

# ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

## КАРСТ АУРГАЗИНСКОГО РАЙОНА В ЮЖНОМ ПРЕДУРАЛЬЕ

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2020.2.51.133](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2020.2.51.133)

**Смирнов Александр Ильич**

кандидат геол.-минерал. наук

старший научный сотрудник

Институт геологии

Уфимского федерального исследовательского

Центра Российской академии наук

г. Уфа

**Аглетдинова Эльвина Рауфовна**

магистрант второго года обучения

Башкирский государственный

аграрный университет

г. Уфа

## KARST AURGAZINSKY DISTRICT IN THE SOUTH URAL

**Smirnov Alexandr**

candidate of geological and mineralogical sciences

Senior Researcher

Institute of Geology Ufa Federal Research Centre

of the Russian Academy of Sciences, Ufa

**Agletdinova Elvina**

undergraduate 2 year of study

Bashkir State Agrarian University, Ufa

### Аннотация

Приведена характеристика сульфатного карста Аургазинского муниципального района Республики Башкортостан в Южном Предуралье с целью оценки его воздействия на населенные пункты на основе закономерностей распространения карстопроявлений. Определены типы карста по степени перекрытости карстующихся гипсов кунгурского яруса нижней перми некарстующими отложениями. Установлены площади их распространения и закономерности развития карстовых форм в зоне активного водообмена подземных вод, которые обусловлены структурно-текстурными особенностями карстующихся гипсов, характером их залегания, составом и мощностью перекрывающих гипсы отложений. Произведена оценка современной активности развития сульфатного карста и степень его воздействия на населенные пункты Аургазинского района.

### Abstract

The characteristic of karst occurrences of sulfate karst of the Aurgazinsky municipal region of the Republic of Bashkortostan in the South Cis-Urals is presented with the aim of establishing patterns of their distribution and development. The types of karst are determined by the degree of overlap of karst gypsum of the Kungurian stage of the Lower Perm with non-karst sediments. The areas of their distribution and patterns of development of karst forms in the zone of active groundwater exchange have been established, which are due to the structural and texture features of karst gypsum, the nature of their occurrence, the composition and thickness of the deposits covering the gypsum made. The assessment of the current activity of the development of sulfate karst and the degree of its impact on the settlements of Aurgazinsky district is made.

**Ключевые слова:** Аургазинский муниципальный район Республики Башкортостан, Южное Предуралье, сульфатный карст, типы карста по степени перекрытости карстующихся пород некарстующимися, Ахмеровский провал, коррозионно-эрозийные колодцы.

**Key words:** Aurgazinsky municipal district of the Republic of Bashkortostan, Southern Cis-Urals, sulfate karst, types of karst by degree

### Введение

Аургазинский муниципальный район Республики Башкортостан (РБ) располагающийся в восточной части Южного Предуралья – классический регион развития сульфатного карста, где распространены практически все известные формы его проявления как поверхностные, так и подземные. На территории района распространены

самые разнообразные по форме и размерам карстовые формы. Ведущие карстоведы Пермской школы – Е.П. Дорофеев и В.С. Лукин, посетившие долину р. Аургазы в центральной части района из-за многочисленности и разнообразия карстовых форм, назвали участок нижнего течения реки даже природным карстово-спелеологическим музеем [1].

В современной схеме типизации сульфатного карста Южного Предуралья [5] территория Аургазинского района относится к карстовой стране Восточно-Европейской равнины и занимает центральную часть Рязано-Охлебнинского вала в Южном Предуралье на Урщак-Бельском междуречье.

Изученность карста Южного Предуралья достаточно хорошая между тем, сводные данные по карсту территории муниципального Аургазинского района Башкортостана приводятся впервые.

**Исходные данные**

Исходными данными для характеристики карста Аургазинского района послужили производственные геологические отчеты ПГО «Башкиргеология» по гидрогеологической съемке (Верзаков М.С., Верзакова М.В., 1963 г. – лист N-40-XV; Верзаков М.С., Постникова Л.М., 1964 г. – лист N-40-XXI; Андрианов Г.М., Игонин В.Е., 1968 г. – лист N-40-XX; Хузин М.М., Гумеров А.Г., 1970 г. – лист N-40-XIV) и изучению экзогенных геологических процессов, в том числе карста (Смирнов, Ткачев, 1986 г.), а также собственные исследования авторов 2018-2019 гг.

