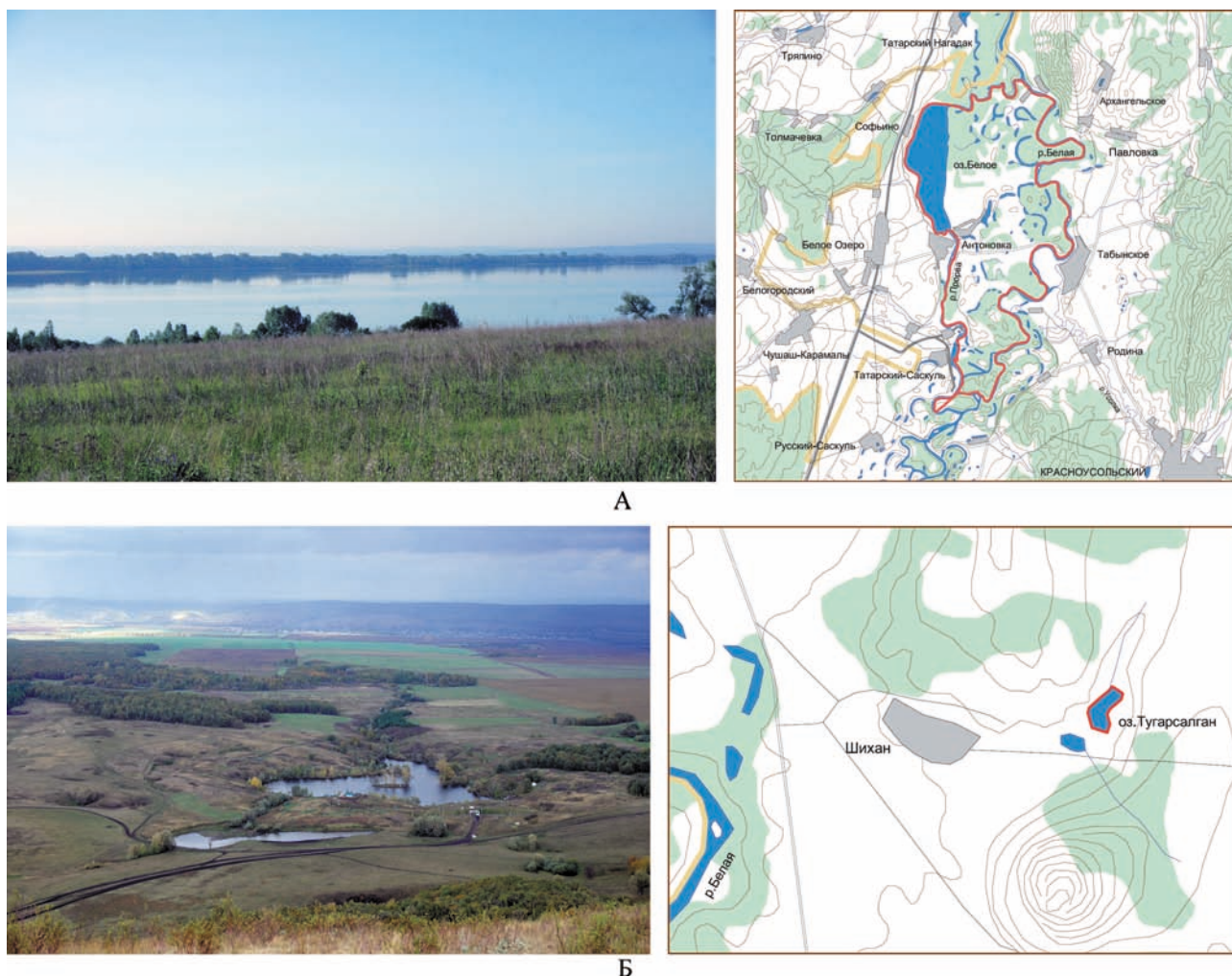


Рис. 11. Озера

А Белое озеро: фото и схема Белозерского природного заказника (по [Реестр..., 2010]); Б озеро Тугар салган: фото и схема его расположения (по [Реестр..., 2010]).

Fig. 11. Lakes

А Beloe Lake: photo and scheme of the Belozersky Nature Reserve (according to [Register..., 2010]); Б Tugar salgan Lake: photo and scheme of lake surroundings (according to [Register..., 2010]).

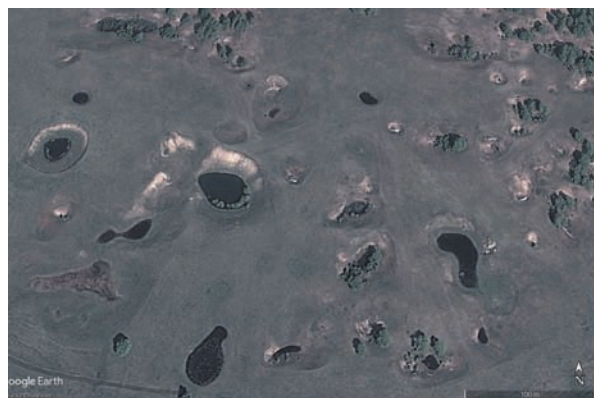
полости образовались во время глубокого врезания рек в конце неогена, а заполнились рыхлыми отложениями во время акчагыльского подтопления долин рек. На таких участках часты карстовые провалы, что указывает на активность карстово-суффозионных процессов. Четвертичный карст в Предуралье и в горах представлен двумя-тремя ярусами. Ряд пещер являются памятниками природы и используются как объекты спелеотуризма, некоторые из них показаны на рис. 14.

3.2. Минеральные источники

Минеральные источники в Южном Предуралье приурочены к карбонатным и сульфатным породам перми, реже карбона; преобладают кислородно-азотные солоноватые воды (до 10 г/л) сульфатного кальциевого, сульфатно-хлоридного, кальциево-натриевого

и хлоридного натриевого состава [Абдрахманов, 2014]. К ним относятся минеральные источники Красноусольские, Аскынский, Ташастинский, Берхомут, Серебряный Ключ и др. К зоне разломов Предуральского краевого прогиба приурочен напорный источник радоновых вод № 11 из группы Красноусольских минеральных источников (рис. 15). Красноусольские минеральные источники, источник Берхомут являются геологическими (гидрологическими) памятниками природы с 1965 г. [Реестр..., 2010]. В Гафурийском районе функционирует санаторий «Красноусольск». На территории геопарка расположено много источников пресных вод, например, Потапыч, Ташлинский и др.

