

ЭКЗОГЕННАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЯ

УДК 551.4.042(470.57)

КАРСТОВЫЕ ОСТАНЦЫ ЮЖНОГО УРАЛА И ПРЕДУРАЛЬЯ[#]

© 2025 г. А.И. Смирнов^{1,*}

¹Институт геологии УФИЦ РАН, Уфа, Россия

*E-mail: smail@mail.ru

Поступила в редакцию 23.12.2024 г.

После доработки 27.03.2025 г.

Принята к публикации 15.04.2025 г.

На основе литературных данных и результатов полевых исследований определены районы расположения карстовых останцов, их принадлежность к типу и возрасту карстующихся пород, а также морфология и морфометрия останцов. В Южном Предуралье останцы сформированы в гипсах кунгурского яруса на Прибельской равнине и в западных предгорьях Южного Урала, а также в известняках сакмарского и артинского ярусов на Уфимском плато. На Южном Урале они сформированы в известняках и доломитах верхнего девона и раннего рифея в пределах низкогорных хребтов западного склона. В Южном Предуралье карстовые останцы представлены холмами, увалами и выходами на поверхность коренных пород, возвышающимися над выложененной окружающей местностью, а на Южном Урале – одиночными невысокими горами и столбами. Размеры останцов невелики – первые десятки метров. На Южном Урале они крупнее, чем в равнинном Предуралье, что обусловлено более высоким гипсометрическим положением мест их расположения и формированием останцов в более устойчивых к воздействию агентов денудации карбонатных пород, чем в сульфатных. На основе анализа геолого-геоморфологических условий мест расположения карстовых останцов и ведущего экзогенного геологического процесса, предопределяющего их образование, все охарактеризованные останцы подразделены на три основных типа: эрозионно-карстовые, образование которых обусловлено преимущественно деятельностью речной эрозии, карстово-денудационные, связанные с явлением разгрузки горного давления в долинах рек и карстогенные, сформированные в днищах провальных карстовых котловин. Наиболее многочисленны эрозионно-карстовые останцы, а наименее распространенные – карстогенные. Формирование карстовых останцев в регионе началось предположительно в раннем плейстоцене и продолжается и в настоящее время.

Ключевые слова: генетические типы останцов; Бабайташ; Баганташ; Двенадцать апостолов; Кузганак; Тугар-Салган; Чертов палец

DOI: 10.31857/S2949178925030033

ВВЕДЕНИЕ

В административном отношении рассматриваемый регион целиком охватывает территорию Республики Башкортостан (РБ) и лишь частично примыкающие к ней окраинные районы соседних субъектов Российской Федерации (Рождественский, 1971).

В карстологическом отношении рассматривающий регион расположен в пределах двух карстовых стран. Южное Предуралье относится к карстовой стране Восточно-Европейской равнинны, где развит равнинный карст в горизонтально и пологозалегающих породах Предуралья, а Южный Урал – к Уральской карстовой стране, где развит горный и предгорный карст в дисло-

цированных образованиях Урала. По составу карстующихся пород в первой распространен сульфатный, карбонатный, сульфатно-карбонатный и кластокарст. во второй – преимущественно карбонатный карст (Мартин, 2002).

Наряду с широко распространенными и разнообразными отрицательными поверхностными проявлениями карста – карстовыми воронками, провалами, колодцами, котловинами, суходолами и другими формами рельефа (Смирнов, 2024в), – в регионе встречаются и положительные его формы – карстовые останцы.

Общепризнанно, что в геологическом отношении останец – обособленный массив крепкой горной породы, возвышающийся над окружающей местностью, сформированной менее устойчивыми к разрушению агентами денудации породами. То есть генетический тип останцов при любых природных условиях является денудационно-литоморфным, однако ведущий экзогенный гео-

[#] Ссылка для цитирования: Смирнов А.И. (2025) Карстовые останцы Южного Урала и Предуралья. Геоморфология и палеогеография. Т. 56. № 3. С. 382–396. <https://doi.org/10.31857/S2949178925030033>

логический процесс (ЭГП), определяющий их формирование, может быть различным и обусловлен деятельностью ветра, речной эрозией, образованием трещин боковой разгрузки на склонах долин рек и другими процессами.

Карстовый останец (в понимании автора) — положительная форма карстового рельефа, представленная одиночными холмами, увалами, небольшими обособленными возвышениями или невысокими горами, которые четко выделяются на фоне окружающей местности, определяющим условием выделения которых является их формирование в карстующихся породах в условиях выхода их на поверхность.

Как указывают ведущие отечественные карстоведы, карстовые останцы, характерны, прежде всего, для тропических и субтропических поясов с гумидным климатом, где они сформированы в пределах карстовых польев — крупных (поперечником 1–10 км) карстовых котловин. (Максимович, 1963; Гвоздецкий, 1972; Чикишев, 1978; Горбунова, 1979 и др.). В рассматриваемом регионе Башкортостана карст развивается преимущественно в обстановке умеренного увлажнения территории (Мартин, 2002), где карстовые поля поперечником более 1 км встречаются очень редко.

Наличие карстовых останцов на Южном Урале и в Предуралье известно еще с середины прошлого столетия. Первые сведения о них содержатся в публикациях Л.У. Сагитовой, в которых она указывает об их наличии на территории РБ в долине р. Аургазы (Сагитова, 1961, 1965). Затем они были обследованы Е.П. Дорофеевым и В.С. Лукиным (1970), которые привели морфологические и морфометрические показатели останцов в устьевой части р. Аургазы. Позже эти уникальные для региона карстовые формы рельефа практически не привлекали к себе внимание карстоведов, а единичные литературные сведения о них только повторяли уже известные данные (Мартин, 2002). В последних публикациях по карсту Южного Урала и Предуралья также содержатся лишь упоминания о наличии уже известных карстовых останцов без характеристики их распространения и определения генезиса различных их форм (Тагирова, 2007; Абдрахманов и др., 2022).

Цель настоящего исследования — охарактеризовать распространение карстовых останцов, их морфологию, определить их генезис и типизировать по условиям образования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исходными данными послужили данные изучения экзогенных геологических процессов, содержащиеся в производственных отчетах ПГО (ОАО)

“Башкиргеология” (Смирнов, Ткачев, 1986 г.; Смирнов Нагуманов Д.Г., Ткачев В.Ф., 1989 г.; Смирнов, 1994 г.) и публикациях (Мартин, 2002; Смирнов, 2014; Смирнов, 2024а; 2024б и др.), а также обследование карстовых останцов автором в 2022–2024 гг., во время которого фиксировалась их морфология и морфометрия, а также геолого-геоморфологические условия формирования. Для изучения морфологии останцов применялась съемка квадрокоптером Геоскан (В.Л. Машин, ОАО “Институт Гипростроймост”).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Карстовые останцы Южного Предуралья зафиксированы в районах развития сульфатного карста в восточной части Прибельской пологоволнистой равнины и в западных холмисто-увалистых предгорьях Южного Урала, а также в районах развития карбонатного карста — на Уфимском плато. На Южном Урале они сформированы в низкогорье западного склона.

На Прибельской равнине карстовые останцы наиболее четко в рельефе выражены в нижнем течении р. Аургазы. По правобережью этой реки, наряду с широко распространенными отрицательными карстовыми формами рельефа, зафиксированы невысокие холмы и гряды, сложенные карстующимися породами, а также небольшие скальные их выходы и массивы. Карстовые останцы здесь сформированы в условиях развития перекрытого (подаллювиального) типа карста с локальным развитием на останцах — открытого (голого). Так в устьевой части долины р. Аургазы с крутым и обрывистым правым склоном и пологим левым, на поверхности плоской аллювиальной верхнеплейстоценовой первой надпойменной террасы возвышаются скальные останцы и гипсовые холмы кунгурского яруса ранней перми (рис. 1, 2).

Карстующиеся гипсы, слагающие останцы, имеют общее пологое погружение в южном направлении и представлены следующими литологическими типами (сверху вниз, по Смирнову, 2014):

1. Гипсы серые, темно-серые, очень тонкослойные. Видимая мощность до 3.0 м.
2. Гипсы в верхней части белые, сахаровидные, массивные, в нижней — серые, темно-серые, белые желваковые с прослоем (до 0.5 м) мергеля в подошве. Мощность 14.0 м.
3. Гипс серый, светло-серый, мелко- и среднекристаллический, среднеслоистый, крепкий. Мощность 2.7–3.0 м.
4. Гипс светло-серый, серый, мелко- и среднекристаллический, массивный, плойчатый, плотный. Видимая мощность — до 9.5 м. Абс. отм.

подошвы слоя 4 в подножье правого склона долины р. Аургазы — 120.0 м.

Наиболее примечательные карстовые останцы располагаются в 0.3–0.5 км выше устья р. Аургазы (рис. 2). Первый из них находится в 25 м к северу от ее русла. Он представляет собой холм с усеченной вершиной, возвышающейся над окружающей местностью на ~14 м. Верхняя часть его — скальная и сложена гипсами литотипа слоя 3 (см. выше), нижняя — крутосклонная, сформирована литотипом гипсов слоя 4. Овальный поперечник Останца 1 в основании — 20–25 м (рис. 3).