**Типы карста**

По составу карстующихся пород на территории Аургазинского района развит

сульфатный карст в гипсах кунгурского яруса нижней перми. Гипсы лагунно-морского происхождения – как слоистые (от плитчатых до толстослоистых), так и массивные; как срыто-, так и крупнокристаллические, чаще всего светло-серые и белые. Они обладают большой растворимостью, которая в дистиллированной воде при температуре 25°С достигает 2,1 г [8].

В соответствии с характером физико-географических условий и интенсивностью увлажнения территории по условиям питания подземных вод (соотношение количества атмосферных осадков и испарения) сульфатный карст Аургазинского района развивается в обстановке умеренного увлажнения [2]. По условиям залегания карстующихся пород и характеру рельефа он относится к равнинному карсту в горизонтально и пологозалегающих породах [5]. По степени перекрытости карстующихся гипсов некарстующимися породами в районе распространены открытый (голый), покрытый, перекрытый (камский) и закрытый (русский) типы (классы по В.И. Мартину [2]) карста (рис. 1).

**Открытый** (голый или средиземноморский) сульфатный карст наибольшее развитие получил по правобережью рек Аургазы и Уzenь.

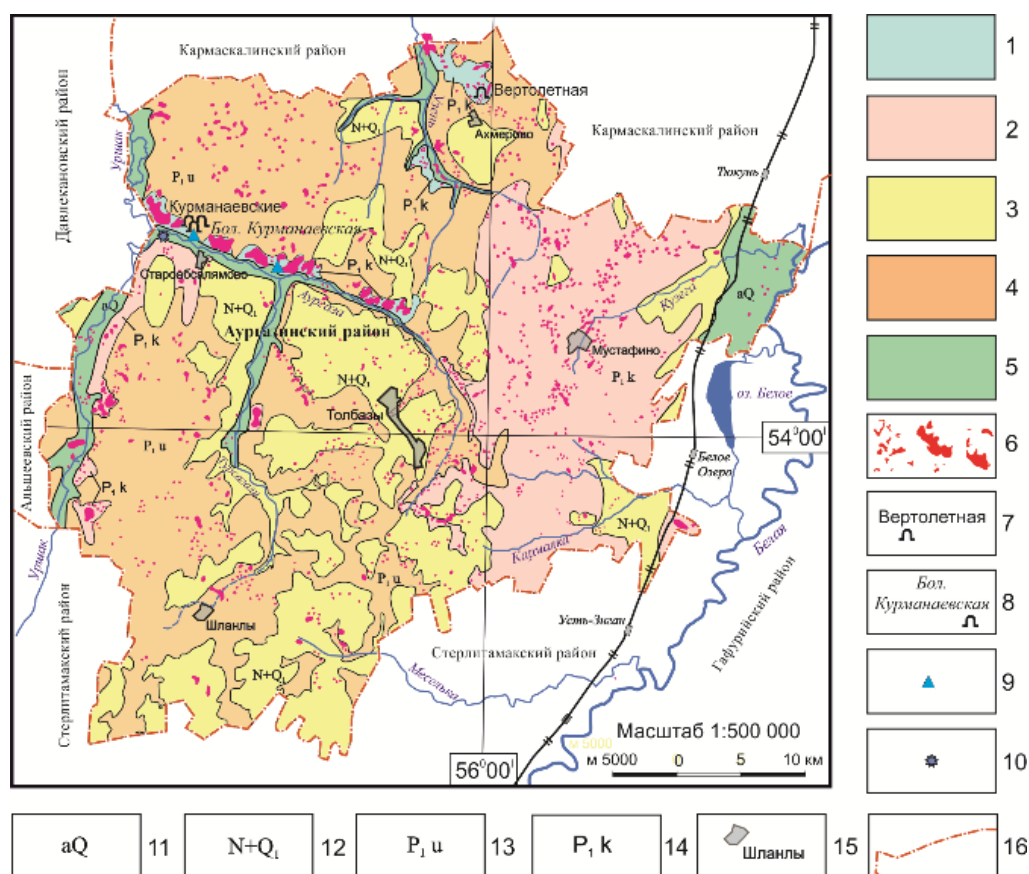


Рис. 1. Типы сульфатного карста Аургазинского района по степени перекрытости карстующихся пород некарстующимися [по 5]