На речке Кукраук (правый приток р. Сикася) находится красивый водопад с одноименным названием (рис. 16) — геологический (гидрогеологический) памятник природы с 1965 г. [Реестр..., 2010].



А



Б

Рис. 12. Карстовый рельеф

А карстовые воронки южнее с. Петровское (Google Earth); Б Одна из многочисленных карстовых воронок там же.

Fig. 12. Karst relief

А karst sinkholes south of the Petrovskoye village (Google Earth); Б One of the numerous karst sinkholes in the same place.



А



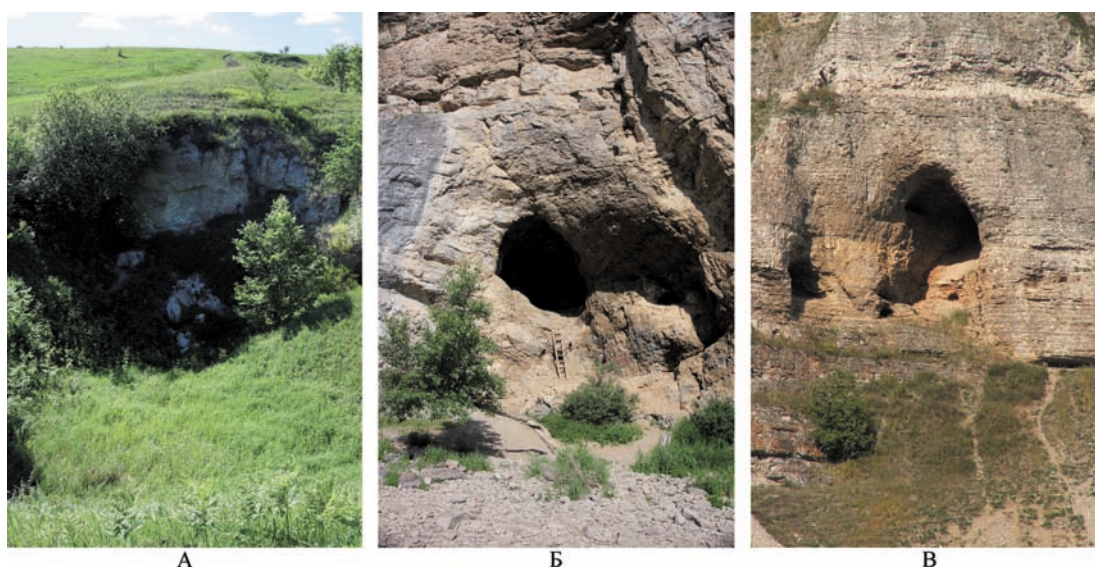
Б

Рис. 13. Река Сикася

А сухое русло реки около скалы Калим Ускан; Б река Сикася около с. Макарово.

Fig. 13. Sikasya River

А dry river bed near the Kalim Uskan Riverside Cliff; Б Sikasya River near the Makarovo village.

**Рис. 14. Пещеры**

А пещера Ишеевская и карстовая воронка у входа; Б Пещера Салавата в скале Калим Ускан; В Пещера Таш Асты.

Fig. 14. Caves

А Isheevo cave and karst sinkhole at the entrance; Б Cave of Salavat in the Kalim Uskan Riverside Cliff; В Tash Asty Cave.



А



Б



В

Рис. 15. Минеральные источники

А Красноусольские источники (долина р. Усолка и санаторий); Б Родник Потапыч; В родник Серебряный Ключ

Fig. 15. Mineral springs

А Krasnousolsky Springs (valley of the Usolka River and sanatorium); Б Potapych Spring; В Serebryannyi Klyuch Spring



Рис. 16. Водопад Кукраук
Fig. 16. Kukrauk waterfall

3.3. Эрозионно-аккумулятивные формы рельефа — террасы и поймы

Малоразмерные формы рельефа — террасы и поймы — формируются в результате геологической деятельности рек. Возраст отложений, слагающих террасы, устанавливают с помощью палеонтологических данных и методов абсолютного датирования. Различают IV и III надпойменные террасы, сформировавшиеся в среднем неоплейстоцене, II и I надпойменные террасы — верхнеплейстоценовые, и голоценовые высокую и низкую поймы (рис. 17). Полный комплекс террас встречается лишь на отдельных участках крупных речных долин, что объясняется явлениями последующего разрушения, а в долинах небольших рек чаще присутствуют поймы и I надпойменная терраса.

3.4. Ручьи, овраги и скальные выступы

На равнинной территории сложно увидеть дочет-вертичные отложения, т. к. они перекрыты молодыми рыхлыми осадками. Древние породы обнажаются по берегам рек, ручьев и в стенках крупных оврагов. Например, в окрестностях с. Ромадановка на правом борту долины р. Каргышла находится геологический памятник природы, утвержденный в 1965 г., — Ромадановский овраг [Реестр..., 2010] (рис. 18), в стенках которого обнажаются палеогеновые озерные белые пески и глины с конкрециями железистых песчаников с отпечатками теплолюбивых широко-



А



Б

Рис. 17. Эрозионно-аккумулятивные формы рельефа (террасы и поймы)

А — I надпойменная терраса, низкая и высокая поймы, р. Зилим у д. Ташасты; Б — I надпойменная терраса, низкая и высокая поймы, р. Зиган у д. Янгискаин

Fig. 17. Erosive-accumulative landforms (terraces and floodplains)

А — first above floodplain terrace, low and high floodplains, Zilim River near the Tashasty village; Б — first above floodplain terrace, low and high floodplains, Zigan River near the Yangiskain village

лиственных растений, произраставших в Предуралье около 40–20 млн лет назад [Яхимович и др., 1970; Гареев, 2004].

Избирательная денудация пород формирует красивые малые формы рельефа, которые выражены в виде небольших останцов и скальных уступов, как, например, у д. Хазиново (см. рис. 18).

