

КАРСТ И ПЕЩЕРЫ ГЕОПАРКА «ТОРАТАУ»

© 2020 г. А. И. Смирнов, Ю. В. Соколов

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 пещерах 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 карстопоявлений 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

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 —

Для цитирования: Смирнов А. И., Соколов Ю. В. Карст и пещеры геопарка «Торатау» // Геологический вестник. 2020. № 1. С. 113–132. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2020-1-8>.

For citation: Smirnov A. I., Sokolov Yu. V. Karst and caves of the “Toratau” geopark // Geologicheskii vestnik. 2020. No. 1. P. 113–132. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2020-1-8>.

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 карстопоявлений.

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 geopарка) 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)

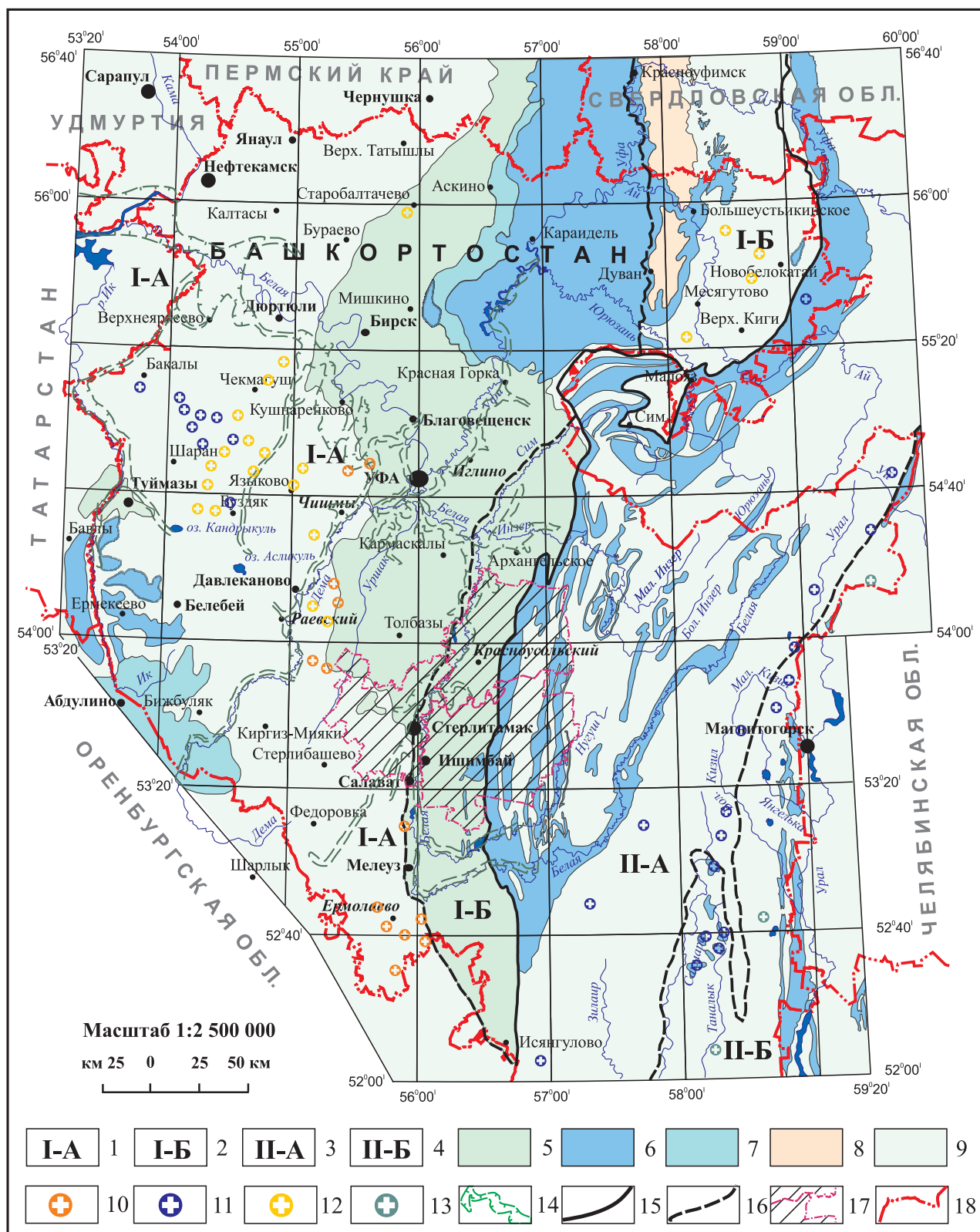


Рис. 1. Территория геопарка «Торатау» в общей схеме распространения карста Южного Урала и Предуралья
Fig. 1. The territory of the “Toratau” geopark in the general pattern of karst distribution in the Southern Urals and Cis-Urals

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-глибовых отложениях Зауралья. 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.

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 геопарка 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 (P₁k), 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 геопарка в границах МР Стерлитамакий район РБ карст развит в наименьшей степени. Между тем на фоне общего погружения карстующейся толщи в южном направлении 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 более интенсивно.

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 нередки поноры — места поглощения поверхностных и метеорных вод (рис. 2).

В районах развития покрытого 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 поверхностных карстопоявлений свойственна для закрытого карста на площадях, где карстующиеся гипсы кунгурского яруса залегают под скальными и полускальными пермскими породами



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

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 извест-

няках 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 терциноватость 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].

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 представительным, на наш взгляд, показателем интенсивности распространения карста является пораженность территории поверхностными карстопоявлениями [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 карстопоявлений 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 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 загрязнения «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