1. Открытый (голый) – на площадях выхода карстующихся пород на поверхность или под почвенно-растительным слоем, с участками прикрытого. 2. Прикрытый – под маломощным

покровом элювиально-делювиальных современных образований, с поровой водопроницаемостью. 3. Покрытый – под плиоцен-плейстоценовыми рыхлыми слабопроницаемыми элювиально-

делювиальными и морскими отложениями. 4. Закрытый (русский) – под скальными и полускальными преимущественно нерастворимыми палеозойскими породами с трещинной водопроницаемостью. 5. Перекрытый (камский) – под аллювиальными водопроницаемыми по порам отложениями долин рек. 6. Карстовые поля и отдельные карстовые воронки. 7. Карстовые пещеры. 8. Карстовые пещеры – памятники природы. 9. Высокодебитные (более 50 л/с) карстовые родники. 10. Карстовые останцы. Геологические индексы: 11 – плейстоцен, 12 – неоген и нижней плейстоцен объединенные, 13 – уфимский ярус нижней перми, 14 – кунгурский ярус нижней перми. 15. Территория населенных пунктов. 16. Границы муниципальных районов.

На этих участках карстующиеся гипсы кунгура выведены на поверхность в придолинных частях водораздельных пространств, вдоль крутых нередко обрывистых склонов долин рек. Пораженность территории карстовыми формами рельефа на них достигает 50%, а их плотность – 400 шт. на 1 км<sup>2</sup> [4].

Наиболее представительны формы открытого карста распространены по правобережью р. Аургазы на ее отрезке между селами Курманаево и Султанмуратово. Сводный обнаженный разрез гипсов кунгура здесь представлен (сверху вниз) [по 4]:

1. Гипсы серые, темно-серые очень тонкослоистые. Видимой мощностью до 3 м.
2. Гипсы в верхней части белые, «сахаровидные», массивные, в нижней – серые, темно серые, прослоями – белые, «желваковые». Трещиноваты, преобладают секущие вертикальные или крутонаклонные трещины. Мощность 14 м.

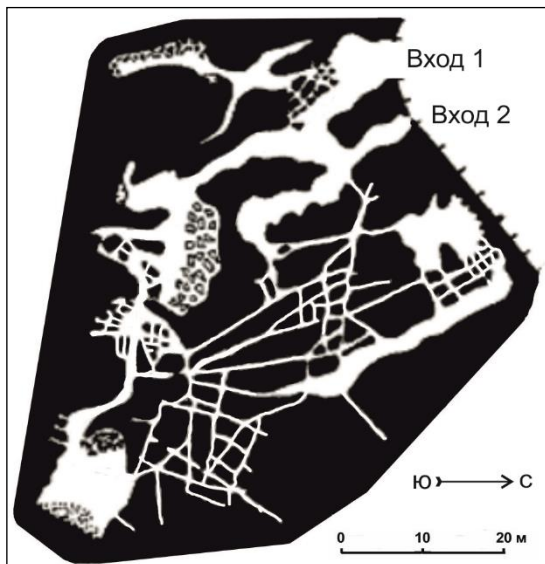


Рис. 2. План пещеры Бол. Курманаевской [1]

Пещера – горизонтальная, наиболее активное ее формирование происходило в верхнеплейстоценовое время. Объем пещеры составляет 1530 м<sup>3</sup>, глубина – 2 м, амплитуда – 3 м,

3. Мергель серый с кремовым оттенком, тонкослоистый. Мощность 0-0,5 м.

4. Гипсы серые, светло-серые, мелко- и среднекристаллические, тонкослоистые, крепкие, трещиноватые. Трещины напластования и редкие внутрислойные. Мощность 2,7-3,0 м.

5. Гипсы светло-серые, серые, мелко- и среднекристаллические, массивные и пloidчатые, плотные. Видимая мощность 5 м.

Из всех разновидностей гипсов наибольшей растворимостью обладают чистые по составу «сахаровидные» и «желваковые» их разновидности.