Еще два гипсовых останца расположены у подножья правого склона долины р. Аургазы в 60 м севернее Останца 1. Высота западного (Останца 2) 100 м.

нец 2) — достигает 15 м, восточного (Останец 3) — не превышает 7 м, а их поперечники в основании составляют ~25 м и ~7 м соответственно (рис. 4).

Кроме трех четко выраженных Останцов 1–3, на поверхности первой надпойменной террасы встречаются небольшие (менее 10 м в поперечнике) и невысокие (не более 5 м) останцовые холмики и мелкие гряды (рис. 4).

Четвертый наиболее примечательный останец по правобережью р. Аургазы находится в 0.3 км к западу от устья реки (рис. 1). Он сформирован в плоском днище карстовой котловины размером 130×60 м с высотой бортов 8–12 м. Останец 4 представляет собой небольшой (40×15 м) скальный гипсовый увал высотой до 10 м (рис. 5).

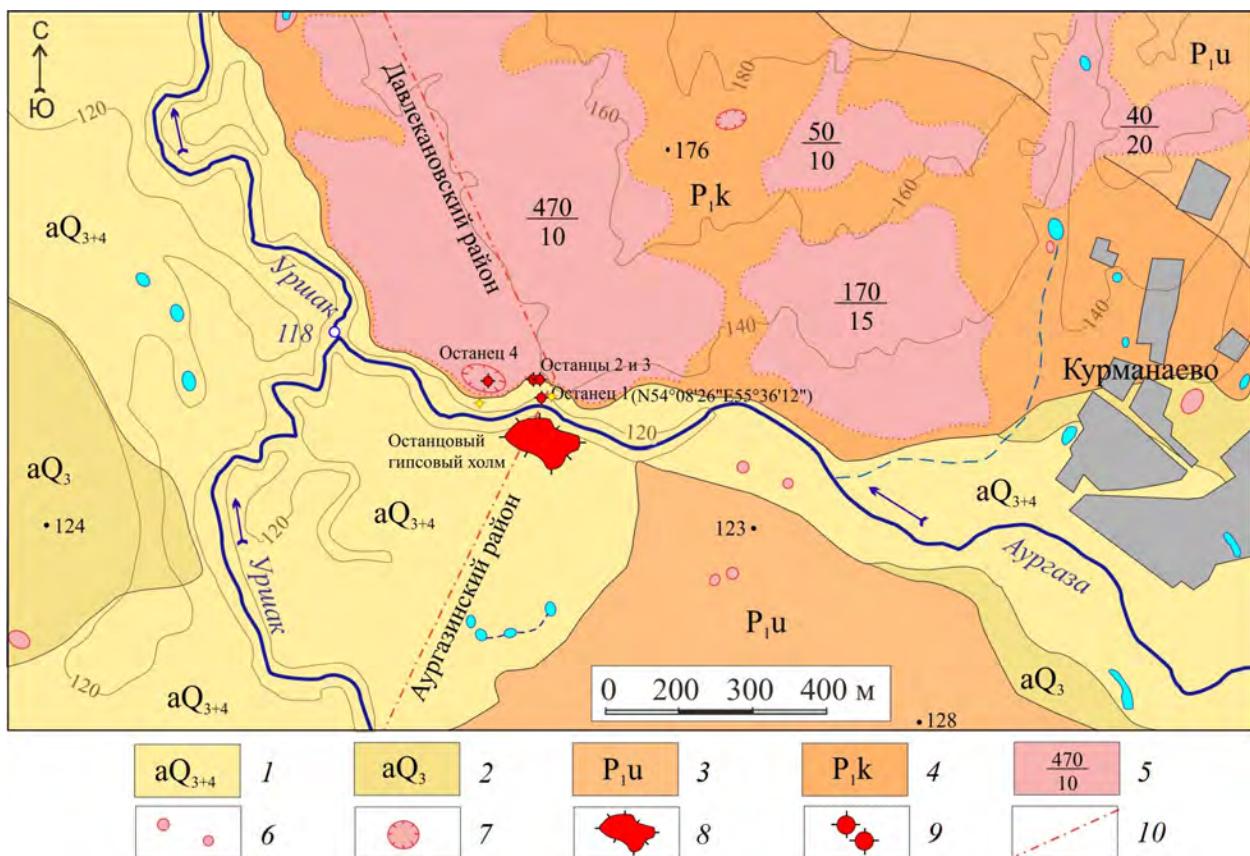


Рис. 1. Схема расположения карстовых останцов в нижнем течении р. Аургазы. Топографическая основа SAS Planet. Составил А.И. Смирнов.

Перекрытый карст: 1 — аллювий поймы и первой нпп (суглинки, супеси, пески), 2 — аллювий второй нпп (суглинки, глины); 3 — закрытый карст под терригенно-карбонатными породами уфимского яруса; 4 — открытый карст в гипсах кунгурского яруса; *карстовые формы рельефа:* 5 — карстовое поле (количество воронок и колодцев в карстовом поле (числитель) и их средний диаметр (знаменатель), 6 — отдельные карстовые воронки, 7 — карстовая котловина, 8 — останцовый гипсовый холм, 9 — карстовый останец; 10 — граница муниципальных районов.

Fig. 1. Scheme of the Distribution of Karst Remnants in the Lower Reaches of the Augazy River. SAS Planet Topographic Base. Compiled by A.I. Smirnov

Covered karst: 1 — alluvium of the floodplain and the first terrace above the floodplain (loams, sandy loams, sands), 2 — alluvium of the second terrace above the floodplain (loams, clays); 3 — closed karst beneath terrigenous-carbonate rocks of the Ufimsky stage; 4 — open karst in the gypsum of the kungur stage; *karst landforms:* 5 — karst field (number of sinkholes and shafts in the karst field (numerator) and their average diameter (denominator)), 6 — individual karst sinkholes, 7 — karst basin, 8 — gypsum hill, 9 — karst remnant; 10 — boundary of municipal districts.



Рис. 2. Карстовые останцы в нижнем течении р. Аургазы: (а) — долина р. Аургазы с карстовыми останцами (фото В.Л. Машина), (б) и (в) — останцовый гипсовый холм по левобережью реки. Карстовые останцы по правобережью реки: (г) — Останец 1, (д) — Останец 2. Фото А.И. Смирнова.

Fig. 2. Karst Remnants in the Lower Reaches of the Aurgazy River: (a) — valley of the Aurgazy River with karst remnants (photo by V.L. Mashin), (б) and (в) — residual gypsum hill on the left bank of the river. Karst remnants on the right bank of the river: (г) — Remnant 1, (д) — Remnant 2. Photo by A.I. Smirnov.

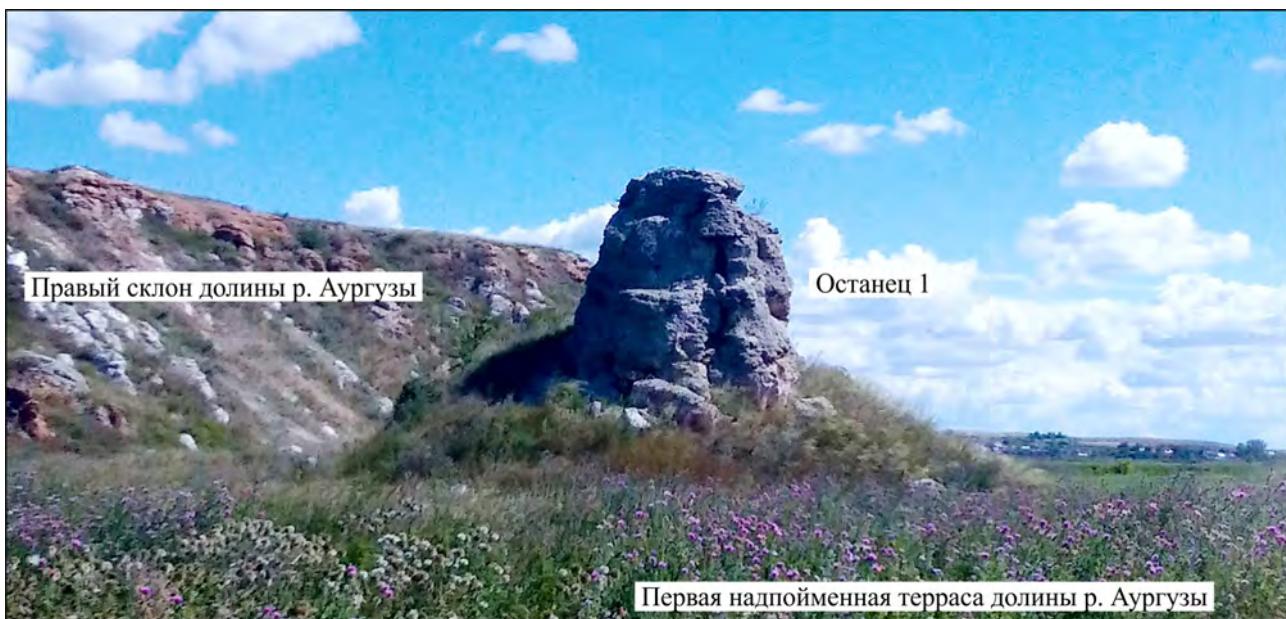


Рис. 3. Карстовый Останец 1. Фото А.И. Смирнова.