4. Средне- и мелкоразмерные антропогенные формы

К антропогенным формам рельефа относятся положительные и отрицательные формы рельефа, созданные в результате деятельности человека.

Пруды и водохранилища. Крупное водохранилище Нугушское расположено южнее геопарка, а из множества прудов на небольших речках самыми крупными являются пруды в с. Верхотор на р. Тор (рис. 19), у д. Уразбаево на р. Базьелга, в д. Ромадановка на р. Торгаска, не считая крупных водоемов-отстойников у городов Салават и Стерлитамак.

Горно-геологическое освоение территории приводит в разработке месторождений открытым способом — карьерами. В полосе Предуралья на месте месторождений нижнепермского известняка Шахтау и месторождения стекольных песков неогена Кутлугузинское в настоящее время существуют **карьеры** (рис. 20). Все карьеры — это музеи под открытым небом — поэтому остро стоит вопрос об их рекультивации и сохранении отдельных участков для демонстрации строения разрезов.

При прокладке дорог в горной местности образуются **дорожные выемки**, позволяющие изучать особенности геологического строения территории. Со временем в результате постоянного разрушения горных пород под действием атмосферных осадков, разности температур склоны дорожных выемок скры-

ваются под обломками и растительностью. Дорожными выемками вскрыты стратотипические разрезы перми — такие, как разрезы «Усолка» и «Дальний Тюлькас», в других выемках наблюдается складчатое строение пород карбона, девона и протерозоя как, например, по дороге Макарово–Кулгунино, или нижней перми около д. Уразбаево, что является хорошим наглядным учебным материалом (рис. 21).

Заключение

Южное Предуралье расположено в глубине евроазиатского материка, удалено от влияния морей и океанов, здесь сложился континентальный тип климата. Крупные структурные элементы в рельефе выражены в виде восточных отрогов Бугульминско-Белебеевской возвышенности, обширной Камско-Бельской равнины и низкогорных хребтов западного склона Южного Урала. Среднеразмерные формы рельефа — одиночные горы, скальные обрывы, долины рек и озерные котловины, дополненные микроформами рельефа (оврагами, террасами, останцами выветривания, карстовыми воронками и пещерами) создают неповторимый колорит территории, расположенной на восточном краю Европы.

Все эти геоморфологические особенности привлекают внимание широкого круга населения. В регионе при содействии региональных администраций, Российской академии наук и Российского географического общества развивается сеть объектов с природоохранным статусом (памятников природы, заказников). Создаваемый геопарк Торатау также призван сохранять природное наследие и в первую очередь геологические и геоморфологические объекты.

Работа выполнена в рамках государственной бюджетной темы № 0246-2019-0118.



А



Б

Рис. 18. Малые эрозионные формы рельефа

А Ромадановский овраг; Б формы выветривания известняков карбона около д. Хазиново

Fig. 18. Small erosional landforms

А Romadanovka Ravine; Б Carboniferous limestone' weathering forms near the Khazinovo village



Рис. 19. Водохранилище в с. Верхотор
Fig. 19. Water reservoir in the Verkhotor village



А

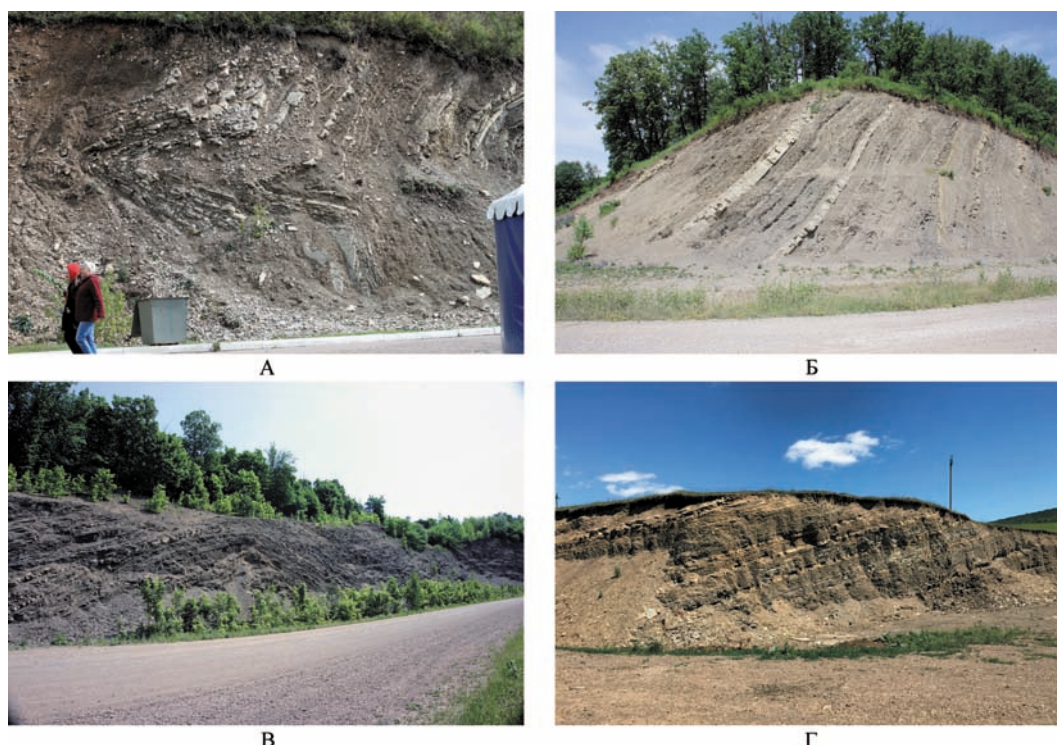


Б

Рис. 20. Карьеры на месторождениях полезных ископаемых
А карьер Шахтау, добыча известняка; **Б** карьер Кутлугузинского месторождения стекольных песков.

Fig. 20. Quarries

А Shakhtau quarry, limestone mining; **Б** Kutluguzino quarry, mining of glass raw material (sand).

**Рис. 21. Дорожные выемки**

А — разрез «Усолка»; Б — разрез «Дальний Тюлькас»; В — дорожные выемки на трассе Макарово — Кулгунино; Г — выемка на дороге Уразбаево — Асиялан.