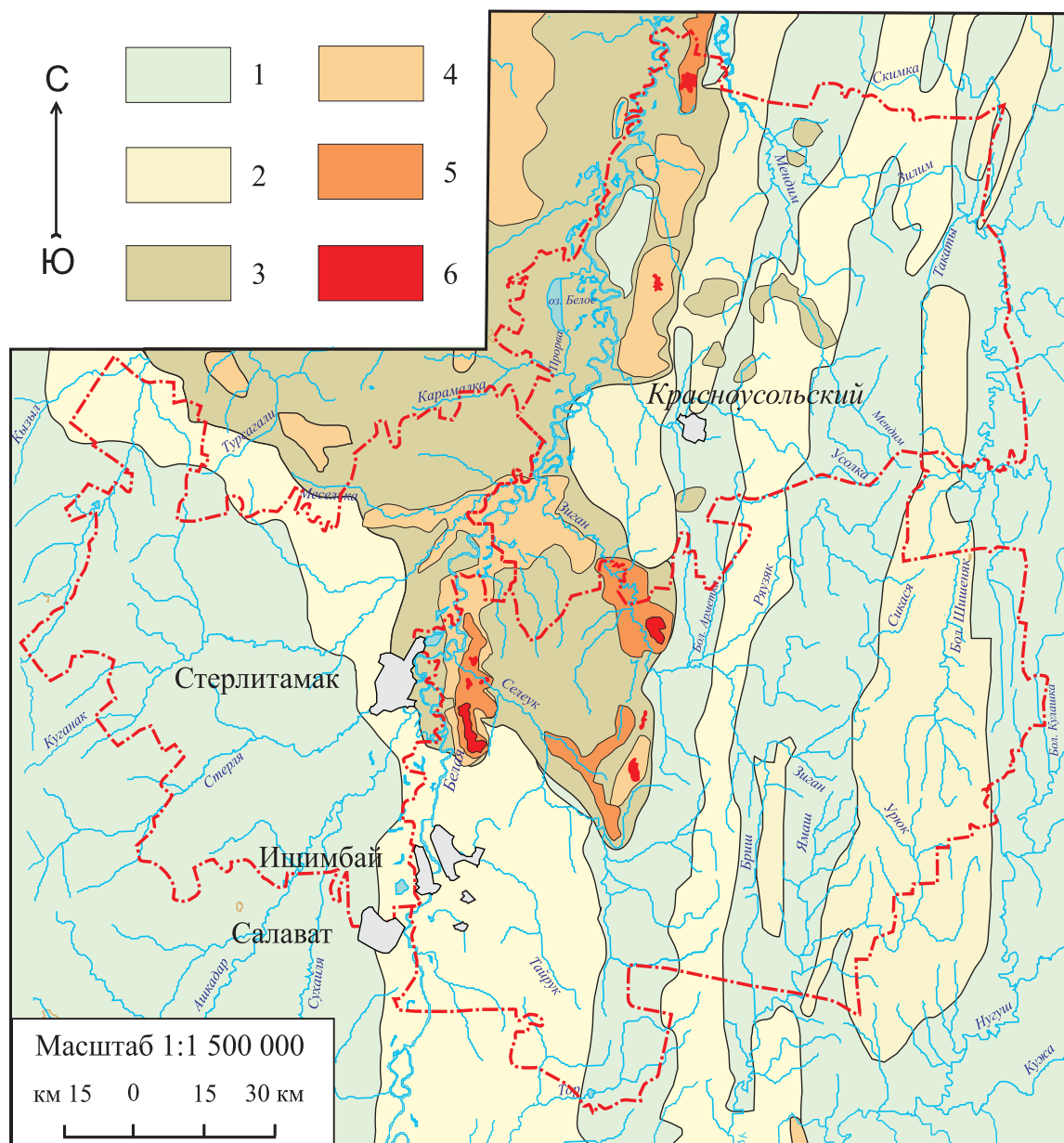


Рис. 3. Пораженность поверхностными карстопоявлениями территории МР Гафурыйский, Ишимбайский, Стерлитамакский районы РБ

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%.



Рис. 4. Системообразующий ручей пещеры Ишеевская. Вмещающие породы — гипсы (P_1k). Фото Ю. Ляхницкого

Fig. 4. Systemic stream of Isheevskaya cave. Host rocks — gypsum (P_1k). Photo by Yu. Lyakhnitsky

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 карсто-спелеологическим значением, представляют собой и спортивный интерес. Из существующих девяти категорий трудности прохождения пещер [Шакир, 1989] категоричность 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), Бриш-



Рис. 5. Частичное поглощение вод р. Сикасы пещерой Кук-Караук. Вмещающие породы — известняки (C_1v). Фото Ю. Соколова

Fig. 5. Partial absorption of the waters of the Sikasya River by the Kuk-Karauk cave. Host rocks — limestone (C_1v). Photo by Yu. Sokolov

ский 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.

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.