Fig. 3. Karst Remnant 1. Photo by A.I. Smirnov.



Рис. 4. Карстовые Останцы 2 и 3. Фото В.Л. Машина.

Fig. 4. Karst Remnants 2 and 3. Photo by V.L. Mashin.



Рис. 5. Карстовые формы рельефа в придолинной части р. Аургазы. Фото В.Л. Машина.

Fig. 5. Karst landforms in the valley area of the Aurgazy river. Photo by V.L. Mashin.

По левобережью р. Аургазы на фоне плоской первой надпойменной террасы с абс. отм. 120.0 м возвышается скальный гипсовый холм высотой до 14.5 м (рис. 1, 2). Размеры его по подножию склонов 230×140 м. Поверхность его осложнена провальными воронками, поглощающие атмосферные осадки, которые затем подземными каналами разгружаются в реке. В юго-восточной части массива на дне карстовой воронки имеется небольшая пещера — грот поперечником до 10 м, от которого протягивается узкий труднопроходимый ход, направленный в сторону р. Аургазы (Дорофеев, Лукин, 1970).

По левобережью р. Аургазы в 9 км (по прямой) выше ее устья между с. Султанмуратово и д. Дюртюли (Аургазинский район РБ) расположен останцовый гипсовый массив кунгура размером 320×150 м. Он отделен от основного карстового массива с юж-

ным пологим падением гипсовых слоев руслом р. Аургазы, которое на отрезке пересечения массива каменистое. Примечателен этот останцовый массив тем, что на северо-западной его окраине в ~40 м от русла реки находится скальный гипсовый останец Бабайташ (Каменный дед — башк.), вершина которого возвышается над рекой на 17 м (абс. отм. ~145 м). Верхняя часть останца Бабайташ сложена белыми и крепкими, толстослоистыми и массивными гипсами кунгурского яруса ранней перми пологопадающими на юг (рис. 6).

На остальной части пологоволнистой Прибельской равнины карстовые останцы встречаются в долинах рек Белой и Уфы и в нижних течениях их крупных притоков за пределами погребенных палеодолин рек.

На первой и второй надпойменных террасах долин этих рек над локальными поднятиями кун-

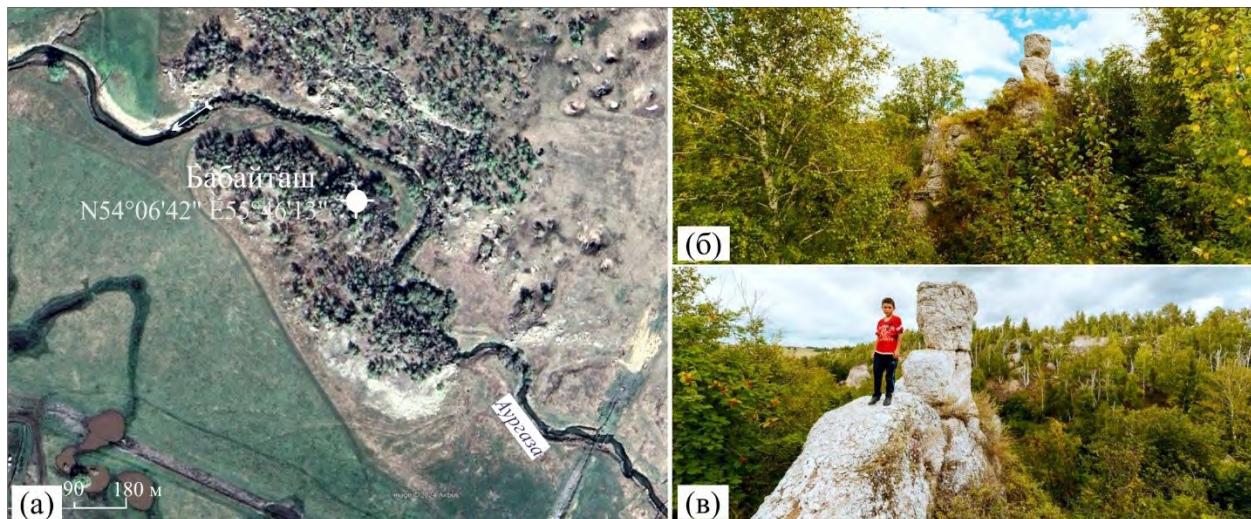


Рис. 6. Карстовый останец Бабайташ: (а) — местоположение останца на космоснимке SAS Planet 08.08.2022, (б) — общий вид, (в) — вершина останца. Фото А. Белавина, <https://dzen.ru/a/XwHua6E1dRuAlU2Q>

Fig. 6. Karst remnant Babaytash: (a) — location of the remnant on the SAS Planet satellite image of 08.08.2022, (b) — general view, (v) — the top of the remnant. Photo by A. Belavin, <https://dzen.ru/a/XwHua6E1dRuAlU2Q>

турской карстующейся толщи находятся редкие небольшие (поперечником до 100 м) и невысокие (не более 10 м) увалы и холмы. В подножьях этих форм рельефа наблюдаются поверхностные карстопроявления, но обнажения карстующихся пород в виде скальных останцов на них не фиксируются.

На водораздельных пространствах Южного Предуралья карстовые останцы встречаются еще реже. Наиболее примечательные из них распространены вдоль окраин Уфимского плато в крупных карстовых котловинах поперечником более 2 км. Так на южной окраине плато в междуречье Тюлька-Тюба и Туз-Елга (Иглинский район РБ) в центральной части крупной (длиной 3–4 км и шириной 1.5–2 км) карстовой котловины с высотой бортов до 20 м расположен кунгурский известняковый увал-останец шириной 300–700 м (Мартин, 2002).

В западных предгорьях Южного Урала карстовые останцы встречены нами на территории Ишимбайского района РБ. В 10 км к юго-востоку от г. Стерлитамак в ~0.9 км к северу от подножья шихана Торатая находится озеро Тугар-Салган (озеро, которое поглотило лошадь или обернулся и потерял лошадь — башк.). Длина его 385–395 м (С–Ю), ширина 260 м (З–В), средняя глубина 15 м при максимальной 28 м. Озеро сформировано в карстовой котловине, образовавшейся в гипсах кунгурского яруса (Смирнов, 2024а). Примечательно озеро тем, что в северной его части имеется остров — холм с пологими склонами. Размеры острова составляют ~100×40 м, а высота

в отдельные годы при минимальном уровне воды в озере достигает 7.5 м. Установленный генезис озера (Смирнов, 2024а) позволяет утверждать, что остров на нем представляет собой карстовый останец (рис. 7).

На Уфимском плато карстовые останцы встречаются в долинах рек Ай и Юрзань, а также на Павловском водохранилище, где они сформированы в карбонатном карсте. Наиболее известными из них являются скальные комплексы: Двенадцать апостолов на Павловском водохранилище и Баганташ на р. Юрзань.

Скальный комплекс Двенадцать апостолов находится на южной окраине Карайдельского района РБ в ~3 км юго-западнее д. Чемаево на западном берегу Павловского водохранилища между устьевыми частями Урюшского и Ирыштинского заливов. Комплекс представлен обрывистым обнажением известняков верхнего подъяруса артинского яруса ранней перми (рис. 8) длиной 1.2–1.3 км и высотой над урезом воды водохранилища — 35–40 м (140 м abs. отм.). Образование скал-останцов обусловлено развитием трещин бортового отпора (Соколов, 1962).

Скальный комплекс Баганташ (Каменный столб — башк.) расположен на территории Салаватского района РБ на правом обрывистом склоне долины р. Юрзань в условиях развития карбонатного карста. Центральная часть комплекса находится в ~2.5 км вверх по реке от моста в д. Усть-Атавка. Он состоит из трех скал-останцов, которые сложены органогенными известняками юрзанской свиты сакмарского и артинского