Fig. 21. Road excavations

A — Usolka Section; B — Dalnyi Tyulkas Section; B — excavations along the Makarovo — Kulgunino road; Г — excavations along the Urazbayevo — Asiyalan road.

Список литературы:

- Абдрахманов Р.Ф. Пресные подземные и минеральные лечебные воды Башкортостана. Уфа: Гилем, Башкирская энциклопедия, 2014. 416 с.
- Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И., Попов В.Г., Рождественский А.П., Смирнов А.И., Травкин А.И. Карст Башкортостана. Уфа: Информреклама, 2002. 383 с.
- Атлас Республики Башкортостан. Уфа: Башкортостан, 2005. 419 с.
- Гареев А.М. Реки, озера Башкортостана. Уфа: Китап, 2002. 260 с.
- Гареев Э.З. Геологические памятники природы Республики Башкортостан. Уфа: Тау, 2004. 296 с.
- Геологическая карта России и прилегающих акваторий. Масштаб 1:2 500 000 / Под ред. О.В. Петрова. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (нов. серия). Лист N 40(41) Уфа: Объяснительная записка / Под ред. В.И. Козлова. СПб.: Изд во ВСЕГЕИ, 2002. 356 с.
- Застроженнов А.С., Шкатова В.К., Минина Е.А., Тарноградский В.Д., Астахов В.И., Гусев Е.А. Карта четвертичных образований территории РФ и Пояснительная записка, М. 1:2 500 000. СПб.: Изд во ВСЕГЕИ, 2010. 220 с.
- Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.
- Реестр особо охраняемых природных территорий Республики Башкортостан. Изд. 2 е, перераб. Уфа: МедиаПринт, 2010. 414 с.
- Рождественский А.П. Новейшая тектоника и развитие рельефа Южного Приуралья. М.: Наука, 1971. 303 с.
- Сиднев А.В. История развития гидрографической сети плиоцена в Предуралье. М.: Наука, 1985. 219 с.
- Турикешев Г.Т. Г., Данукалова Г.А., Кутушев Ш.И.Б. Южное Предуралье: география, геология, тектоника и геоморфология. М.: Инфра М, 2016. 260 с.
- Яхимович В.Л., Немкова В.К., Вербицкая Н.П., Сухов В.П., Попов Г.И. Этапы геологического развития Башкирского Предуралья в кайнозой. М.: Наука, 1970. 138 с. (Кайнозой Башкирского Предуралья; Т. 2, Ч. 3).

УДК 523.68

ОБЪЕКТЫ КОСМИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ГЕОПАРКА «ТОРАТАУ»

© 2020 г. А. Г. Султанова^{1,2}, В. М. Горожанин², С. В. Мичурин²¹ Башкирский Государственный Университет, географический факультет, Уфа² Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

Реферат. В статье приводится краткий обзор материалов по объектам космического происхождения на территории геопарка «Торатау» республики Башкортостан: железному метеориту «Стерлитамак», упавшему в 1990 г. вблизи одноименного города, и бенкуббиниту «Ишеево», редчайшему на Земле метеориту, обнаруженному в 2003 г. в Ишимбайском районе. Их изучение может дать новую информацию о происхождении Солнечной системы. Кроме того, приводится имеющаяся информация, в т. ч. авторские данные по «градовым» камням проблематичного генезиса, обнаруживаемым с 1824 г. по настоящее время в районе д. Верхнеарметово.

Ключевые слова: железный метеорит «Стерлитамак», бенкуббинит «Ишеево», «градовые» камни, геопарк «Торатау»

SPACE OBJECTS ON THE TERRITORY OF THE “TORATAU” GEOPARK

© 2020 A. G. Sultanova^{1,2}, V. M. Gorozhanin², S. V. Michurin²¹ Bashkir State University, Faculty of Geography, Ufa² Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The article provides a brief overview of materials on objects of space origin in the territory of the “Toratau” Geopark of the Republic of Bashkortostan: the iron meteorite “Sterlitamak”, which fell in 1990, near the eponymous town, and bencubbinite “Isheevo”, a very rare meteorite discovered in 2003 in Ishimbay region. Their study may provide new information about the origin of the Solar system. In addition, the available information and author’s data on “hail” stones of problematic genesis, found from 1824 to the present time in the area of Verkhnearmetovo village, are given.

Key words: “Sterlitamak” iron meteorite, “Isheevo” bencubbinite, “hail” stones, “Toratau” geopark

Сегодня самыми доступными для изучения космическими телами являются метеориты. Метеоритом принято считать любое твердое тело космического происхождения, упавшее на Землю. В основном это осколки других небесных тел или продукты конденсации вещества из газопылевого облака. Все множество метеоритов разбито на 4 класса и далее — на подклассы. Выделяют хондриты, ахондриты, железные и железокаменные метеориты [Общая..., 2005]. Метеориты выпадают равномерно по всей поверхности Земли, однако наибольшее количество метеоритов найдено в местах их естественного накопления, таких как ледяной покров Антарктиды, и в каменистых пустынях по всему миру.

Метеориты делятся на две большие группы — «падения» и «находки». Метеориты, найденные на территории геопарка «Торатау», относятся к обеим этим группам. Метеорит «Стерлитамак» упал на глазах очевидцев, образовав кратер глубиной 4.5–5 м. Метеорит «Ишеево» был обнаружен слу-

чайно во время сельскохозяйственных работ на поле, поэтому ни место, ни время его падения точно не известны.

К образцам возможного космического, но проблематичного генезиса также относят «градовые камни», известные в научной литературе с 1824 г. Они были обнаружены после сильной грозы в районе д.д. Верхнеарметово и Левашовка в Стерлитамакском уезде. Посчитав их упавшими с неба, губернатор Уфимско-Оренбургского края Петр Кириллович Эссен отправил их для изучения в Петербургскую академию наук. Все места указанных падений и находок отмечены на карте (рис. 1)

Метеорит «Стерлитамак»

Железный метеорит «Стерлитамак» упал на Землю 17 мая 1990 г. в 20 км к западу от города Стерлитамак на ровное пахотное поле в 1.5 км к северо-западу от села Октябрьское (рис. 2).