Рис. 6. Сайрановский карстовый мост. Фото М. Мусиной

Fig. 6. Sayranovsky karst bridge. Photo by M. Mussina

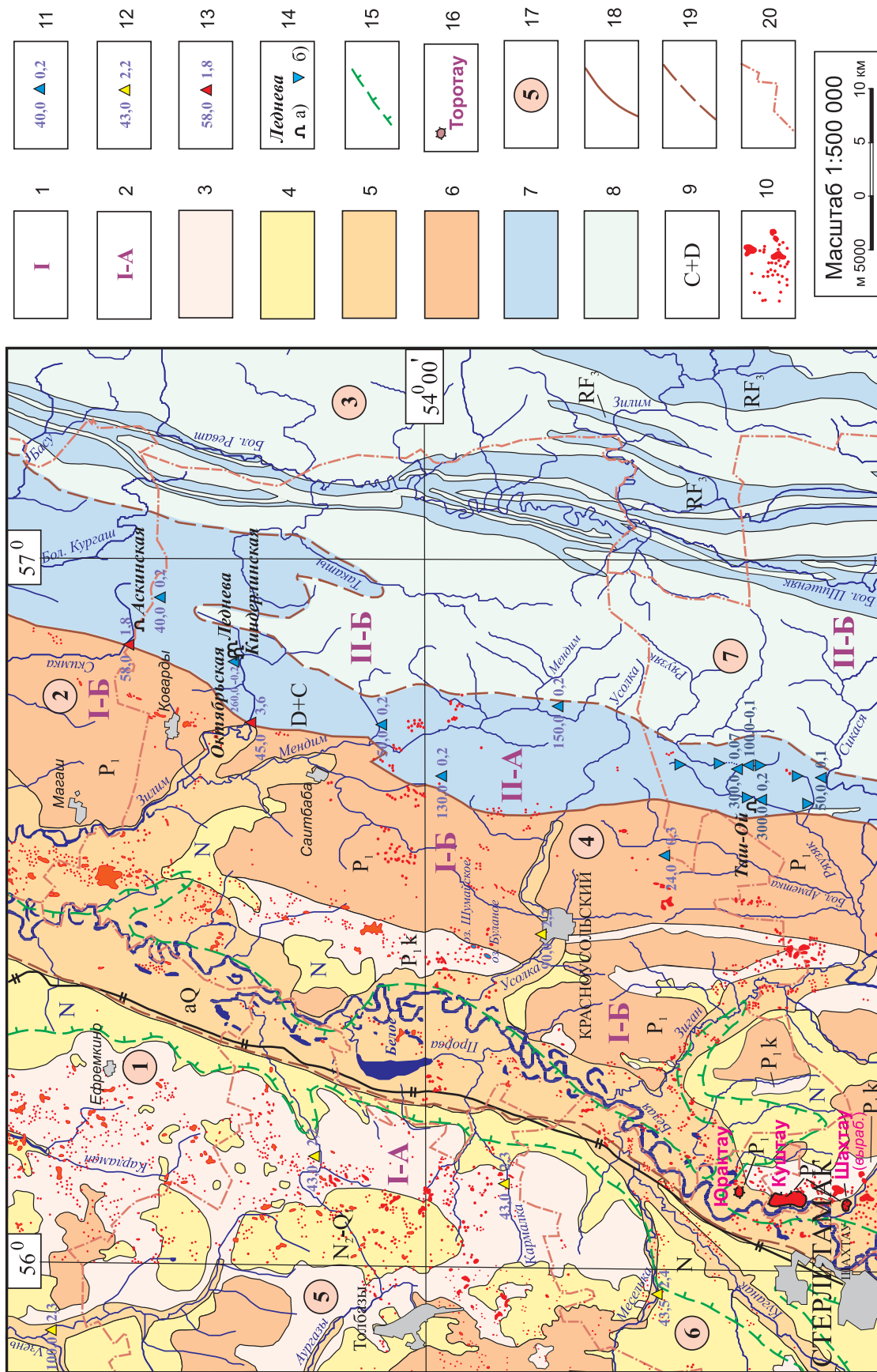


Рис. 7. Карта карста и пещер геопарка «Торатау» в границах МР Гафурийский район РБ

Fig. 7. Map of the karst and caves of the "Toratau" geopark within the boundaries of the MP Gafuryskiy 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-A — равнинный и предгорный карст Предуралья в пологозалегающих и слабо дислоцированных породах (Предуральская предгорная карстово-спелеологическая провинция), I-B — горный карст в сильно дислоцированных образованиях Урала: Западно-Уральская карстово-спелеологическая провинция (II-A), Центрально-Уральская карстово-спелеологическая провинция (II-B). 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 провинций), 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.

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-A — равнинный и предгорный карст Предуралья в пологозалегающих и слабо дислоцированных породах (Предуральская предгорная карстово-спелеологическая провинция), I-B — горный карст в сильно дислоцированных образованиях Урала: Западно-Уральская карстово-спелеологическая провинция (II-A), Центрально-Уральская карстово-спелеологическая провинция (II-B). 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 провинций), 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.

