

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ОПАСНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ В 2022 ГОДУ

¹Красильников П.А., ¹Аброскин О.Д., ¹Красильникова С.А.,
²Ашихмин С.Г., ²Батракова Г.М., ³Тагильцев С.Н.

¹ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
Пермь, e-mail: chisp07@gmail.com;

²ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь;
³ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», Екатеринбург

Аннотация. Экзогенные геологические процессы на территории Пермского края имеют широкое развитие. В этом перечне карст занимает особое положение, так как этот процесс широко распространен и, кроме того, может служить катализатором сопутствующих опасных геологических процессов. В связи с чем под руководством министерства природных ресурсов Пермского края выполняется работа по оценке проявлений опасных геологических процессов в пределах урбанизированных закарстованных территорий региона. Целью задачи исследования является комплекс полевых и камеральных работ, позволяющий оценить последствия опасных геологических процессов на закарстованных территориях Пермского края для принятия соответствующих управленческих решений по минимизации негативного воздействия на объекты инфраструктуры и обеспечения безопасности населения в дальнейшем. Результаты этой работы за 2022 г. представлены в этой статье. Проводилось визуальное обследование форм проявлений опасных геологических и техногенных процессов. Осуществлялась фотофиксация проявлений опасных процессов с использованием современных цифровых фотоаппаратов. Пространственная привязка мест проявления опасных процессов осуществлялась с использованием GPS-приемников. Фиксация морфометрических характеристик объектов осуществлялась с помощью измерительной рулонной ленты и лазерного дальномера. Анализ количества происшествий в разрезе муниципальных и городских округов Пермского края показал, что больше всего событий приурочено к г. Кунгуру и Кунгурскому муниципальному округу.

Ключевые слова: опасные геологические процессы, провалы, карст, мониторинг геологических рисков, Пермский край

RESULTS OF MONITORING OF DANGEROUS ENGINEERING-GEOLOGICAL PROCESSES ON THE TERRITORY OF PERM KRAI IN 2022

¹Krasilnikov P.A., ¹Abroskin O.D., ¹Krasilnikova S.A.,
²Ashikhmin S.G., ²Batrakova G.M., ³Tagiltsev S.N.

¹Perm State National Research University, Perm, e-mail: chisp07@gmail.com;

²Perm National Research Polytechnic University, Perm;

³Ural State Mining University, Yekaterinburg

Annotation. Exogenous geological processes on the territory of Perm Krai have a wide development. Karst occupies a special position in this list, as this process is widespread and, in addition, can serve as a catalyst for associated hazardous geological processes. In this connection, under the guidance of the Ministry of Natural Resources of Perm Krai the work on assessment of manifestations of dangerous geological processes within the urbanized karst territories of the region is carried out. The target task of the study is a set of field and desktop works, allowing to assess the consequences of hazardous geological processes in the karst territories of Perm Krai to make appropriate management decisions to minimize the negative impact on infrastructure facilities and ensure the safety of the population in the future. The results of this work for 2023 are presented in the article. Analysis of the number of incidents by municipalities and urban districts of Perm Krai showed that most of the events were confined to the Kungur city and the Kungur municipal district.

Keywords: dangerous geological processes, failures, karst, monitoring geological risks, Perm kra

Экзогенные геологические процессы (ЭГП) на территории Пермского края имеют широкое развитие. Существует много классификаций геодинамических, геологических процессов и физико-геологических явлений, интересующих инженерную геологию. На основе наиболее распространенных классификаций Ф.П. Саваренского

(1937) и Е.М. Сергеева (1978) и учитывая специфику региона, можно выделить природные ЭГП, имеющие наибольшее распространение: ЭГП климатического и ветрового характера (выветривание, эоловые процессы); ЭГП геоморфологического (гравитационного) характера (осыпи, обвалы, курумы, оползни, солифлюкция, лавины);

ЭГП, связанные с действием преимущественно подземных вод (карст, суффозия, заболачивание); ЭГП, связанные с эродирующим действием поверхностных вод (речная, склоновая и овражная эрозии); ЭГП побережий камских водохранилищ (переработка берегов).

В этом перечне карст занимает особое положение, так как этот процесс широко распространен и, кроме того, может служить катализатором сопутствующих опасных геологических процессов. Карстом Пермского края занимались многие авторы [1, 2]. В связи с чем Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края с 2016 г., с привлечением подрядных организаций, осуществляет мониторинг проявлений опасных геологических процессов с выдачей рекомендаций по принятию необходимых мер для минимизации негативного воздействия.