На правом склоне долины р. Аургазы сформирован комплекс карстовых пещер, известных еще с 1770 года, благодаря их описанию выдающегося естествоиспытателя, академика Российской Академии Наук И.И. Лепехина.

Самой крупной пещерой здесь является пещера Бол. Курманаевская, которая заложена в самой нижней части правого склона долины р. Аургазы, на восточной окраине д. Курманаево [6]. Постановлением Совета Министров Башкирской АССР от 17.08.1965 № 465 пещера объявлена памятником природы (профиль: геологический, геоморфологический, спелеологический).

Пещера заложена в белых, «сахаровидных» гипсах с прослоями «желваковых» разновидностей слоя 2 и представляет собой лабиринт узких и невысоких ходов, разделенных небольшими целиками. Пещера имеет два входа (шириной 5 м и 0,7 м, высотой 2 м и 0,8 м соответственно), которые расположены в 4-5 м друг от друга в провальной воронке с превышением 8 м над уровнем воды в р. Аургазы (рис. 2, 3). В пещере встречаются прозрачные кристаллы гипса, а вторичные натечные образования практически отсутствуют.



Рис. 3. Вход в пещеру Бол. Курманаевская (фото А. Смирнова)

а суммарная протяженность ее ходов пещеры – 850 м [7]. При этом, основная часть их заложена по системе региональных трещин: СЗ 340° и СВ 20° [6].

В нижнем течении р. Аургазы задокументирован ряд и более мелких пещер (около 10 шт.), наиболее значительными из которых являются пещеры Мал. Курманаевская (Курманаевская 2) и Курманаевская 3 длиной 157 и 100 м соответственно.

Самой протяженной карстовой пещерой Аургазинского района в гипсах, а также всего

Башкортостана и Южного Предуралья на сегодня является пещера Вертолетная (см. рис. 1). Вход в нее находится в основании южного борта Ахмеровского провала в придолинной части р. Сарьелга (правый приток р. Узень), поперечник которого составляет 80 м, глубина 20 м (рис. 4 и 5) [6].

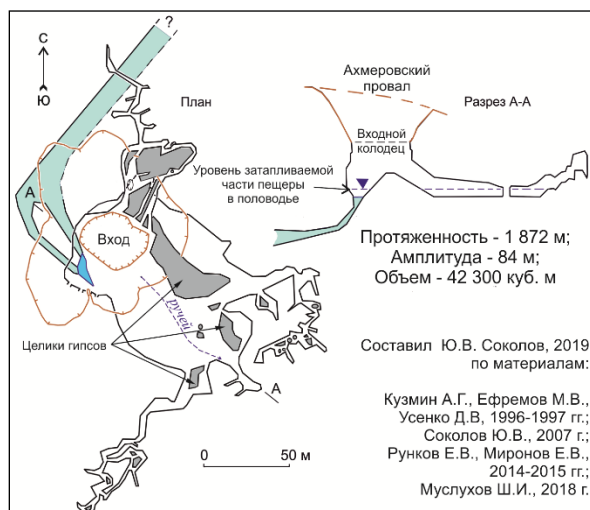


Рис. 4. План и разрез Ахмеровского провала (пещера Вертолетная)



Рис. 5. Ахмеровский провал. Ледяные сталактиты и сталагмиты в пещере (фото Ю. Соколова и А Трубникова)

Пещера заложена в светло-серых массивных гипсах кунгурского яруса и состоит из двух основных параллельных пологонаклонных галерей юго-восточной ориентации, длиной до 100 м, шириной до 40 м и высотой до 6 м. Зимой и ранней весной пещера богата разнообразными ледяными образованиями. В период интенсивного снеготаяния пещера затапливается. Максимальный уровень воды поднимается в это время до 4 м от пола (см. рис. 4).

В долинах рек района имеются также высокодебитные (до 80 дм<sup>3</sup>/с) сосредоточенные карстовые родники. Как правило, они приурочены к подножьям склонов долин-дрен и выходят из толщи гипсов кунгурского яруса с превышением 0,2-0,5 м над урезами рек.

Дефицит насыщения воды сульфатом кальция карстовых родников составляет всего 25-30 мг/дм<sup>3</sup>, при общей минерализации 2,21-2,25 мг/дм<sup>3</sup> и сульфатно-кальциевом составе. То есть, вода в них близки к насыщению сульфатом кальция и не являются агрессивными к карстующимся гипсам [4].