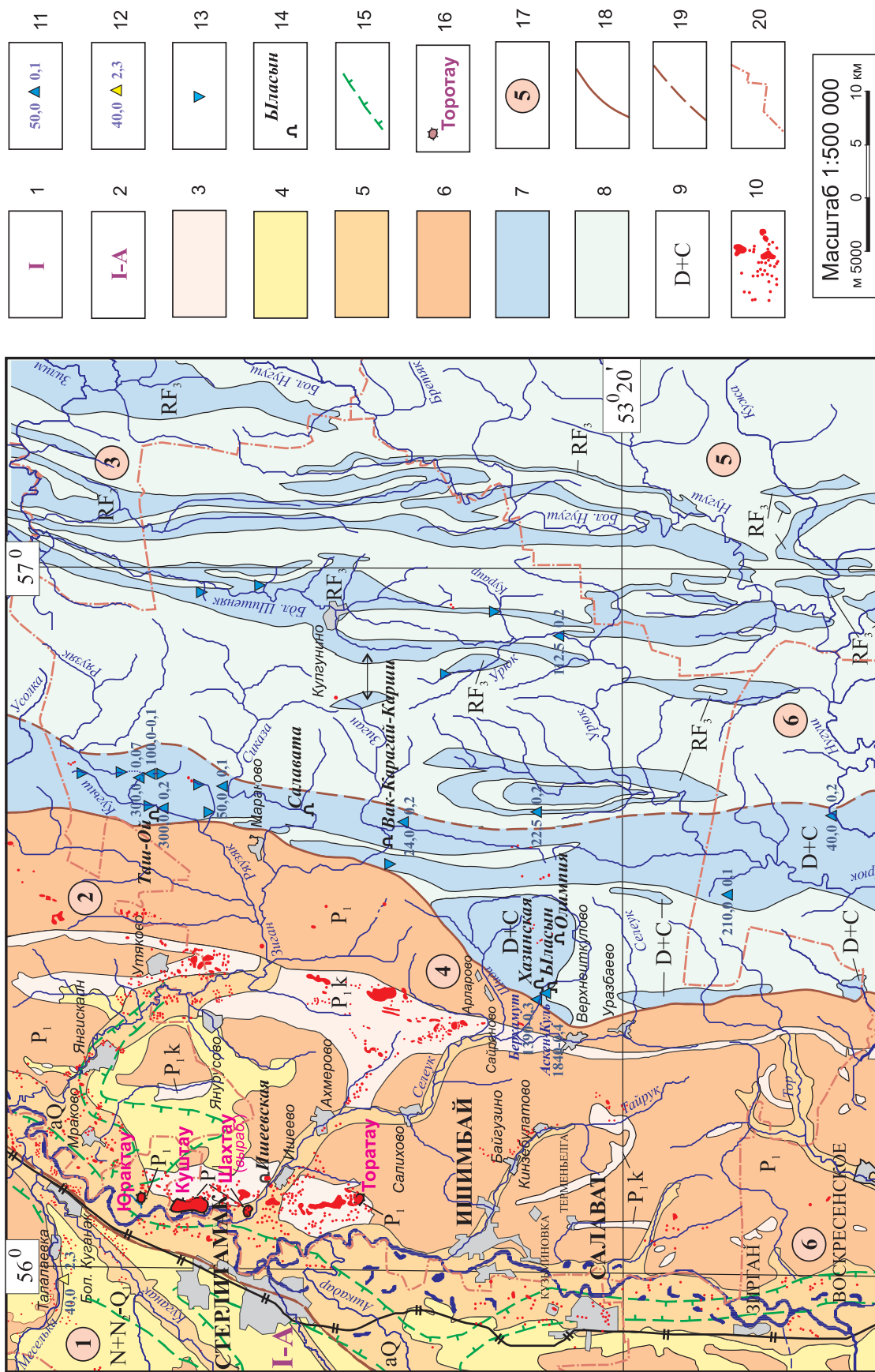


Рис. 8. Карта карста и пещер геопарка «Торатау» в границах МР Ишимбайский район РБ
 Fig. 8. Map of a karst and caves of the “Toratau” geopark in MR borders the Ishimbaysky district of RB

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.

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 Красноуольская-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 — вторая по длине пещера Башкортостана [Смирнов, Соколов, 2016].