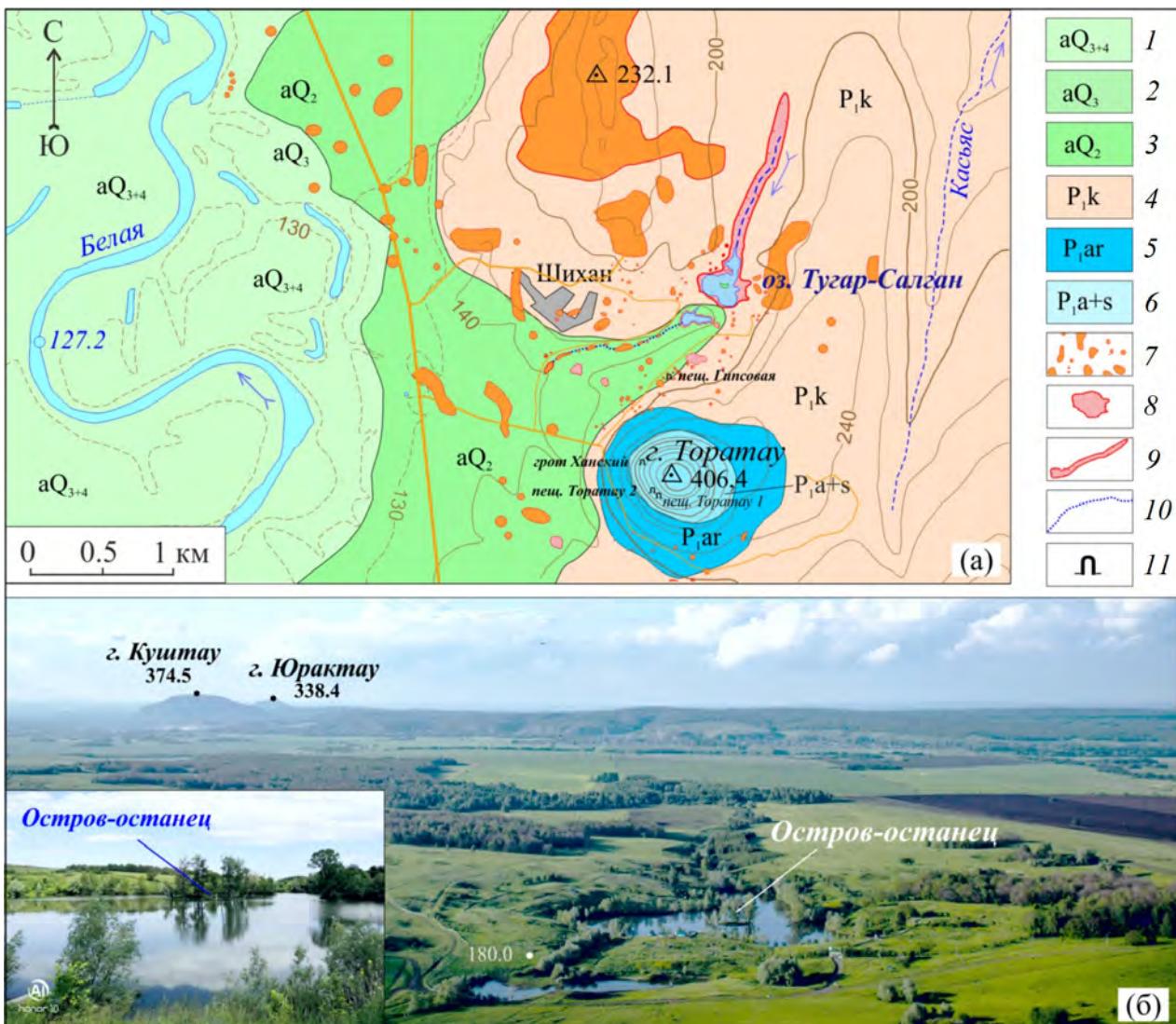


Рис. 7. Озеро Тугар-Салган с островом-останцом (Смирнов, 2024а): (а) — карта карста окрестностей озера, (б) — общий вид озера Тугар-Салган с северного склона г. Торатау и вид его (в нижнем левом углу рисунка) с юго-восточного берега. Фото А.И. Смирнова и Ш.И. Муслюхова.

Типы карста по составу карстующихся пород и характеру их перекрытии некарстующимися отложениями. Сульфатный: 1–3 — перекрытый (подаллювиальный), 4 — покрытый (подэлювиальный); карбонатный: 5 — прикрытый (подколювиально-делювиальный), 6 — открытый (голый). Возраст горных пород: aQ₃₊₄ — верхний неоплейстоцен и голоцен (аллювий поймы и I нпп долины р. Белой), aQ₃ — верхний неоплейстоцен (аллювий II нпп долины р. Белой). aQ₂ — средний неоплейстоцен (аллювий III нпп долины р. Белой). Приуральский (ранний) отдель пермской системы: P₁k — кунгурский ярус, P₁ar — артинский ярус, P₁a+s — ассельский и сакмарский ярусы объединенные; 7 — карстовые поля и отдельные воронки; 8 — карстовые котловины; 9 — эрозионно-карстовый лог; 10 — предполагаемый подземный поток; 11 — пещера, грот.

Fig. 7. Lake Tugar-Salgan with an Island Remnant (Smirnov, 2024a): (a) — map of the karst in the vicinity of the lake, (b) — general view of Lake Tugar-Salgan from the northern slope of Mount Toratau and its view (in the lower left corner of the picture) from the south-eastern shore. Photo by A.I. Smirnov and Sh.I. Muslukhov.

Types of karst by composition of karst rocks and character of their overlapping with non-karst sediments. Sulphate: 1–3 — overlapped (suballuvial), 4 — covered (subeluvial); carbonate: 5 — covered (subcoluvial-deluvial); 6 — open (bare). Geological age of rocks: aQ₃₊₄ — upper Neopleistocene and Holocene (alluvium of the floodplain and I supra floodplain terrace of the Belaya River valley), aQ₃ — upper Neopleistocene (alluvium of II supra floodplain terrace of the Belaya River valley), aQ₂ — middle Neopleistocene (alluvium of III supra floodplain terrace of the Belaya River valley). Ural (early) section of the Permian system: P₁k — Kungurian Stage, P₁ar — Artinskian Stage, P₁a+s — Asselian and Sakmarian stages combined; 7 — karst fields and separate sinkholes; 8 — karst basins; 9 — erosion-karst ravine; 10 — supposed underground stream; 11 — cave, grotto. In the photo: general view of Lake Tugar-Salgan from the northern slope of Toratau and its view (in the lower left corner of the picture) from the southeastern shore. Photo by A.I. Smirnov and Sh.I. Muslukhov.



Рис. 8. Скальный комплекс Двенадцать апостолов: (а), (б) — общий вид; (в), (г) — фрагменты останцев. Фото С. Пилипчука https://vk.com/wall-49919027_7359; А. Кайгородского <https://dzen.ru/a/YSomM0uUPWRuX887>

Fig. 8. Rock Formation Twelve Apostles: (a), (б) — general view; (в), (г) — fragments of the remnants. Photos by S. Pilipchuk https://vk.com/wall-49919027_7359, A. Kaigrodsy <https://dzen.ru/a/YSomM0uUPWRuX887>

ярусов ранней перми. Комплекс Баганташ протягивается вдоль берега реки на протяжении ~700 м (рис. 9) с превышением над урезом воды — до 80 м (223 м, абрс. отм.). Подножья скал-останцов находятся в вершинах осыпей с превышением над рекой до 30 м, их поперечник в основании достигает 50 м, а в средних и верхних частях, представленных столбами не превышает 10–20 м. Самой высокой и примечательной в комплексе скал является скала Первая (верхняя по течению реки).

Образование скал-останцов комплекса Баганташ, как и комплекса Двенадцать апостолов, обусловлено развитием трещин бортового отпора.

На Южном Урале карстовые останцы представлены живописными одиночными скалами карстующихся карбонатных пород. Самый примечательный из них находится в ~8 км к юг-юго-востоку от д. Толпарово Гафурийского района РБ. Это

гора Кузганак, сложенная известняками и доломитами катавской свиты верхнего рифея.

Вершина горы Кузганак расположена на узком гребне коренной излучины р. Зилим по ее левобережью. Ширина гребня с обрывистыми скальными склонами не превышает 150 м, длина его с запада на восток составляет 0.5 км, а высота над рекой достигает 95 м (323 м абрс. отм.). Гребень разделен седловиной на две части — западную и восточную. Восточная часть гребня представляет собой эрозионно-карстовый останец, сформированный в позднерифейских карбонатах (рис. 10).

В отвесной южной части стены гребня имеются карстовые гроты. По словам местных жителей, в ясную ночь сквозь верхнюю часть западного скального гребня пробивается лунный свет (вероятно, через сквозную пещеру). Это, возможно, и послужило поводом для названия горы Кузганак (Глазок — башк.).