Болид двигался с юга на север под углом примерно 40° к горизонту, оставляя светлый зигзагообразный след. Через несколько секунд после исчезновения болида жители пос. Октябрьского услышали несколько взрывов, сопровождавшихся сотрясением почвы и дребезжанием стекол. Метеоритный кратер образовался на ровной поверхности, имеющей незначительный уклон к югу, и был окружен сплошными и радиально-лучевыми выбросами бурых суглинков, хорошо заметными на черной почве. По форме кратер напоминал перевернутый конус глубиной 4.5–5 м, в центре которого зияло трубообразное углубление диаметром около 0.5 м. Максимальный диаметр кратера составлял 10 м (рис. 3).

В пределах кратерных выбросов были хорошо различимы три зоны — сплошных, лучевых и дальних (рис. 4) [Юсупов и др., 2002]. В зоне сплошных выбросов выделялся прикратерный вал шириной около 2 м и высотой до 0.7 м, за пределами которого выбросы распределялись радиально-волнообразно, а максимальная их мощность не превышала 0.3–0.4 м. Для зоны радиальных выбросов было характерно радиально-лучевое распределение обломков. Всего

было отмечено 20–25 лучей, из которых южные были короче и массивнее, чем северные и северо-восточные. Дальние выбросы были закартированы по единичным обломкам суглинков и относительно крупным (10–15 см) комкам почвы, которые, как правило, находились в образовавшихся при ударе лунках. Общий контур зоны дальних выбросов напоминал «бабочку» с несколько вытянутым восточным крылом.

Полевые работы по документации кратера и извлечению метеорита проводились сотрудниками Комитета по метеоритам АН СССР М.И. Петаевым и Р.Л. Хошиновым совместно с сотрудниками ИГ БНЦ АН СССР в составе: Э.З. Гареева, Д.Н. Салихова, Ю.Д. Кисарева, С.Ш. Юсупова, Ш.А. Мустафина, Р.И. Шакурова, А.В. Павлова и И.М. Евдокимова. Работы продолжались с 1990 по 1991 год. Было извлечено пять наиболее крупных обломков метеорита, в том числе экземпляр массой 315 кг и размерами $50 \times 47 \times 27$ см, названный авторами МС-5. Предварительно была проведена инструментальная съемка кратера и его окрестностей. Были обследованы площадь рассеяния вокруг кратера легкоплавких шлаков и комков обожженной глины, а также аллогенный



Рис. 1. Карта с местонахождениями космических объектов на территории геопарка «Торатау»

Fig. 1. Map with the locations of space objects in the territory of the "Toratau" geopark



Рис. 2. Изображение места падения метеорита «Стерлитамак» со спутника (Google Earth)

Fig. 2. Satellite image of the “Sterlitamak” meteorite from the satellite (Google Earth)

материал с прикратерного вала в самом кратере. Были проведены поиски железоокисных магнитных сферул на почве с помощью магнита Сочнева в узкой полосе сближения (с юга) метеорита с поверхностью Земли (через 100 м, с шагом в 20 м) [Юсупов, 1998], сбор мелких осколков с помощью миноискателя, ручное бурение в кратере, геофизические и другие изыскания. Обломок метеорита МС-5 был найден двумя юношами села Октябрьского на значительном расстоянии от борта карьера — в отвале глины. По ряду причин (из них наиболее важная — отсутствие финансирования) поисковые работы на объекте после извлечения МС-5 остались незавершенными. Общая масса извлеченных обломков метеорита «Стерлитамак» составила около

326 кг, что согласно разным оценкам составляет примерно третью часть упавшего болида. То есть значительное количество его обломков еще остается в земле. Обобщение результатов исследований, определение общих характеристик обломков, выяснение химического и минералогического состава метеорита изложены в книге С.Ш. Юсупова с соавторами [2002].

Сейчас возникший кратер заполнен грунтовыми водами и представляет собой небольшое озеро, вокруг которого уже выросли деревья и, по словам местных жителей, в нем водится рыба. Кратер является своеобразной достопримечательностью, к нему проложена дорога и установлена информационная табличка (рис. 5).



Рис. 3. Кратер метеорита «Стерлитамак» (фигура человека для масштаба), 1990 г. [Юсупов и др., 2002]

Fig. 3. The crater of the meteorite “Sterlitamak” (human figure for scale), 1990 [Yusupov et al., 2002]

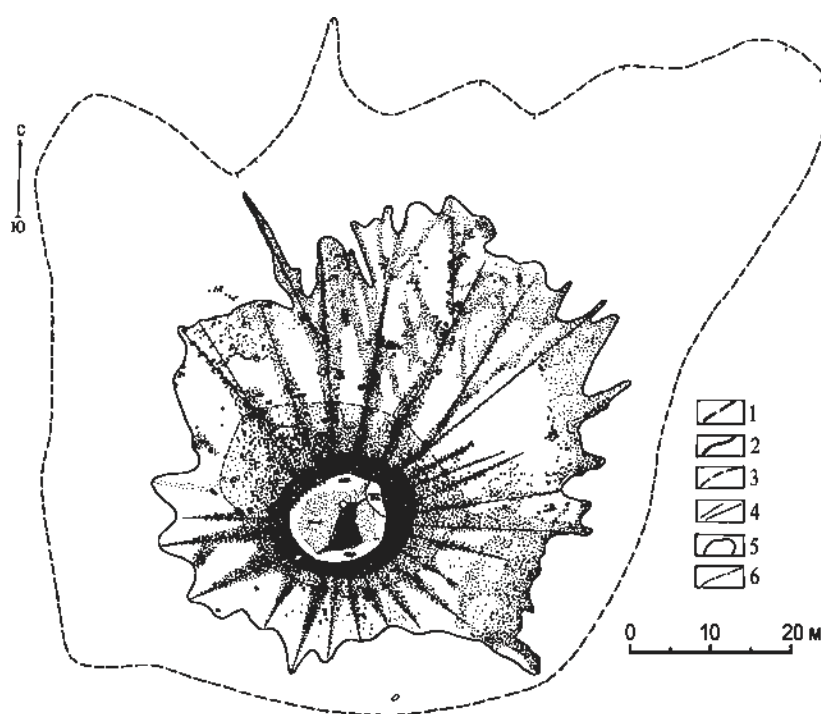


Рис. 4. План кратера метеорита «Стерлитамак» и характер выброса грунта [Юсупов и др., 2002]

Условные обозначения: 1 зона дальних выбросов, 2 зона лучевых выбросов, 3 зона сплошных выбросов, 4 прикратерный вал, 5 бровка кратера, 6 оси отдельных радиусов.