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 ≥ 100 м	всего	в т.ч. пещер L ≥ 100 м	всего	в т.ч. пещер L ≥ 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

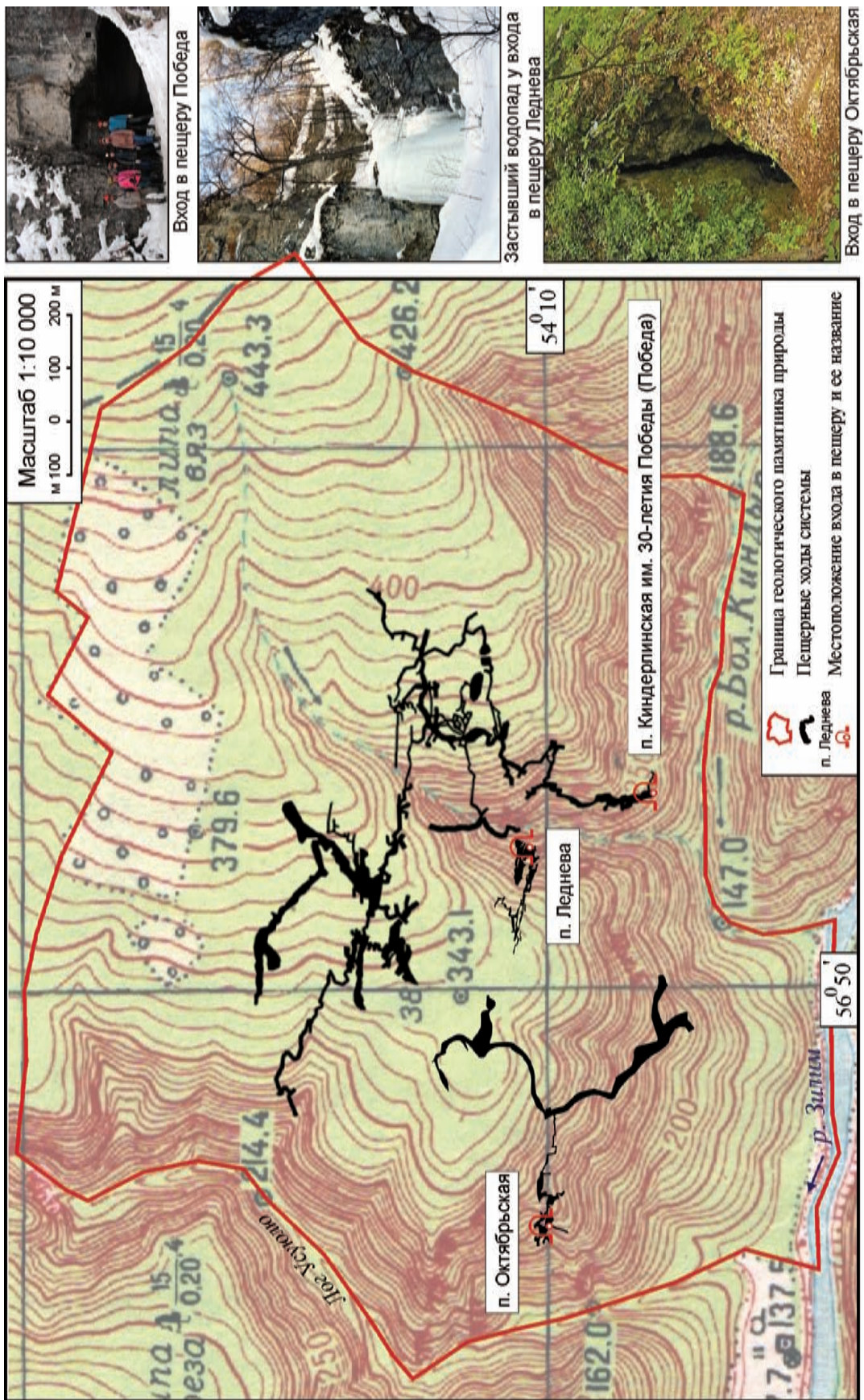


Рис. 9. Пещерная система Киндерлинская – Леднева – Октябрьская

Fig. 9. The cave system Kinderlinskaya – Lednaya – Oktabrskaya

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: Ишевская система пещер (протяженностью 1002 м), пещеры: Юбилейная (длиной 170 м), Холодильник

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, м ³ (V)	Удельный объем, м ³ /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

(101 м), Терменьелга (84 м), Красноуольская-12 (54 м), Воскресенская или Табынская (53 м), Акташ (22 м).