Цель исследования – оценка проявлений опасных геологических процессов на закарстованных территориях Пермского края.

Материалы и методы исследования

Проводилось визуальное обследование форм проявлений опасных геологических и техногенных процессов. Основными оценочными параметрами явились: фиксация провалов, трещин, просадок, обрушений и прочих форм, возникших в результате проявлений опасных геологических и техногенных процессов с выявлением источников и причин активизации опасных геологических процессов [3, 4]. Осуществлялась фотофиксация и пространственная привязка мест с использованием современных цифровых фотоаппаратов и GPS-приемников. Морфометрические характеристики объектов изучались с помощью измерительной рулонной ленты и лазерного дальномера. На местах проявления опасных процессов проводился опрос сотрудников музея, сбор и анализ информации предшественников, опубликованных в открытой печати и находящихся в геологических фондах. По результатам комплексного анализа информации составлялись акты обследования с рекомендациями по ликвидации проявлений опасных процессов.

Сбор и систематизация зафиксированных проявлений опасных геологических процессов осуществлялись как в табличных редакторах (Microsoft Excel, облачные сервисы), так и с использованием современных ГИС-технологий. По результатам пространственной привязки зафиксированных про-

явлений опасных геологических процессов (ОГП), созданная ранее база геоданных в формате *.mdb дополнялась новыми объектами. Кроме того, пространственное положение зафиксированных провалов также сохранялось в kmz-формате для использования в современных картографических онлайн-сервисах.

Следует отметить, что в данной работе приводятся не все проявления опасных геологических процессов, возникшие в 2022 г., а только те, которые расположены в пределах урбанизированных и закарстованных территорий.

Результаты исследования и их обсуждение

В течение 2022 г. на урбанизированных закарстованных территориях Пермского края зарегистрированы и описаны четырнадцать провалов грунта, деформация здания, три случая подмыва берегов, оползание грунта и поглощение воды через понор, а также одно обмеление озера. Иллюстрация мест проявления опасных геологических процессов представлена на рис. 1.

Провалы грунта:

- карстово-суффозионный провал в г. Кунгур, ул. Степана Разина, 152. Провал вызван процессами, связанными с повреждением канализационного коллектора и утечкой стоков;
- карстовый провал в пос. Комсомольский Кунгурского МО, ул. Ленина, 3;
- карстовый провал в д. Усть-Телес Уинского МО, ул. Колхозная;
- карстовый провал на дороге д. Шалашная – д. Мутная Добрянского ГО;
- карстовый провал в с. Серга Кунгурского муниципального округа, ул. Набережная, 11;
- карстовый провал в с. Серга, 100 м к востоку от восточной окраины села и 200 м к западу от западной окраины д. Выползово Кунгурского муниципального округа;
- карстовый провал в г. Кунгуре Кунгурского муниципального округа, ул. Гоголя, 34;
- карстовый провал в г. Кунгуре Кунгурского муниципального округа, перекресток ул. Ситникова и ул. Свободы;
- карстовый провал в г. Кунгуре Кунгурского муниципального округа, ул. Карла Маркса, 23;
- карстовый провал на автодороге на водозабор «Черный исток», в 150 м от поля д. Заборье Добрянского городского округа;