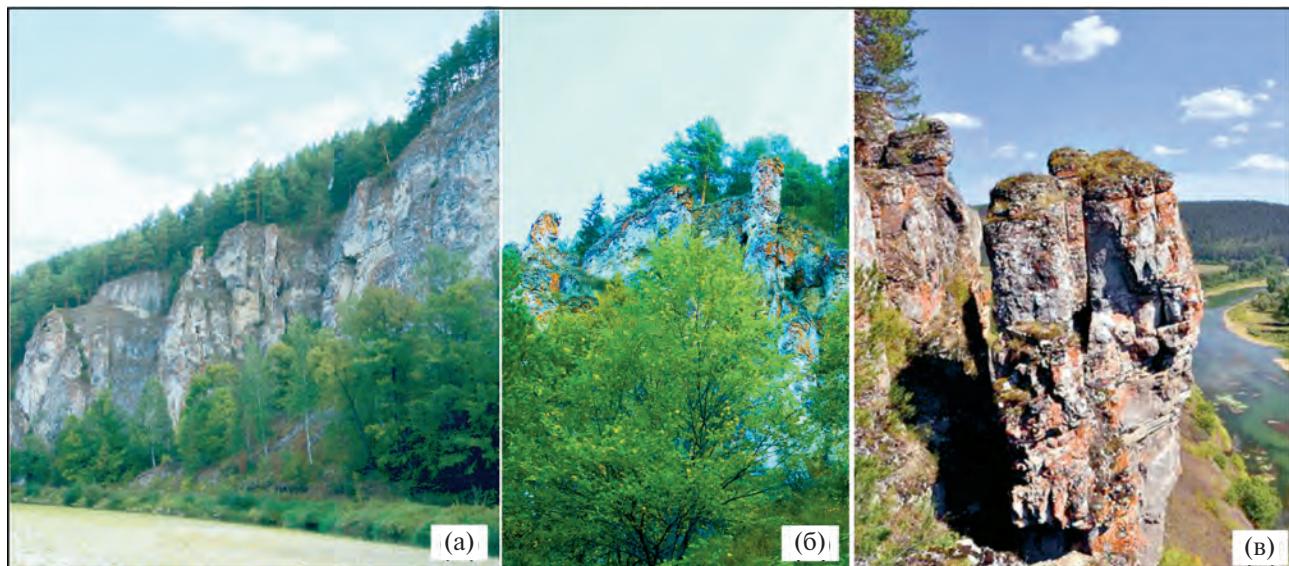


Рис. 9. Комплекс Скал Баганташ на правом склоне долины р. Юрюзань: (а) — правый склон долины р. Юрюзань с комплексом Скал 1–3, (б) — Скалы 1 (справа) и 2 (слева), фото Ю. В. Соколова; (в) — Скала 1 (Баганташ), фото М. С. Князева.

Fig. 9. Bagantash rock complex on the right slope of the Yuruzan River valley: (a) — right slope of the Yuruzan River valley with the Rock complex 1–3; (б) — Rocks 1 (right) and 2 (left), photo by Yu.V. Sokolov; (в) — Rock 1 (Bagantash), photo by M.S. Knyazev.

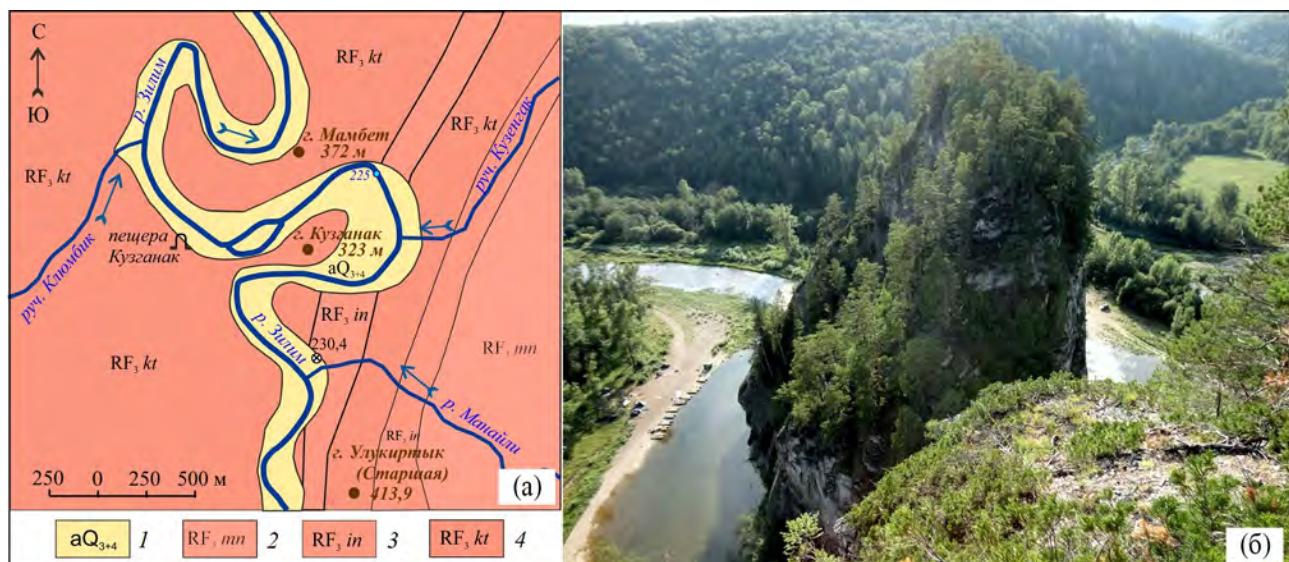


Рис. 10. Гора Кузганак — карстовый останец в долине р. Зилим: (а) — геологическая карта окрестностей г. Кузганак (составил А.И. Смирнов по данным геологических съемок Яковлева Г.Б., Решетниковой Н.Ф., 1962 г; Ларionова Н.Н., Бергазова И.Р., Цветковой А.А. и др. 2004 г.); (б) — гора Кузганак (на переднем плане — западная часть гребня, на заднем — восточная. Фото — <https://a.d-cd.net/634444u/960.jpg>

1 — стратиграфическое подразделение (аллювий поймы и первой надпойменной террасы, суглинки, супеси, пески); *верхний рифей*: 2 — миньярская свита (известняки и доломиты), 3 — инзерская свита (алевролиты, сланцы, песчаники), 4 — катавская свита (доломиты и известняки).

Fig. 10. Mount Kuzganak — karst remnant in the Zilim river valley: (а) — location of mount Kuzganak (compiled by A.I. Smirnov based on geological surveys by G.B. Yakovlev, 1962, N.N. Larionov, 2004); (б) — mount Kuzganak (foreground: western part of the ridge; background: eastern part; photo from <https://a.d-cd.net/634444u/960.jpg>

1 — stratigraphic unit (alluvium of the floodplain and the first terrace above the floodplain, loams, sandy loams, sands); *upper riphean*: 2 — minyar formation (limestones and dolomites), 3 — inzer formation (siltstones, shales, sandstones), 4 — katav formation (dolomites and limestones).

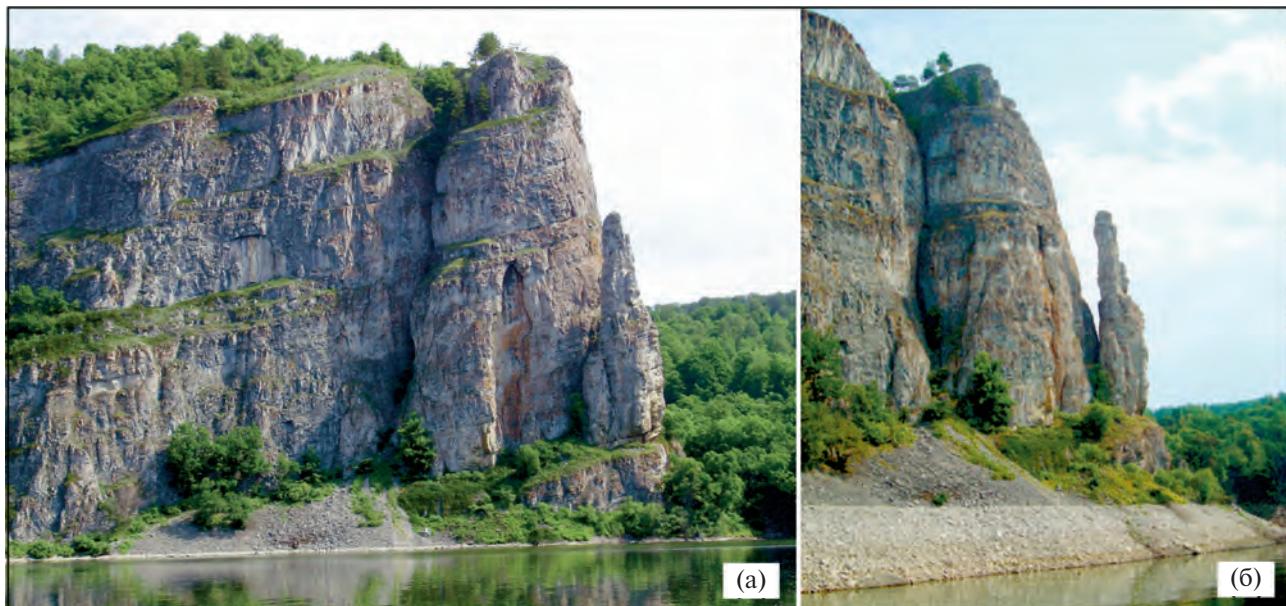


Рис. 11. Карстовый останец Чертов палец: весной (а), летом (б). Фото Ф.Ю. Гизатуллина.

Fig. 11. Karst Remnant Devil's Finger in spring (a), in summer (b). Photos by F.Yu. Gizatullin.

Не менее примечателен на Южном Урале карстовый останец Чертов палец (Шайтан-Таш — башк.) на территории Мелеузовского района РБ (не путать с одноименным останцом в девонских вулканогенных породах в Абзелиловском районе РБ).