Fig. 4. The plan of the “Sterlitamak” meteorite crater and the nature of the ejection of the soil [Yusupov et al., 2002]

Legend: 1 the zone of long range emissions, 2 the zone of radial emissions, 3 the zone of continuous emissions, 4 the crater shaft, 5 the edge of the crater, 6 the axis of individual radii.

В настоящее время образец МС-5 хранится в Музее археологии и этнографии Центра этнологических исследований УФИЦ РАН. Площадь поверхности МС-5 сильно скульптурирована — ноздревата, имеет многочисленные каверны округлой, овальной и ромбовидной формы (рис. 6). На всей поверхности четко выделяются ребра — крутые либо слегка сглаженные

выступы высотой 5–10 мм, которыми образована сложная сеть регмаглиптовых ячеек. Кора плавления имеет разную толщину на разных участках и, главным образом, подчиняется рельефу регмаглиптовых ячеек. Визуально на свежих разрывных поверхностях некоторых обломков они создают четкую кристаллическую октаэдритовую структуру (рис. 7) со средним размером



Рис. 5. Кратер метеорита «Стерлитамак» в настоящее время и информационная табличка

Fig. 5. The crater of the “Sterlitamak” meteorite nowadays and information plate



Рис. 6. Крупный извлеченный обломок МС-5 метеорита «Стерлитамак». Фото У.Ш. Баязитова

Fig. 6. A large extracted fragment of the MS-5 meteorite "Sterlitamak". Photo by U.Sh. Bayazitov

ячеек 2×2 см. Под микроскопом, на протравленных ниталом поверхностях аншлифов, октаэдритовая видманштеттенова структура четко выделяется тремя системами параллельных камаситовых балок, пересекающихся под углами в 60° [Юсупов и др., 2002].

Как уже отмечалось, метеорит «Стерлитамак» относится к классу железных метеоритов. Содержание Fe составляет в среднем 90.69%, Ni — 7.38%. Минера-

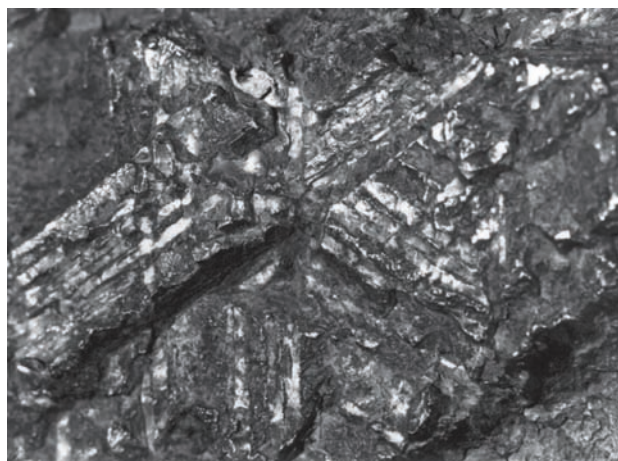


Рис. 7. Крупнокристаллическая (октаэдритовая) структура, выступающая на свежем изломе осколка метеорита МС-4. Увеличение 10× [Юсупов и др., 2002]

Fig. 7. Coarse-grained (octahedral) structure, appearing on a fresh fracture of a fragment of the MS-4 meteorite. 10× magnification [Yusupov et al., 2002]

логический состав метеорита на 98–99% представлен камаситом α -(Fe,Ni), тэнитом γ -(Fe,Ni,Co)₃P, добреелитом FeCr₂S₄ и троилитом FeS [Юсупов и др., 2002].

На месте находки МС-5 и в кусочках обожженной глины на его поверхности были обнаружены магнитные шарики диаметром 0.05–0.3 мм (рис. 8), представляющие собой генетически тесно связанные с корой плавления микросферулы, образовавшиеся в процессе окислительного обжига и подплавления металла метеорита при торможении его в плотных слоях атмосферы Земли [Юсупов, 1998].

Метеорит «Ишеево»

В 2003 г. близ с. Ишеево местным жителем обнаружен каменный метеорит весом 16.7 кг, который уникален тем, что относится к бенкуббинитам — редчайшему типу метеоритов хондритового типа (рис. 9). В настоящее время самый крупный осколок метеорита «Ишеево» находится в частной коллекции. Бенкуббинит «Ишеево» — один

из шести найденных на Земле метеоритов этого класса. Если большинство метеоритов прибыло на Землю из пояса астероидов между Марсом и Юпитером, то бенкуббиниты, предположительно, — из пояса Койпера, области за орбитой Нептуна.

По химическому составу бенкуббиниты очень близки углистым хондритам серий CR и CH. Хондриты — это древнейшая известная материя. Они образовались одновременно с нашей звездой — Солнцем, выкристаллизовавшись в первичной досолнечной туманности в форме сфероподобных образований, так называемых хондр. Хондры сконденсировались вместе с другой досолнечной материей в более мелкие или более крупные куски породы и в последующие 4.5 млрд лет почти не претерпели изменений. Тщательное исследование метеорита «Ишеево», как надеются ученые, даст новую информацию о происхождении нашей Солнечной системы.

Хондриты разделяют на три больших класса в зависимости от степени окисления содержащегося в них железа: энстатитовые (Е), обыкновенные (О), углистые (С).

Метеорит «Ишеево» относится к классу углистых хондритов. С-хондриты содержат много железа, которое почти все находится в соединениях силикатов. Благодаря магнетиту (Fe₃O₄), графиту, саже и некоторым органическим соединениям углистые хондриты приобретают темную окраску. Они также содержат значительное количество гидросиликатов (серпентин, хло-

рит, монтмориллонит и другие). С-хондриты по своему химическому составу больше напоминают Солнце, чем все остальные хондриты. Несмотря на общие признаки, углистые хондриты существенно отличаются в зависимости от места происхождения в первичной (небулярной) досолнечной туманности.