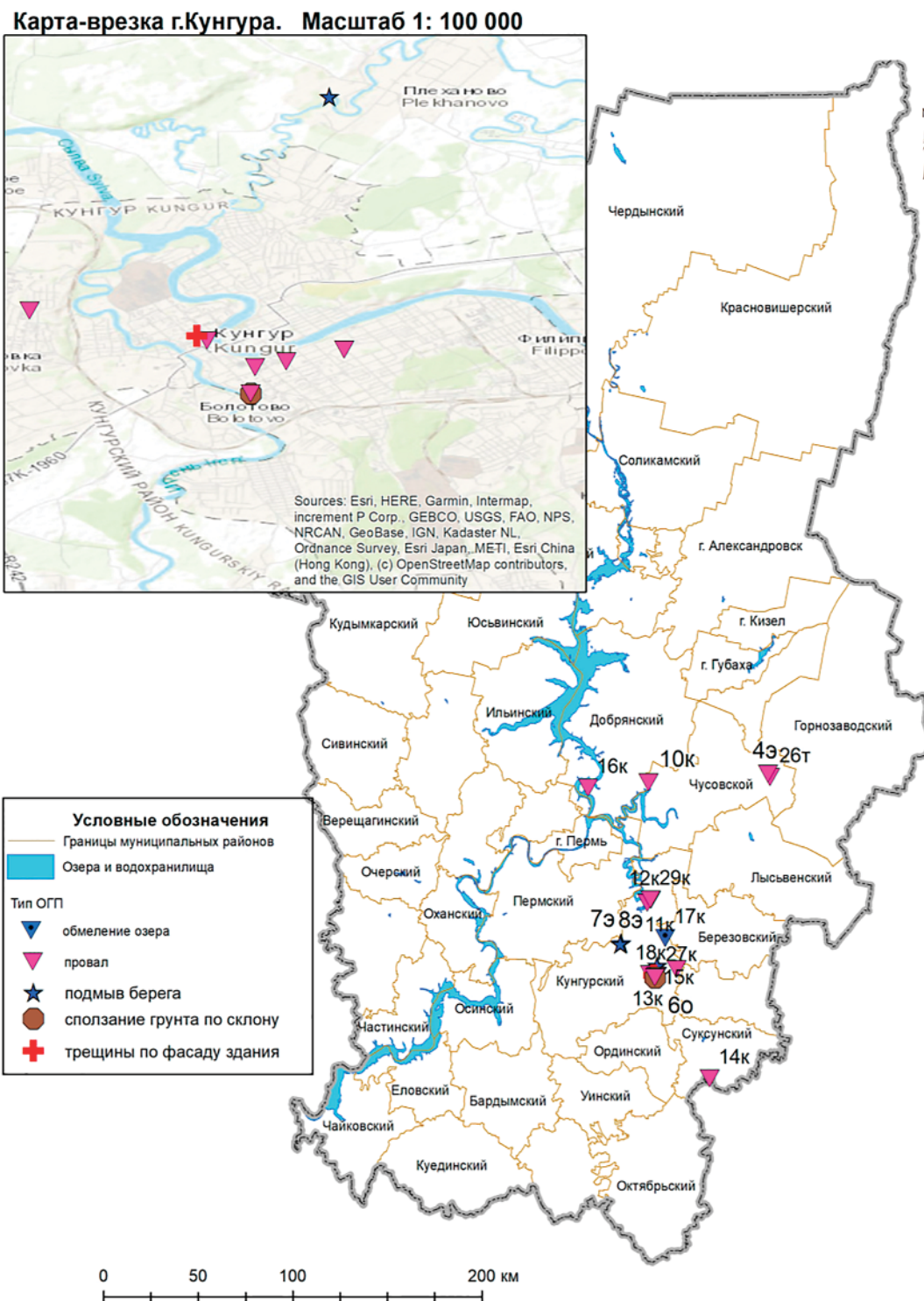


Рис. 1. Карта проявлений опасных геологических процессов, произошедших в 2022 г.

- карстовый провал в г. Кунгуре, ул. Газеты «Искра», 58;
- провал между поселками Скальный и Половинка Чусовского городского округа, техногенного происхождения;

- карстовый провал в г. Кунгуре Кунгурского муниципального округа, ул. Бочкарева, между домами 111 и 113;
- карстовый провал в с. Серга, 70 м к востоку от восточной окраины села и 230 м

к западу от западной окраины д. Выползово Кунгурского муниципального округа.

Понор по адресу пос. Скальный, ул. Лесная, 7. Поглощение воды через понор зафиксировано в пос. Скальный Чусовского ГО в зоне развития карбонатного карста у дома по адресу ул. Лесная, 7. Понор располагался в огороде позади жилого дома рядом с дренажной канавой, отводящей дождевые и талые воды от дома и хозяйственных построек. Со слов хозяев, в момент обнаружения понор на поверхности был диаметром около 20 см и уходил вглубь почти вертикально, поглощая всю воду, которая дренировалась по канаве. В глубину прослеживался на 1,5–2 м. Впоследствии понор с поверхности расширился до 40 см и был засыпан хозяевами перемятой глиной с утрамбовкой. На территории пос. Скальный на небольшой глубине непосредственно под четвертичными отложениями залегают известняки турнейского яруса каменноугольной системы, которые с поверхности выветрелые и имеют трещины, через которые поглощаются воды из вышележащих пород. Понор мог возникнуть над одной из таких трещин. В случае качественного тампонажа повторное появление понора маловероятно.