Поверхностные проявления карста в условиях открытого сульфатного карста представлены котловинами и воронками различных форм и размеров, а также колодцами.

Морфология воронок и котловин самая разнообразная. Глубина их достигает 20 м при поперечнике до 100 м. При этом установлена прямая зависимость глубины воронок и котловин, а также их и размеров от степени приподнятости кровли карстующихся гипсов над днищами долин-дрен [5]. То есть, карст захватывает гипсовую толщу тем глубже, чем выше она приподнята над ближайшей долиной-дреной, что предопределяет формирование в ней более мощной зоны активного водообмена карстовых вод, следовательно, и более интенсивное развитие карста.

Наиболее примечательными и многочисленными карстовыми формами открытого карста в районе являются колодцы, которые приурочены исключительно к белым «сахаровидным», чистым по составу гипсам при условии выхода их на поверхность. При перекрытии их токослоистыми гипсами слоя 1 они встречаются крайне редко.

По генезису колодцы являются коррозионно-эрозийными. Глубина их относительно стабильна, составляет 8-12 м и контролируется мощностью «сахаровидных» гипсов. Поперечник их с поверхности – 2-7 м и 2-3 м – в средней части. Дно колодцев чаще всего плоское, сформированное по кровле нижележащих тонкослоистых и крепких гипсов (слой 4, см. выше) с щелевидными

понорами, направленными в сторону р. Аургазы. Отвесные стенки колодцев изрезаны вертикальными эрозионно-коррозионными желобами и бороздами и представляют собой типичные карры. Встречаемость колодцев



Рис. 6. Карстовые поля с колодцами в районе д. Султанмуратово (космоснимок)

Подобные коррозионно-эрозионные колодцы в Южном Предуралье имеются только в нижнем течении р. Селеук по ее правобережью, а в других его районах они практически не встречаются [4].

**Прикрытый** сульфатный карст в Аургазинском районе распространен в восточной его части и развит в условиях прикрытости карстующихся гипсов маломощным (до 10 м) чехлом нелитифицированных элювиально-делювиальных образований.

Подземные карстовые формы непосредственно доступные для исследования в границах распространения прикрытого карста отсутствуют. Поверхностные проявления карста представлены в основном воронками, для которых характерны сглаженные очертания, незначительная глубина (не более 10 м) и небольшой поперечник (менее 50-70 м). Воронки не образуют обширных карстовых полей, как на участках развития открытого карста и распространены по площади относительно равномерно.

Пораженность территории поверхностными карстопроявлениями не превышает 3% при не более 3-4 воронок на 1 км<sup>2</sup>.

Плейстоценовый элювио-делювий сглаживает первоначально эродированную поверхность карстующихся гипсов кунгура и встречаемость поверхностных проявлений карста равномерно уменьшается с севера на юг вслед за увеличением в этом направлении его мощности. При мощности элювиально-делювиальных образований более 15 м карстовые формы рельефа на площадях развития прикрытого карста отсутствуют.

**Перекрытый** (подаллювиальный или камский) тип карста на территории района развит локально по днищам долин рек под аллювиальными плейстоценовыми образованиями, залегающими над неогеновыми и уфимскими отложениями.

настолько частая, что образованные ими карстовые поля напоминают визуально с поверхности на аэро- и космоснимках пчелиные соты и часто соседние колодцы отделены друг от друга узкими перемычками (рис. 4 и 5).



Рис. 7. Карстовый колодец (фото А. Смирнова)

Формы его проявления на поверхности представлены одиночными блюдцеобразными воронками.

**Покрытый** сульфатный карст выделяется в Аургазинском районе в границах развития рыхлых неогеновых и нижнеплейстоценовых отложений, представленных преимущественно слабо водопроницаемыми суглинками и глинами с прослоями песков и галечников в нижней части разреза.

Встречаемость проявлений карста на площадях распространения прикрытого карста в Аургазинском районе минимальна, что характерно и для всего Южного Предуралья. Карстовые формы представлены в основном блюдцеобразными воронками и западинами поперечником не более 30-50 м, глубина которых, как правило, не превышает 5 м.