Останец расположен на правом обрывистом склоне долины р. Белой на крутой излучине реки и представляет собой каменный столб, отделившийся от карстового массива Муйнак-Таш, сложенный известняками и доломитами франского яруса верхнего девона. Вертикально стоящий столб, высотой 80 м (340 м абс. отм.) и поперечником в основании ~10 м, действительно, напоминает поднятый вверх палец (рис. 11).

В прошлом (XVIII–XIX вв.) по р. Белой сплавляли барки (несамоходные грузовые плоскодонные судна) с различным грузом, которые в районе останца часто разбивались на крутом повороте русла реки. По-видимому, именно поэтому останец у местного населения имеет такое неблагозвучное название.

ОБСУЖДЕНИЕ

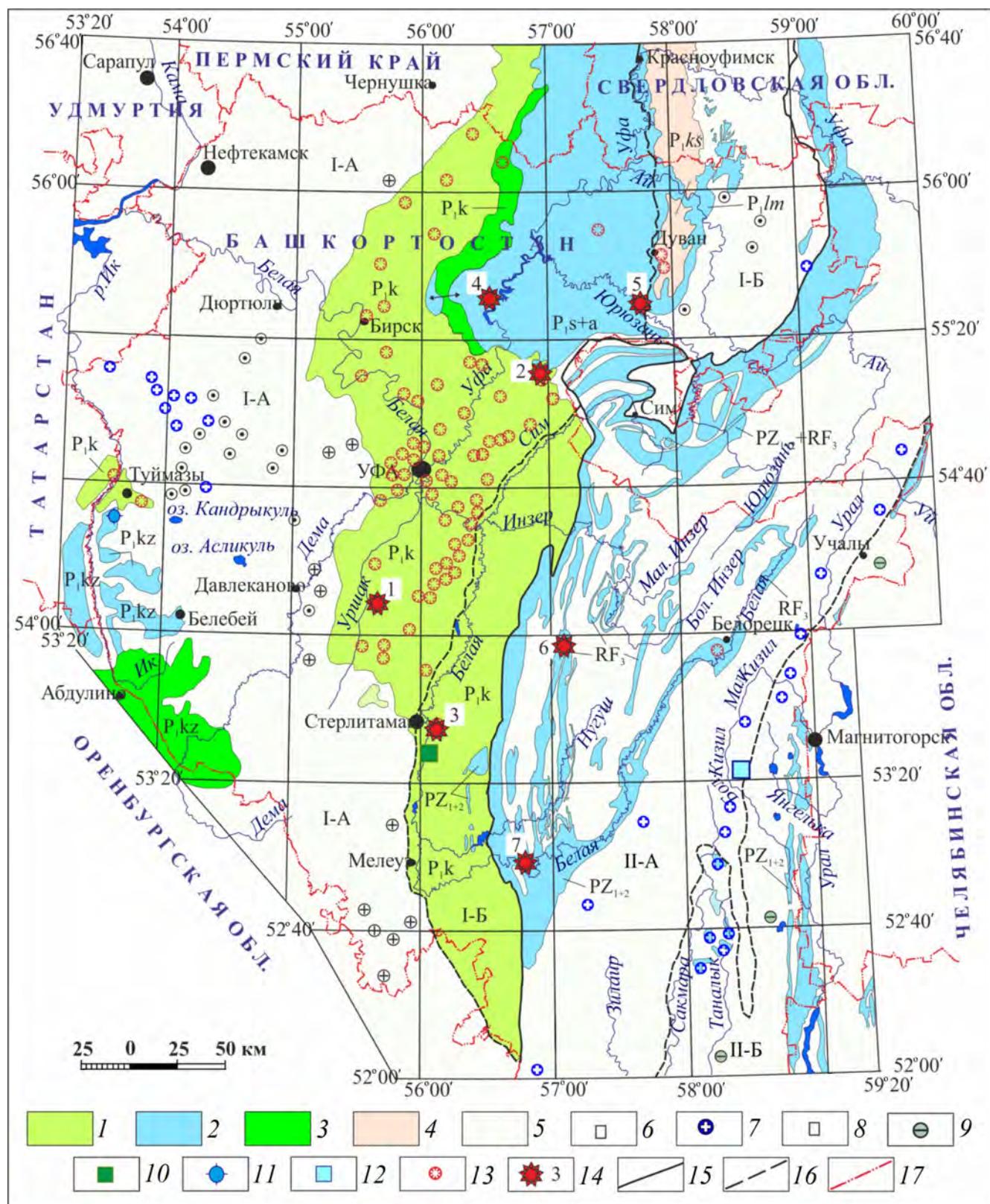
Форма и распространение останцов. В рассматриваемом регионе карстовые останцы встречаются относительно редко и представлены одиночными невысокими горами и столбами, холмами и увалами, а также скальными выходами на поверхность карстующихся пород (рис. 12). В Южном Предуралье они сформированы в известняках

и гипсах средне- и верхнепалеозойского возраста, а на Южном Урале — в карбонатах верхнего рифея. Размеры останцов на Южном Урале больше, чем в равнинном Предуралье, что обусловлено более высоким гипсометрическим положением мест их расположения и формированием останцов в более устойчивых к воздействию агентов денудации карбонатных пород, чем в сульфатных. В Южном Предуралье размеры останцов, сформированных в гипсах и известняках на абс. отметках не более 140–160 (иногда до 230) м не превышают первые десятки метров. На западном склоне Южного Урала абс. отметки вершин известняковых останцов составляет 320–340 м, а их высота достигает 80–95 м.

В геоморфологическом отношении останцы приурочены преимущественно к долинам рек и значительно реже к низким водораздельным пространствам. В долинах рек они сформированы на поверхности надпойменных террас вдоль их русел или у подножий коренных склонов, а на водораздельных пространствах встречаются исключительно в карстовых котловинах.

При любых условиях перекрытия карстующихся пород некарстующимися в окрестностях останцов скальные их формы представляют собой островки открытого (голого) карста.

Генетические типы останцов. На основе анализа геолого-геоморфологических условий мест расположения карстовых останцов и ведущему ЭГП, определяющему их образование они могут быть подразделены на три типа, которые обусловлены:



- деятельностью речной боковой эрозии — эрозионно-карстовые;
- явлением разгрузки горного давления в долинах рек — карстово-денудационные;
- развитием карстового процесса — карстогенные.

Классическими примерами эрозионно-карстовых останцов в Южном Предуралье служат останцы в нижнем течении р. Аургазы (рис. 1–6), а на западном склоне Южного Урала — гора Кузганак (рис. 7). Это обособленные от окружающей местности выходы на поверхность карстующихся пород, уцелевших от разрушительного действия речных вод.

Образования карстовых останцов второго типа (карстово-денудационных) также связано с деятельностью речной эрозии. Однако определяющим фактором их формирования является рост трещин “отседания” или трещин бортового отпора, возникающих на склонах долин рек из-за односторонней разгрузки горных пород от объемного сжатия в сторону крутого склона долин-дрен при достаточно быстром развитии глубинной речной эрозии (Соколов, 1962). Трещины бортового отпора встречаются повсеместно. Однако карстовые останцы формируются только вдоль обрывистых и высоких склонов речных долин, где от карстовых массивов по трещинам отседания обособляются отдельные их блоки (см. рис. 8, 9, 11).

Образование останцов третьего типа (карстогенных) связано преимущественно только с развитием карста. Встречаются они в рассматривае-

мом регионе крайне редко и сформированы они исключительно в карстовых котловинах. Представляют собой не затронутые карстово-гравитационным провалообразованием участки в редко распространенных в регионе современных котловинах (рис. 1, 7). В плиоцене карстовые котловины были распространены достаточно широко, но в настоящее время они большей частью погребены плиоцен-плейстоценовыми отложениями (Мартин, 2002).

Возраст карстовых останцов в настоящее время может быть определен только предположительно на основе анализа истории формирования рельефа рассматриваемого региона в неоген-четвертичное время.

После общей пенепленизации Южного Урала и Предуралья, в конце миоцена и в начале плиоцена произошло значительное поднятие всего рассматриваемого региона. Это определило заложение и начало формирования глубоко врезанных (до 200 м) палеодолин рек (Рождественский, 1971, Яхимович, 1971, Борисевич, 1992) и вызвало резкую активизацию развития всех ЭГП в днищах и на склонах долин рек (Смирнов, 2024б). В плейстоцене вслед за уменьшением амплитуды неотектонических поднятий активность развития ЭГП постепенно ослабевала, а на современном этапе они продолжают унаследовано активно развиваться в тех же самых районах, что и на всем протяжении квартера (Смирнов, 2024а; Смирнов, 2024б).

Рис. 12. Карстовые останцы на общей карте типов карста Южного Урала и Предуралья (Смирнов, 2023).

Карстовая страна Восточно-Европейской равнины (I): I-A — равнинный карст в горизонтально и пологозалегающих породах Предуралья, I-B — равнинный и предгорный карст Предуралья в пологозалегающих и слабо дислокированных породах. Уральская карстовая страна (II): II-A — горный и предгорный карст в сильно дислокированных образованиях Урала, II-B — равнинный карст в складчато-глыбовых отложениях Зауралья.