Для хондритов разработана петрологическая классификация — по степени перекристаллизации минералов (в результате термального метаморфизма внутри родительского тела астероида), количеству водосодержащих слоистых силикатов, ударных преобразований и степени земного выветривания хондриты делятся на 7 петрологических типов, 6 ударных стадий и 6 стадий выветривания [Иванова, Лоренц, 2008]. Метеорит «Ишеево» имеет петрологический тип III, ударную стадию S1 и степень выветривания W1 [Ivanova et al., 2005].

По соотношению хондр и матрицы, содержанию филлосиликатов и никелистого железа, химическому и изотопному составу выделяют 8 типов углистых хондритов (CI, CM, CO, CV, CK, CR, CH, CB) [Иванова, Лоренц, 2008]. «С» обозначает углистые хондриты. Вторая буква обозначает более детальный тип по месту первой находки (за исключением H).

Метеорит «Ишеево» имеет хорошо развитую темно-коричневую кору плавления и состоит из металлических Fe-Ni зерен, хондр различных типов и их фрагментов, кальциево-алюминиевых включений и кусочков гидратированной матрицы [Ivanova et al., 2005]. Хондры и металлические зерна имеют размер 0.02–1 мм. Содержание металла Fe-Ni в различных частях среза колеблется от 30 до 70 об.% (среднее 52 об.%). Металлические зерна Fe-Ni в основном однородны, но некоторые из них зонированы. Типичные металлические зерна содержат 4.2–8.4 мас.% Ni, 0.2–0.5 мас.% Co и 0.03–0.6 мас.% Cr, но бывают и редкие Fe-Ni зерна, содержащие 26 мас.% Ni и 0.6 мас.% Co. Ni и Co положительно коррелируют, Cr — отрицательно. Соотношение Co/Ni в метеорите «Ишеево» солнечное. В зонированных металлических зернах содержание Ni уменьшается, а Cr плавно увеличивается к краям. Включения троилита обогащены Cr (2.5–13 мас.%). Кальциево-алюминиевые включения, зональные зерна металла Fe-Ni и богатые Mg хондры имеют характерные черты досолнечной туманности. Согласно химическому составу минералов, наличию богатых гросситами кальциево-алюминиевых включений, порфиновых пироксен-оливиновых хондр и зональных хондр, по размерам зерен хондры и металла «Ишеево» ближе к CH-хондритам и поддерживает генетическое единство хондритов CR-CH-CB.

Внеземное вещество отличается от земного структурой. Поскольку на Земле практически невозможно подвергнуть вещество тем воздействиям, которое оно

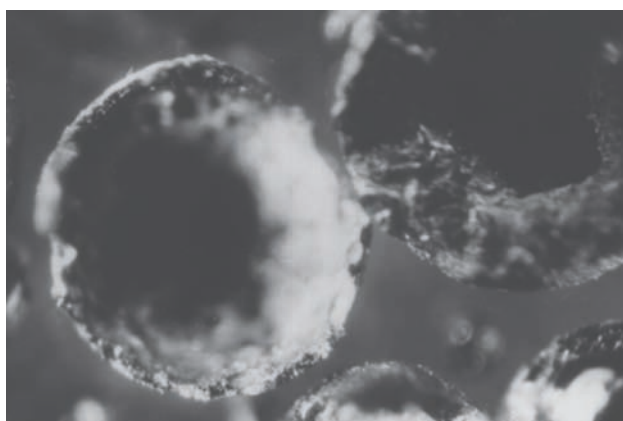


Рис. 8. Полые микросферулы расплавленных окислов железа, задержавшихся в обожженной глине на поверхности осколка МС-5. Диаметр сферул от 0.05 мм до 0.3 мм [Юсупов и др., 2002]

Fig. 8. Hollow microspherules of molten iron oxides trapped in burnt clay on the surface of the MS-5 fragment. The diameter of the spherules is from 0.05 mm to 0.3 mm [Yusupov et al., 2002]

испытывает во время своего космического путешествия, особенности его структуры представляют огромный интерес. По данным А.А. Максимовой и Р.Н. Колунина [2012], в бенкуббините «Ишеево» выявлена полнокристаллическая структура металла с широкими межзерновыми границами с различной морфологией и составом металлических зерен. Особенностью бенкуббинитов является то, что они содержат зональные металлические зерна с включениями сульфидов, типичное распределение Ni и Cr в которых имеет ретроградный характер. В бенкуббините «Ишеево», кроме характерного профиля атомов Ni и Cr, обнаружены небольшие (2–7 мкм) выделения троилита (FeS), увеличивающиеся в размерах при приближении к краю зерна [Максимова, Колунин, 2012]. Зональность



Рис. 9. Срез метеорита «Ишеево»

Fig. 9. Slice of the "Isheev" meteorite

наблюдается в крупных (до 1 мм) металлических зернах, при этом окружающие их частицы могут быть гомогенными.

Особенности структуры и зональности объясняют как результат протекания диффузионной реакции, аналогичной внутреннему окислению, активным реагентом в которой выступают атомы S [Uymina, Grokhovsky, 2006]. Предполагается, что в зернах малого размера, окружающих зональные частицы, реакция прошла полностью и градиенты Ni и Cr выровнялись, тогда как в крупных частицах она не завершилась, и наблюдается нетипичная структура металлических зерен [Максимова, Колунин, 2012].

«Градовые» камни

Еще одним интересным объектом, возможно, космического происхождения, являются «градовые» камни, найденные вблизи д. Верхнеарметово. Летом 1824 г. после сильного ливня и града местные жители стали находить необычные камни. Словно они выпали то ли внутри градин, то ли вместе с градом. Интересно, что «градовые» камни до сих пор находят в той местности.

Камни отличались необычной формой, за счет граней напоминали искусственные (рис. 10). Утолщенные в середине и сужающиеся по краям, они пересекались радиальными полосами правильной фор-

мы. Поскольку в то время все были очень набожными, о увидели на камнях крест. Так пошло поверье, что камни посланы свыше для устрашения неверующих.