Пораженность территории поверхностными карстопроявлениями менее 1% при не более 3-4 воронок на 1 км<sup>2</sup>.

**Закрытый** (русский) сульфатный карст развивается в гипсах кунгура под терригенно-карбонатными скальными и полускальными породами уфимского яруса нижнепермской системы с трещинной водопроницаемостью. Этот тип карста распространен в западной части Аургазинского района.

Для распространения карстовых форм рельефа на площадях развития закрытого карста, как и для прикрытого карста, характерно уменьшение их встречаемости с севера на юг в соответствии с погружением в этом направлении кровли гипсов и увеличением мощности уфимских отложений.

Пещеры в районах развития закрытого карста не известны, а поверхностные его проявления представлены воронками различной формы (блюдце-, чаше- и котлообразными) глубиной до 15

(редко до 20) м и поперечником до 50-60 м. Карстовые поля на площадях развития закрытого карста формируются над локальными поднятия кровли гипсов.

Пораженность площадей развития карста в среднем составляет 3-5% при 3-5 воронки, приходящейся на 1 км<sup>2</sup>.

#### Современная активность развития карста

Мониторинг карстового процесса, направленный на определение активности его развития, на территории Аургазинского района не организован и не ведется. В связи с этим, современная активность его развития может быть оценена только на основе зафиксированных форм его проявлений.

Наиболее представительным показателем современной активности развития карста являются его проявления на поверхности в виде карстовых провалов, которые не остаются незамеченными местным населением и фиксируются при обращении в администрацию района и обследуются специалистами соответствующего профиля.

За последние 60 лет на территории Аургазинского района достоверно зафиксировано образование семи карстовых провалов. Все они образовались в пределах населенных пунктов или в непосредственной близости от них: с. Толбазы (дата образования – 11.01.1985), Турумбет (год образования – 1984 г.), дд. Курманаево (год образования – 1963 г. и 1964 г.), Таштамак (год образования – 1964 г.), Шеверли (год образования – 1965 г.), Мурадым (дата образования – 04.05.2001). Размеры их невелики и не превышают обычно 15 м при глубине до 10 м.

Четыре из шести провалов возникло в условиях развития закрытого карста (с. Турумбет, дд. Таштамак, Шеверли, Мурадым), два – в условиях развития открытого карста (д. Курманаево) и один (с. Толбазы) – в пределах распространения покрытого карста. Последний представлял собой присадочную воронку размером 45x30 м при глубине всего 2,5 м. В границах же развития закрытого карста провалы котлообразной или кувшинообразной формы, а глубина их достигает 12,5 м

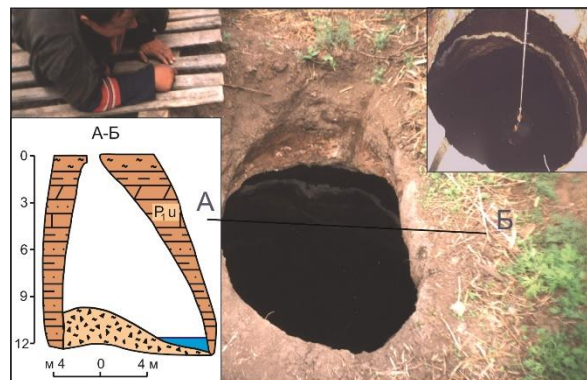


Рис. 8. Карстовый провал в д. Мурадым.

Фото и разрез А. Смирнова

Наиболее примечательным провалом с фиксированной датой образования является провал в д. Мурадым во дворе жилого дома № 21 по ул. Салавата.

В геоморфологическом отношении провал образовался на правом склоне долины руч. Белый ключ (правый приток р. Уршак) с абсолютной отметкой 165 м. Провал кувшинообразный, диаметром ~ 1 м и эллипсовидным дном 8x12 м, глубиной 9,5-12,5 м. В бортах провала обнажаются терригенно-карбонатные отложения уфимского яруса (рис. 8).

Несомненно, приведенными данными по карстовым провалам с фиксированным временем образования не ограничиваются все сведения по современным проявлениям карста. Между тем, они свидетельствуют об активном его развитии в настоящее время с большей частотой образования в условиях закрытого карста.