Типы карста по составу карстующихся пород с обозначением их возраста: 1 — сульфатный, 2 — карбонатный, 3 — сульфатно-карбонатный, 4 — кластокарст, 5 — территории с отсутствием карстопроявлений; локальные проявления традиционных типов карста: 6 — сульфатного, 7 — карбонатного, 8 — кластокарста; проявления нетрадиционных типов карста: 9 — сульфидного, 10 — соляного, 11 — известковых туфов, 12 — в мраморах; 13 — карстовые провалы современные с фиксированным временем образования; 14 — карстовые останцы и их номера в долине р. Аургазы (1), на междуречье Тюлька–Тюба и Туз–Елга (2), на озере Тугар-Салган (3), Двенадцать апостолов (4), Баганташ (5), Кузганак (6), Чертов палец (7); границы: 15 — карстовых стран, 16 — типов карста по характеру рельефа и условиям залегания пород, 17 — субъектов РФ.

Fig. 12. Karst remnants on the general map of karst types in the Southern Urals and Cis-Urals (Smirnov, 2023).

Karst Regions. Eastern European Plain Karst Region (I): I-A — plain karst in horizontally and gently dipping rocks of the Cis-Urals, I-B — plain and foothill karst in gently dipping and slightly deformed rocks of the Cis-Urals. Ural Karst Region (II): II-A — mountain and foothill karst in strongly deformed formations of the Urals, II-B — plain karst in folded and faulted deposits of the Trans-Urals.

Karst types by rock composition and age: 1 — sulphate karst, 2 — carbonate karst, 3 — sulphate-carbonate karst, 4 — clastic karst (clastokarst), 5 — areas without karst manifestations; local manifestations of traditional karst types: 6 — sulphate karst, 7 — carbonate karst, 8 — clastokarst; manifestations of non-traditional karst types: 9 — sulphide karst, 10 — salt karst, 11 — karst in limestone tufas, 12 — karst in marbles; 13 — modern karst sinkholes with recorded formation times; 14 — karst remnants and their locations in the Aurgazy River valley (1), in the interfluve of Tyulka–Tyuba and Tuz–Yelga (2), on lake Tugar-Salgan (3), Twelve Apostles (4), Bagantash (5), Kuzganak (6), Devil's Finger (7); boundaries: 15 — karst regions, 16 — karst types based on relief characteristics and rock bedding conditions, 17 — Russian Federation administrative boundaries.

На основе анализа хода формирования рельефа региона в неоген-четвертичное время можно предположить, что заложение всех выделенных генетических типов карстовых останцов началось в раннем плейстоцене, а формирование их продолжается и в настоящее время. В Южном Предуралье вершины останцов гипсометрически соответствуют уровням средне- и верхнеплейстоценовых речных террас, а на Южном Урале они являются более древними, поскольку их вершины находятся на более высоком гипсометрическом уровне, предположительно соответствующим речным террасам раннего-среднего неоплейстоцена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Карстовые останцы Южного Урала и Предуралья представляют собой относительно редко встречающиеся в регионе положительные карстовые формы рельефа. По ведущему ЭГП, определяющему их образование они подразделены на три основные генетические типа: эрозионно-карстовые, образование которых обусловлено преимущественно деятельностью речной эрозии, карстово-денудационные, связанные с явлением разгрузки горного давления в долинах рек, и карстогенные, сформированные преимущественно карстовыми процессами в чистом виде. Карстовые останцы всех типов, из которых чаще всего встречаются эрозионно-карстовые, сформированы в гипсах и известняках. Начало образования всех выделенных типов карстовых останцов региона, предположительно, относится к раннему неоплейстоцену, и формирование их продолжается и в настоящее время.

Несомненно, что охарактеризованы далеко не все карстовые останцы Южного Урала и Предуралья, а только самые известные и примечательные. Они не менее привлекательны, чем, например, известняковые Усьвинские Столбы в Пермском крае, которые входят в состав природного парка регионального значения Пермский или известняковые скалы-одиночки Солдат и Змей-Горыныч в Кемеровской области, входящие в состав Шорского национального парка федерального значения. Между тем, ни один из охарактеризованных останцов рассматриваемого региона, не имеет на сегодня природоохранного статуса. Карстовые останцы Кузганак и Чертов палец, сформированные в карбонатных породах западного склона Южного Урала, а также останцы, образованные в гипсах Южного Предуралья в долине р. Аургазы, несомненно, заслуживают природоохранного статуса памятников природы как минимум местного или республиканского значения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено по государственной бюджетной теме FMRS-2025-0013 “Фанерозой Южного Урала и прилегающих территорий: стратиграфия, корреляция, палеонтология, основные события и геологические процессы”. Автор выражает благодарность главному специалисту ОАО “Институт Гипростроймост” В.Л. Машину за съемку исследуемых объектов по просьбе автора квадрокоптером Геоскан и любезно предоставленный фотоматериал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абдрахманов Р.Ф., Полева А.О., Дурнаева В.Н. и др. (2022) Карст Южного Урала и Предуралья, современная активность его развития. *Геологический вестник*. № 1. С. 3–22.
<https://doi.org/10.31084/2619-0087/2022-1-1>
- Борисевич Д.В. (1992) Неотектоника Урала. *Геотектоника*. № 1. С. 57–67.
- Гвоздецкий Н.А. (1972) Проблемы изучения карста и практика. М.: Изд-во Мысль. 392 с.
- Горбунова К.А. (1979) Морфология и гидрогеология гипсового карста. Учебное пособие по спецкурсу. Пермь: Изд-во Пермский ун-т. 95 с.
- Дорофеев Е.П., Лукин В.С. (1970) Природный карсто-спелеологический музей в степной Башкирии. *Пещеры*. Вып. 8–9. С. 66–71.
- Ларионов Н.Н., Бергазов И.Р., Цветкова А.А. и др. Геологическое доизучение в масштабе 1:200000 листа N-40-XXII по объекту “Авзянская площадь”. Отчет о работах за 1996–2003 гг. Башкортостанский филиал ФБУ “ТФГИ по ПФО”. Инв. № 13508.
- Максимович Г.А. (1963) Основы карстоведения. Т. I. Пермь: Пермск. кн. изд-во. 444 с.
- Мартин В.И. (2002) Типы и районирование карста Башкортостана. Карст Башкортостана. Уфа: Изд-во Информреклама. С. 133–177.
- Рождественский А.П. (1971) Новейшая тектоника и развитие рельефа Южного Приуралья. М.: Наука. 286 с.
- Сагитова Л.У. (1961) Особенности карстового ландшафта долины р. Аургазы и прилегающей к ней территории. В сб.: *Материалы VI Всеуральского совещания по вопросам географии и охраны природы Урала*. Уфа: Изд-во БФАН СССР. С. 85–88.
- Сагитова Л.У. (1965) Ландшафтные особенности района гипсового карста бассейна р. Аургазы. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. № 2. С. 91–94.
- Смирнов А.И. Отчет по изучению экзогенных геологических процессов в восточной части Республики Башкортостан за 1989–1994 гг. Уфа, 1994. Башкортостанский филиал ФБУ “ТФГИ по ПФО”. Инв. № 12693.
- Смирнов А.И. (2005) Генетические типы и формы рельефа. Атлас Республики Башкортостан. Уфа: Омская картогр. ф-ка, Роскартография. С. 65.
- Смирнов А.И. (2014) Открытый сульфатный карст Южного Предуралья. *Геологический сборник*. № 11. С. 243–248.

- Смирнов А.И. (2023) Нетрадиционные типы карста Южного Урала и Предуралья. *Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология.* № 3. С. 26–36. <https://doi.org/10.31857/S0869780923030104>
- Смирнов А.И. (2024а) Генезис озера Тугар-Салган в западных предгорьях Южного Урала. *Географический вестник.* № 3 (70). С. 6–13. <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2024-3-6-13>
- Смирнов А.И. (2024б) Экзогенные геологические процессы Республики Башкортостан и активность их развития в последнее десятилетие (2013–2023 гг.). *Геологический вестник.* № 2. С. 183–197. <https://doi.org/10.31084/2619-0087-2024-2-12>
- Смирнов А.И. (2024в) Нивально-коррозионные колодцы Южного Предуралья (особенности распространения и формирования). *Геоморфология и палеогеография.* Т. 55. № 4. С. 144–156. <https://doi.org/10.31857/S294917892404009>
- Соколов Д.С. (1962) Основные условия развития карста. М.: Госгеолтехиздат. 322 с.
- Смирнов А.И., Ткачев В.Ф. Отчет об изучении экзогенных геологических процессов в юго-западной части Башкирской АССР и на Уфимском карстовом косо-
- горе в 1982–1985 гг. Уфа, 1986. Башкортостанский филиал ФБУ “ТФГИ по ПФО”. Изв. № 11835.
- Смирнов А.И., Нагуманов Д.Г., Ткачев В.Ф. Отчет по изучению экзогенных геологических процессов (ЭГП) в северной части Башкирской АССР и составлению карты ЭГП Башкирской АССР масштаба 1:2500000 за 1985–1989 гг. Уфа, 1989. Башкортостанский филиал ФБУ “ТФГИ по ПФО”. Изв. № 12180.
- Тагирова О.В. (2007) Карстовый ландшафт долины р. Аургазы. В сб.: *Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции “Организация территории: статика, динамика, управление”*. Уфа: Изд-во Башкортостат. С. 40–42.
- Чикишев А.Г. Карст Русской равнины. М.: Наука. 194 с.
- Яковлев Г.Б., Решетников Н.Ф. Объяснительная записка к геологической карте СССР масштаба 1:2000000, 1962 г. Лист N-40-XXII, серия Южно-Уральская. Башкортостанский филиал ФБУ “ТФГИ по ПФО”. Изв. № 6037.
- Яхимович В.Л. (1971) Этапы геологического развития Башкирского Предуралья в неогене. Стратиграфия неогена востока Европейской части СССР. М.: Недра. С. 45–64.