Деформации здания. В период с 19.06.2020 г. по 01.04.2022 г. на фасаде здания по адресу г. Кунгур, ул. Ленина, 46а, зафиксированы расширяющиеся вертикальные трещины, идущие с 1-го по 5-й этажи (рис. 2).



Рис. 2. Трещины на здании по состоянию на 12.05.2022 г.

Здание расположено в междуречье р. Сылва и р. Ирень в зоне развития активных карстовых процессов. Карстующиеся породы в пределах первой надпойменной террасы

залегают на глубине 20–25 м, их мощность до 25 м. В 40 м к северу от обследованного здания располагается карстовая котловина размером 90х30 м, заполненная водой. На крыше здания со стороны ул. Матросской смонтированы две вышки сотовой связи.

Оползень. 12 мая 2022 г. обследовано домовладение по адресу: г. Кунгур, ул. Ленина, 3а. На участке визуально выявлены проявления склоновых эрозионных процессов и процесса сползания грунта. В геоморфологическом отношении исследуемое домовладение расположено в верхней части коренного склона долины р. Ирень, осложненного врезанным оврагом субмеридионального направления. В пределах огорода выполнено террасирование, что несущественно уменьшило крутизну склона. Ниже огорода крутизна увеличивается до 45°, что приводит к сползанию грунта по склону. Овраг восточнее участка значительно завален строительным и бытовым мусором, который тоже постепенно смещается вниз по склону. По южной границе участка проложена газовая труба на опорах, которая проведена к соседнему домовладению. Оползнеопасный склон, на котором в настоящий момент наблюдаются процессы смещения верхнего слоя грунта, представляет наибольшую опасность для газовой трубы (рис. 3).

Подмывы берегов:

- на р. Шаква в д. Плеханово;
- на р. Бабка в д. Ботово;
- на р. Бабка в д. Канабеково (повторно, ранее описано сотрудниками Горного института УрО РАН).

Все разрушения берегов с карстовыми процессами не связаны. Оползание берега зафиксировано в г. Кунгуре на правом берегу р. Ирени около дома по ул. Ленина, 3а. Вызвано гравитационными процессами, с карстом не связано.

Обмеление озера. Произошло в д. Гусево Кунгурского муниципального округа Пермского края.

Анализ количества происшествий в разрезе муниципальных и городских округов Пермского края показал, что больше всего событий приурочено к г. Кунгуру и Кунгурскому муниципальному округу – 16 происшествий. На территории Уинского муниципального округа – одно происшествие, а в Добрянском и Чусовском городском округах произошло по два чрезвычайных события. Исследованиям карста в Кунгуре посвящено много работ [5, 6].

Зафиксированные ОГП на территории Пермского края в 2022 г.

№ акта	№ в БД	Описание	Вид проявления ОГП	Дата образования	Информация о ликвидационных мероприятиях
Территория Кунгурского муниципального округа					
1	1к	г. Кунгур, ул. Степана Разина, 152	провал	22.03.2022	Да
2	2к	пос. Комсомольский, ул. Ленина, 3	провал	11.04.2022	Да
3	3э	с. Плеханово, ул. Бродовская, 19	подмыв берега	04–05.2022	Нет
5	5к	г. Кунгур, ул. Ленина, 46а	трещины по фасаду здания	04.2022	Нет
6	6о	г. Кунгур, ул. Ленина, 3а	сползание грунта по склону	04–05.2022	Нет
7	7э	д. Канабеково, д. 64	подмыв берега	04–05.2022	Нет
8	8э	д. Ботово, ул. Центральная, 59	подмыв берега	04–05.2022	Нет
11	11к	с. Серга, ул. Набережная, 11	провал	18.06.2022	Да
12	12к	с. Серга, 100 м к востоку от восточной окраины и 200 м к западу от западной окраины д. Выползово Кунгурского муниципального округа	провал	16.06.2022	Нет
13	13к	г. Кунгур, ул. Гоголя, 34	провал	04.07.2022	Нет
14	14к	г. Кунгур, перекресток ул. Ситникова и ул. Свободы	провал	28.07.2022	Да
15	15к	г. Кунгур, ул. Карла Маркса, 23	провал	11.08.2022	Да
17	17о	д. Гусево	обмеление озера	26.08.2022	Нет
18	18к	г. Кунгур, ул. Газеты «Искра», 58	провал	05.09.2022	Да
27	27к	г. Кунгур, ул. Бочкарева, между домами 111 и 113	провал	22.10.2022	Да
29	29к	с. Серга, 70 м к востоку от восточной окраины и 230 м к западу от западной окраины д. Выползово Кунгурского муниципального округа	провал	22.11.2022	Нет
Территория Добрянского городского округа					
10	10к	участок дороги д. Шалашная – д. Мутная, по правой стороне грунтовой дороги от д. Шалашной до д. Мутной, в 400 м от д. Мутной	провал	27.05.2022	Да
16	16к	автодорога на водозабор «Черный исток», в 150 м от поля д. Заборье Добрянского городского округа	провал	16.08.2022	Да
Территория Чусовского городского округа					
4	4э	пос. Скальный, ул. Лесная, 7	провал	25.04.2022	Да
26	26ш	между пос. Скальный и пос. Половинка	провал	05.07.2022	Нет
Территория Уинского муниципального округа					
9	9к	д. Усть-Телес, на въезде в деревню по ул. Колхозной в 80 м от перекрестка рядом с вышкой сотовой связи	провал	27.04.2022	Да