#### Оценка воздействия карста на населенные пункты

На 01.01.2020 на территории Аургазинского района расположено 137 сельских населенных пунктов.

Исходя из распространения типов карста по территории Аургазинского района, частоты встречаемости поверхностных его проявлений и образования современных карстовых провалов, воздействие карста на населенные пункты можно оценить следующим образом.

В зоне воздействия карста расположено 6 населенных пунктов, в пределах которых по аэро- и космоснимкам нами отмечены поверхностные карстопроявления непосредственно в пределах их селитебных зон и зафиксировано образование современных карстовых провалов. Это населенные пункты: сс. Толбазы, Турумбет; дд. Ахмерово, Курманаево, Мурадым, Шеверли.

В зоне возможного воздействия карста по геолого-геоморфологическим и гидрогеологическим условиям, а также наличию в районе расположения населенных пунктов и на их окраинах карстопроявлений расположено 15

населенных пунктов. Это: сс. Ишлы, Бишкаин; дд. Андреевка, Балыклыкуль, Волково, Наумкино, Красный Восток, Культура, Кшанны, Марс, Надеждино, Новые Карамалы, Новый Кальчир, Субхангулово.

Таким образом, на территории Аургазинского района в зоне воздействия или возможного воздействия карста расположен 21 населенный пункт.

Существенного отрицательного воздействия в вышеперечисленных населенных пунктах карст не оказал. Лишь в д. Курманаево вследствие образования провала был разрушен сарай во дворе частного дома. В то же время, карст препятствует хозяйственному освоению территории населенных пунктов и осложняет разработку планирования их генеральных схем расширения. Кроме того, при сооружении в них новых социально-экономических объектов в пределах площадок строительства обязательными являются специальные карстологические исследования в соответствии с республиканскими строительными нормами инженерно-геологических изысканий на закарстованных территориях.

#### **Заключение**

На территории Аургазинского района распространен сульфатный карст. Он развивается в гипсах кунгурского яруса нижней перми в условиях их выхода на дневную поверхность (открытый карст) или залегания под аллювиальными плейстоценовыми образованиями (перекрытый карст), неогеновыми морскими и плиоцен-нижнеплейстценовыми элювиально-деллювиальными и отложениями (покрытый карст), а также под терригенно-карбонатными нижнепермскими уфимскими породами (закрытый карст). Частота встречаемости карстовых форм обусловлена структурно-текстурными особенностями карстующихся гипсов, характером их залегания, составом и мощностью перекрывающих гипсы отложений.

В настоящее время карст на территории района активен, о чем свидетельствует образование новых провалов. Наиболее значительные из них возникают в условиях закрытого карста, где они и наиболее часты.

Установлено, что не менее 15% населенных пунктов района расположено в зоне воздействия или в зоне возможного воздействия карста.

Работа выполнена по теме «Опасные геологические процессы на Южном Урале и Предуралье» № 0246-2019-0086.

#### **Литература:**

1. Дорофеев Е.П., Лукин В.С. Природный карстово-спелеологический музей в степной Башкирии // Пещеры. – Пермь, 1970. Вып. 8-9. С. 66-71.
2. Мартин В.И. Типы и районирование карста Башкортостана // Абдрахманов Р.Ф. и др. Карст Башкортостана. – Уфа: Информреклама.2002. С. 133-176.
3. Смирнов А.И. Аномально крупные карстовые провалы Южного Урала и Предуралья // Геологический сборник №10. Информационные материалы Уфа: ИГ УНЦ РАН. 2013. С.50-56.
4. Смирнов А.И. Открытый сульфатный карст Южного Предуралья // Геологический сборник, 2014. № 11. С. 243-248.
5. Смирнов, А.И. Карта сульфатного карста Южного Предуралья (содержание, принципы и методика построения) // Инженерная геология. 2018. Том XIII, № 1–2, С. 86-94.
6. Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Карст и спелеология // Абдрахманов Р.Ф. и др. Карст Башкортостана. – Уфа, 2002. – С. 301-340.
7. Соколов Ю.В. Курманаевская пещера // Башкирская энциклопедия. Т.3: З-К. – Уфа: Башкирская энциклопедия, 2007. – С. 614.
8. Соколов Д.С. Основные условия развития карста. М.: Госгеолтехиздат, 1962. 322 с.