KARST REMNANTS OF THE SOUTHERN URALS AND CIS-URALS¹

A. I. Smirnov^{a, #}

^a Institute of Geology, UB RAS, Ufa, Russia

E-mail: smalil@mail.ru

Based on the literature data and results of field research, the locations of karst remnants, the type and age of karsting rocks they formed in, as well as the morphology and morphometry of the remnants were determined. In the Southern Cis-Urals, the remnants were formed in gypsum of the Kungurian stage on the Pribelskaya plain and in the western foothills of the Southern Urals, as well as in limestones of the Sakmarian and Artinskian stages on the Ufa plateau. In the Southern Urals, they were formed in limestones and dolomites of the Upper Devonian and Early Riphean within the low-mountain ridges of the western slope. In the Southern Cis-Urals, karst remnants are represented by hills, ridges and outcrops of bedrock rising above the flattened surrounding terrain, and in the Southern Urals, they are isolated low mountains and pillars. The sizes of the remnants are small – a few tens of meters. In the Southern Urals, their sizes are larger than in the flat Cis-Urals, which is due to the higher hypsometric position of their locations and the formation of remnants in carbonate rocks that are more resistant to the effects of denudation agents than in sulfate rocks. Based on the analysis of the geological and geomorphological conditions of the locations of karst remnants and the leading exogenous geological process that determines their formation, all the characterized remnants are divided into three main types: erosion-karst, the formation of which is mainly due to the activity of river erosion, karst-denudation, associated with the phenomenon of unloading rock pressure in river valleys and karstogenic, formed in the bottoms of karst basins of collapse genesis. The most numerous remnants are erosion-karst, and the least common are karstogenic. The formation of karst remnants in the region presumably began in the Early Pleistocene, the formation of which continues at the present time.

Keywords: genetic types of remnants; Babaytash; Bagantash; Twelve Apostles; Kuzganak; Tugar-Salgan; Devil's Finger

¹ For citation: Smirnov A.I. (2025) Karst remnants of the Southern Urals and Cis-Urals. *Geomorfologiya i Paleogeografiya.* Vol. 56. No. 3. P. 382–396 (in Russ). <https://doi.org/10.31857/S2949178925030033>

ACKNOWLEDGMENTS

The study was carried out within the framework of the State budget theme FMRS-2025-0013. "Phanerozoic of the Southern Urals and adjacent territories: stratigraphy, correlation, paleontology, main events and geological processes". The author would like to thank V.L. Mashin, Chief Specialist of JSC "Giprostroimost Institute" for surveying the investigated objects at the author's request by Geoscan quadrocopter and kindly provided photo material.

REFERENCES

- Abdrakhmanov R.F., Poleva A.O., Durnaeva V.N. et. al (2022) Karst of the Southern Urals and the Pre-Urals, the modern activity of its development. *Geologicheskii vestnik*. No. 1. P. 3–22 (in Russ).
<https://doi.org/10.31084/2619-0087/2022-1-1>
- Borisevich D.V. (1992) Neotectonics of the Urals. *Geotektonika*. No. 1. P. 57–67 (in Russ).
- Gvozdetskii N.A. (1972) Problems of karst studies and practice. Moscow: Mysl' (Publ.). 392 p (in Russ).
- Gorbunova K.A. (1979) Morphology and hydrogeology of gypsum karst. Study guide for a special course. Perm': Permskii un-t (Publ.). 95 p (in Russ).
- Dorofeev E.P., Lukin V.S. (1970) Natural karst and speleological museum in the steppe of Bashkiria. *Peshchery*. Iss. 8–9. P. 66–71 (in Russ).
- Larionov N.N., Bergazov I.R., Cvetkova A.A. i dr. Additional geological study at a scale of 1:200000 sheet N-40-XXII on the object "Avzyanskaya area". Otchet o rabotakh za 1996–2003 gg. Bashkortostanskii filial FBU ("TFGI po PFO"). Inv. No. 13508.
- Maksimovich G.A. (1963) Fundamentals of Karstology. T. I. (Fundamentals of Karstology. Vol. I.). Perm': Permsk. kn. izd-vo (Publ.). 444 p (in Russ).
- Martin V.I. (2002) Types and zoning of karst in Bashkortostan. Karst of Bashkortostan. Ufa: Informreklama (Publ.). P. 133–177 (in Russ).
- Rozhdestvenskii A.P. (1971) Recent tectonics and relief development of the Southern Urals. Moscow: Nauka (Publ.). 286 p (in Russ).
- Sagitova L.U. (1961) Features of the karst landscape of the Aurgazy River valley and the adjacent territory. In: *Materialy VI Vseuralskogo soveshchaniya po voprosam geografii i okhrany prirody Urala*. Ufa: BFAN SSSR (Publ.). P. 85–88 (in Russ).
- Sagitova L.U. (1965) Landscape features of the gypsum karst region of the Aurgazy river basin. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. No. 2. P. 91–94 (in Russ).
- Smirnov A.I. Report on the study of exogenous geological processes in the eastern part of the Republic of Bashkortostan for 1989–1994. Ufa, 1994. Bashkortostanskii filial FBU ("TFGI po PFO"). Inv. No. 12693.
- Smirnov A.I. (2005) Genetic types and forms of relief. Atlas of the Republic of Bashkortostan. Ufa: Omskaya kartogr. f-ka, Roskartografiya (Publ.). P. 65 (in Russ).
- Smirnov A.I. (2014.) Open sulfate karst of the Southern Urals. *Geologicheskii sbornik*. No. 11. P. 243–248 (in Russ).
- Smirnov A.I. (2023) Unconventional types of karsts in the Southern Urals and the Cis-Urals. *Geoekhologiya. Inzheernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya*. No. 3. P. 26–36 (in Russ).
<https://doi.org/10.31857/S0869780923030104>
- Smirnov A.I. (2024a) Genesis of Lake Tugar-Salgan in the Western Foothills of the Southern Urals. *Geograficheskii vestnik*. No. 3 (70). P. 6–13 (in Russ).
<https://doi.org/10.17072/2079-7877-2024-3-6-13>
- Smirnov A.I. (2024b) Exogenous geological processes of the Republic of Bashkortostan and the activity of their development in the last decade (2013–2023). *Geologicheskii vestnik*. No. 2. P. 183–197 (in Russ)
<https://doi.org/10.31084/2619-0087-2024-2-12>
- Smirnov A.I. (2024c) Nival-corrosive wells of the Southern Cis-Ural (features of distribution and formation). *Geomorfologiya i Paleogeografiya*. Vol. 55. No. 4. P. 144–156 (in Russ).
<https://doi.org/10.31857/S2949178924040095>
- Smirnov A.I., Tkachev V.F. (1986). Report on the study of exogenous geological processes in the southwestern part of the Bashkir ASSR and on the Ufa karst slope in 1982–1985. Ufa. Bashkortostanskii filial FBU ("TFGI po PFO"). Inv. No. 11835.
- Smirnov A.I., Nagumanov D.G., Tkachev V.F. (1989) Report on the study of exogenous geological processes in the southwestern part of the Bashkir ASSR and on the Ufa karst slope in 1982–1985. Ufa. Bashkortostanskii filial FBU ("TFGI po PFO"). Inv. No. 12180.
- Sokolov D.S. (1962) Basic conditions for the development of karst. Moscow: Gosgeoltekhnizdat (Publ.). 322 p.
- Tagirova O.V. (2007) Karst landscape of the Aurgazy River Valley. In: *Materialy IV Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Organizatsiya territorii: statika, dinamika, upravlenie"*. Ufa: Bashkortostat (Publ.). P. 40–42 (in Russ).
- Chikishev A.G. Karst of the Russian Plain. Moscow: Nauka (Publ.). 194 p (in Russ).
- Yakhimovich V.L. (1971) Stages of geological development of the Bashkir Pre-Urals in the Neogene. Neogene stratigraphy of the eastern European part of the USSR. Moscow: Nedra (Publ.). P. 45–64 (in Russ).
- Yakovlev G.B., Reshetnikov N.F. (1962). Explanatory note to the geological map of the USSR, scale 1:200000. Sheet N-40-XXII, South Ural series. Bashkortostanskii filial FBU ("TFGI po PFO"). Inv. No. 6037.