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.



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



Рис. 11. Грот Ханский (пещера Ханская по И.И. Лепехину [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

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 памятниками-образующими объектами комплексных памятников природы. Кроме того, 5 пещер являются геологическими памятниками природы (Аскинская ледяная, Киндерлинская им. 30-летия Победы, Октябрьская, Леднева, Хазинская). Все они охра-

няются государством. Между тем охрана их сегодня должным образом не осуществляется и вследствие их частой посещаемости, а порой 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 вытопан, стены и свод сильно закопчены, а имевшиеся в ней когда-то уникальные натечные образования сколоты, палеонтологический материал вынесен (рис. 12, 13).



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

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 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.



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

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 карстологии. – 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 // Карстология — XXI век: теоретическое и практическое значение: Мат-лы междунар. симпози. – 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. симпози., 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 карстология: 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 карстологии 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.

References:

Abdrakhmanov R.F., Popov V.G. Svyaz' karsta s neogenymi dolinami sistemy Paleo-Beloi v Yuzhnom Predural'e [Communication of a karst with neogene valleys of a system by Paleo-Belaya in the Southern Cis-Urals] // *Geomorphology*. 2017. No. 3. P. 48–58. doi.org/10.7868/S0435428117030051. (In Russian).

Kostarev V.P. Osobennosti opredeleniya kolichestvennykh pokazatelei karsta pri inzhenerno-geologicheskikh izyskaniyakh [Features of definition of quantitative indices of a karst at engineering-geological izyskaniya] // *Karst Srednei Azii i gornyykh stran. Tez. dokl. vsesoyuz. nauch.-tekhn. soveshch. 9–11 okt.* [The Karst of Central Asia and highlands. Thes. of reports of the All-Union scientific and technical conf. October 9–11]. Tashkent, 1979. P. 75–86. (In Russian).

Lepyokhin I.I. Prodolzhenie Dnevnykh zapisok puteshestviya akademika i meditsiny doktora Ivana Lepekhina po raznym provintsiyam Rossiiskogo gosudarstva v 1770 godu. Ch. 2 [Continuation of Day notes of a travel of the academician and medicine doctor Ivan Lepyokhin on different provinces of the Russian state in 1770. Part 2]. Sankt Petersburg, 1772. 359 p. (In Russian).

Maksimovich G.A. Osnovy karstovedeniya. T. 1 [Karstology bases. Vol. 1]. Perm, 1963. 444 p. (In Russian).

Martin V.I. Karstovye vody kak istochnik vodosnabzheniya [Karst waters as water supply source] // *Abdrakhmanov R.F. et al.* Karst Bashkortostana [Karst of Bashkortostan]. Ufa, 2002. P. 285–292. (In Russian).

Martin V.I., Smirnov A.I., Sokolov Yu.V. Peshchery Bashkirii [Caves of Bashkiria] // *Peshchery, itogi issledovaniy* [Caves, results of researches]. Perm, 1993. P. 30–59. (In Russian).

Shakir Yu.A. with the assistance of *Kiselyov V.E., Klimchuk A.B., Kuznetsov V.S., Malkov V.N., Nemchenko T.A., Sokolov Yu.V.* Perechen' klassifitsirovannykh peshcher. Utv. post. prezid. Vsesoyuz. federatsii turizma ot 25 iyunya 1988 goda № 6–12 [The list of the classified caves. Approved by the decree of the Presidium of the All-Union Federation of tourism of June 25, 1988 No. 6–12]. M.: Commission of speleology and karstology of the RGO Moscow center. 1989. 14 p. (In Russian).