Рис. 3. Место обследования по состоянию на 12.05.2022 г.

Заключение

За анализируемый период авторами статьи зарегистрировано и описано четырнадцать провалов, одна деформация здания, проявившаяся в виде трещин на здании, три случая боковой эрозии, один оползень и возникновение одного понора, а также одно обмеление озера. Авторы считают, что важным этапом исследования является структурирование и накопление полученных результатов в удобном для дальнейшего анализа виде. Это позволит накопить достаточно большой массив данных в разрезе десятилетий и, вероятно, установить новые временные и пространственные закономерности возникновения опасных геологических процессов.

Поэтому все зафиксированные проявления опасных геологических процессов систематизировались как в табличных редакторах (Microsoft Excel, онлайн-таблицы, облачные сервисы), так и с использованием современных ГИС-технологий. По результатам пространственной привязки зафиксированных проявлений ОГП создается и ведется база геоданных в формате *.mdb, с названием «ОГП_Пермского_края», информация из которой визуализируется средствами ArcGis 10.8 «Зафиксированные проявления ОГП.mxd».

Эта база данных содержит информацию об областях распространения карстующихся пород, топографическую основу и места проявления опасных геологических процессов. Каждый тематический слой содержит необходимую и достаточную атрибутивную информацию. Для классификации

зафиксированных объектов помимо номера проявления добавляется буквенный индекс, характеризующий тип опасного геологического процесса. Так, буквы «к» обозначают карстовый генезис, «с» – суффозионные процессы, «т» – техногенное происхождение. Кроме того, в этом тематическом слое содержится информация о местоположении акта проведенного обследования, что позволяет в режиме гиперссылки, при работе с картографическим материалом, при нажатии одной клавиши получить соответствующий этому событию акт обследования.

Список литературы

1. Дробинина Е.В., Золотарев Д.Р. Анализ инженерно-геологических условий и изменчивости состояния дисперсных отложений вблизи поверхностных карстовых форм в обстановках развития карбонатно-сульфатного карста // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2022. № 2. С. 48–62.
2. Максимович Н.Г., Кадебская О.И., Мещерякова О.Ю. Уточнение границ районов сульфатного карста Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. 2021. Т. 20, № 4. С. 320–325.
3. Красильникова С.А., Кустов И.В., Коноплев А.В., Таркин А.В., Аброськин О.Д. Карстоопасность территории архитектурно-этнографического музея «Хохловка» // Вестник Пермского университета. Геология. 2023. Т. 22, № 4. С. 324–332.
4. Худеньких К.О., Катаев В.Н. Карстовый морфогенез в приповерхностной зоне сульфатно-карбонатного массива Соколино-Саркаевского месторождения гипса и ангидрита // Вестник Пермского университета. Геология. 2018. Т. 17, № 2. С. 171–176.
5. Катаев В.Н., Лихая О.М., Ковалева Т.Г., Золотарев Д.Р., Щербakov С.В. Пространственное соотношение химического состава вод иренского водоносного горизонта и карстовых форм (на примере территории г. Кунгура) // Вестник Пермского университета. Геология. 2009. № 11. С. 66–76.
6. Ковалева Т.Г. Оценка карстоопасности территории г. Кунгура на основе общегеологического подхода // Вестник Пермского университета. Геология. 2016. № 4 (33). С. 18–25.