Их исследовали многие. Одни ученые считали, что эти камни внеземного происхождения, другие считали, что их захватил смерч, поднял в небо и камни выпали в районе д. Верхнеарметово вместе с градом. Уральский геолог Анатолий Алексеевич Малахов считал, что «градовые» камни не упали с неба, а возникли за счет материнской породы — пермских плитчатых песчаников, на которых здесь развилась почва. Он пришел к выводу, что «градовые» камни — это древние окаменелости, относящиеся к вымершей группе рецептакулитов. Со временем они заместились минералом гетитом. Эти пластинки некогда составляли единое целое и были живым организмом. В основании они имеют форму многогранников и это позволяет предположить, что ранее они соединялись друг с другом. В результате сильного дождя их вымыло на поверхность, а местные жители решили, что камни выпали вместе с градом.

По результатам проведенного нами рентгенофазового анализа (рис. 11) установлено, что «градовые» камни сложены двумя основными минералами: преимущественно гетитом и гематитом, в меньшем количестве кварцем. Ранее одним из авторов настоящего сообщения «градовые» камни были отданы



Рис. 10. Общий вид «градовых» камней
Fig. 10. General view of “hail” stones

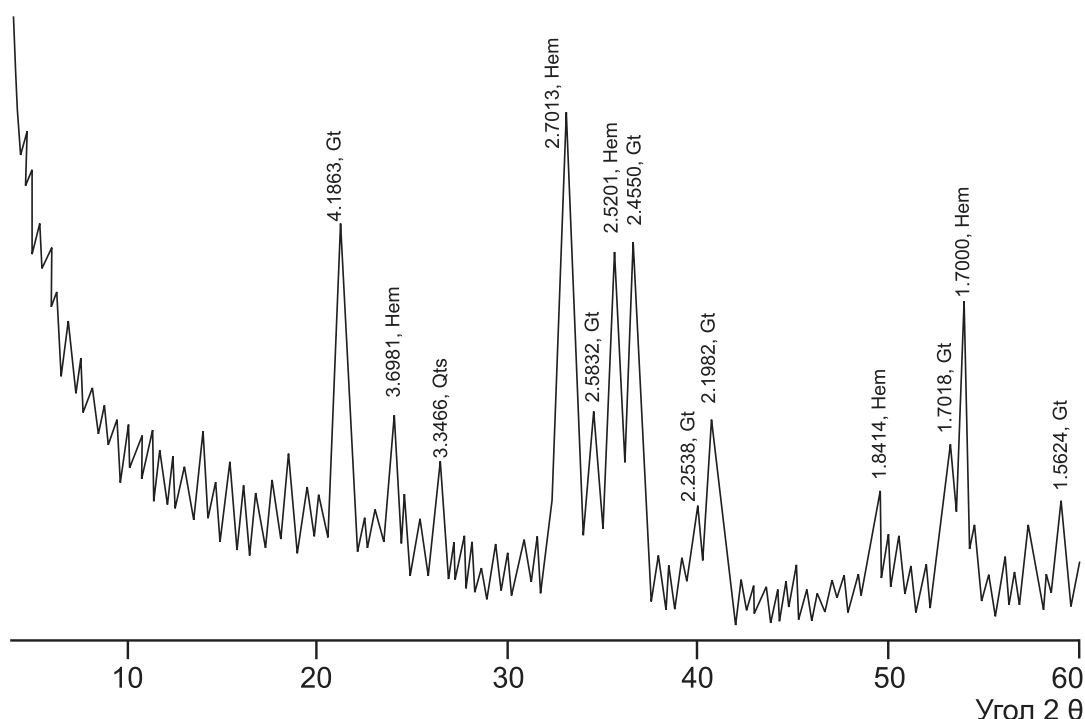


Рис. 11. Рентгеновская дифрактограмма «градовых» камней

Примечание: Gt гетит, Hem гематит, Qts кварц.

Fig. 11. X-ray diffraction pattern of «hail» stones

Note: Gt goethite, Hem hematite, Qts quartz.

палеонтологам, сделавшим заключение, что они не являются окаменелостями организмов группы рецептакулитов и, таким образом, опровергшим палеонтологическую гипотезу. Поэтому вполне вероятно, что «градовые» камни имеют космическое происхождение.

Список литературы:

- Иванова М.А., Лоренц К.А. Каменные метеориты // Большая российская энциклопедия. Т. 12. М.: Большая российская энциклопедия, 2008. 610 с.
- Макимова А.А., Колунин Р.Н. О роли процесса внутреннего сульфидирования в формировании структуры металла в бенкуббинитах // Материаловедение и металлофизика легких сплавов: 13 я Международная научно техническая Уральская школа семинар молодых ученых металлургов; 2 я Международная научная школа для молодежи, Екатеринбург, 12-16 ноября 2012 г. Екатеринбург, 2012. С. 31-33.
- Общая минералогия: курс лекций / Л.В. Штефан. Минск: Изд-во БелГУ, 2005. 150 с.
- Юсупов С.Ш. Микросферулы космического, земного и техногенного происхождения. Новое направление минералогических и термобарогеохимических исследований // Ежегодник 1997 / ИГ УНЦ РАН. Уфа, 1998. С. 190-202.
- Юсупов С.Ш., Салихов Д.Н., Гареев Э.З., Бурдаков А.В., Перминов Г.А. Метеорит «Стерлитамак». Уфа: Информреклама, 2002. 105 с.
- Ivanova M.A., Nazarov M.A., Kononkova N.N., Brandstaetter F. Isheyev: A New CB Chondrite // Meteoritics & Planetary Science. Vol. 40. Supplement, Proceedings of 68th Annual Meeting of the Meteoritical Society, held September 12-16, 2005 in Gatlinburg, Tennessee. P. 5073.
- Uymina K.A., Grokhovsky V.I. The structure and origin of metal in Isheyev CB/CH meteorite // Meteoritics & Planetary Science. 2006. Vol. 41, No. 8: Supplement, Proceedings of 69th Annual Meeting of the Meteoritical Society, held August 6-11, 2006 in Zurich, Switzerland. P. A178.

Научное издание

Геология геопарка Торатау

Сборник статей

Подписано в печать 07.08.2020 г.

Формат 60×84¹/₈. Бум. офсет № 1. Гарнитура Times New Roman.

Усл. печ. л. 35,47. Тираж 150. Заказ 201160.

Отпечатано в КП РБ Издательство "Мир печати".

450076, г.Уфа, ул. Аксакова, 45.