Sheko A.I., Lekhatinov A.M., Maximov M.M. Kolichestvennaya otsenka intensivnosti proyavleniya ekzogennykh geologicheskikh protsessov pri inzh.-geol. s'emyemke [Quantitative assessment of intensity of manifestation of exogenous geological processes at engineering-geological to shooting]. Trudy VSEGIN GEO. 1971. Is. 3. P. 89–95. (In Russian).

Smirnov A.I. Typy karsta i sovremennaya aktivnost' ego razvitiya na Yuzhnom Urale i v Predural'e [Types of a karst and modern activity of its development in South Ural and in the Cis-Urals] // Karstovedeniye – XXI vek: teoreticheskoe i prakticheskoe znachenie: Mat-ly mezhdunar. simpoziuma [Karstovedeniye – the 21st century: theoretical and practical value: Materials international Symposium]. Perm, 2004. P. 90–94. (In Russian).

Smirnov A.I. Anomal'no krupnye karstovye provaly Yuzhnogo Urala i Predural'ya [Abnormally large karst failures of South Ural and Cis-Urals] // Geological collection No. 10 / IG USC RAS Ufa, 2013. P. 50–56. (In Russian).

Smirnov A.I. Otsenka karstovoi opasnosti Yuzhnogo Urala i Predural'ya. Ekologicheskaya bezopasnost' i stroitel'stvo v karstovykh raionakh [Assessment of karst danger of South Ural and Cis-Urals. Environmental safety and construction in karst regions] // Materials of the international symposium, Russia, Perm, on May 26–29. Perm, 2015. P. 194–198. (In Russian).

Smirnov A.I. Karta sul'fatnogo karsta Yuzhnogo Predural'ya (soderzhanie, printsipy i metodika postroeniya) [Card of a sulphatic karst of the Southern Cis-Urals (contents, principles and technique of construction)] // Engineering geology. 2018. Vol. 13, No. 1–2. P. 86–94. doi.org/10.25296/1993-5056-2018-13-1-2-86-94. (In Russian).

Smirnov A.I., Sokolov Yu.V. Peshchery gornoj chasti Bashkirii (Yuzhnyi Ural) [Caves of a mountain part of Bashkiria (South Ural)]: Prepr. / BNC UB RAS. Ufa, 1993. 54 p. (In Russian).

Smirnov A.I., Sokolov Yu.V. Karstovye peshchery Yuzhnogo Urala i Predural'ya i ih prakticheskoe ispol'zovanie [Karst caves of South Ural and Cis-Urals and their practical use] // Geologiya, poleznye iskopaemye i problemy geoekologii Bashkortostana, Urala i sopredel'nyh territorii: Mat-ly 11-oi mezhhregion. nauch.-prakt. konf. [Geology, minerals and problems of geoecology of Bashkortostan, Urals and adjacent territories: Materials 11-th interregional scientific and practical conf.]. Ufa: DesignPress, 2016. P. 244–246. (In Russian).

Sokolov Yu.V. Peshchery Respubliki Bashkortostan i speleoturizm [Caves of the Republic of Bashkortostan and spelunking] // Herald of the Academy of Sciences of the RB. 2009. Vol. 14, No. 4. P. 80–83. (In Russian).

Sokolov Yu.V., Smirnov A.I. Novyi speleologicheskii pamyatnik prirody Respubliki Bashkortostan «Peshchernaya sistema Kinderlinskaya–Ledneva–Oktyabr'skaya» [New speleological nature sanctuary of the Republic of Bashkortostan “Cave Kinderlinskaya–Lednev–Oktyabrskaya system”] // Hidrogeologiya i karstovedeniye: mezhvuz. sb. nauch. tr. [Hydrogeology and karstology: interuniversity collection of scientific papers] / Perm state un-t. Perm, 2013. Is. 19. P. 225–230. (In Russian).

Сведения об авторах:

Смирнов Александр Ильич, кандидат геол.-мин. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: smalil@mail.ru

Соколов Юрий Викторович, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: sokolspeleo@mail.ru

About the authors:

Smirnov Alexandr Il'ich, candidate of geological and mineralogical sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: smalil@mail.ru

Sokolov Yuri Victorovich, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: sokolspeleo@mail.ru