

УДК 551.435.8

DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-2-42-51

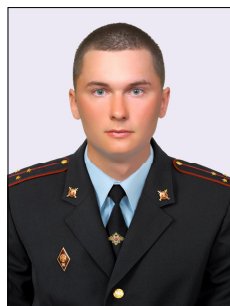
РАЗВИТИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ КАРСТОВЫХ И СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ, ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

DEVELOPMENT AND DISTRIBUTION OF KARST AND SUFFUSION PROCESSES ON THE TERRITORY OF THE BELGOROD REGION, ASSESSMENT OF THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT



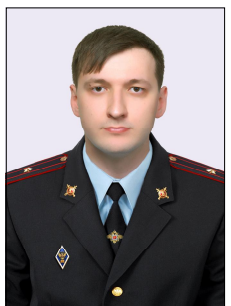
Д. В. Сарычев,
Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, г. Белгород
w07733@yandex.ru

D. Sarychev,
Belgorod State National Research
University, Belgorod



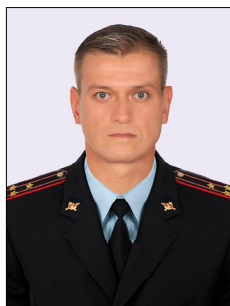
А. В. Сарычев,
Белгородский юридический институт
Министерства внутренних дел
Российской Федерации
им. И. Д. Путилина, г. Белгород
sashasarychev@yandex.ru

A. Sarychev,
Belgorod Law Institute of the Ministry of
Internal Affairs of the Russian Federation
named after I. D. Putilin, Belgorod



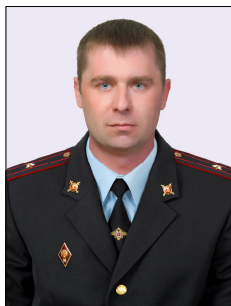
И. Н. Архипцев,
Белгородский юридический институт
Министерства внутренних дел
Российской Федерации
им. И. Д. Путилина, г. Белгород
arkhptsevIN@yandex.ru

I. Arkhptsev,
Belgorod Law Institute of the Ministry of
Internal Affairs of the Russian Federation
named after I.D. Putilin, Belgorod



Н. В. Демченко,
Белгородский юридический институт
Министерства внутренних дел
Российской Федерации
им. И. Д. Путилина, г. Белгород
Nvdemchenko@yandex.ru

N. Demchenko,
Belgorod Law Institute of the Ministry of
Internal Affairs of the Russian Federation
named after I. D. Putilin, Belgorod



А. Ю. Рыбальченко,
Белгородский юридический институт
Министерства внутренних дел
Российской Федерации
им. И. Д. Путилина, г. Белгород
Anton.rybalchenko@bk.ru

A. Rybalchenko,
Belgorod law Institute of the Ministry
of internal Affairs of the Russian
Federation named after I. D. Putilin,
Belgorod

Актуальность. Проблема изучения карстово-суффозионных процессов состоит в том, что растворимые горные породы на территории России занимают большие площади. Белгородская область не является исключением: территории богаты меловыми отложениями, имеющими широкое распространение. Карбонатные породы подвержены растворению поверхностными и подземными водами, это приводит к формированию карстовых форм. Подобные формы раскрывают и формируют места скопления карстовых вод, раскрывают трещинные и пещерные системы, становясь участками с повышенной экологической опасностью

для жизнедеятельности людей, объектов инфраструктуры, гражданских и промышленных сооружений. Среди опасных экзогенных геологических процессов карстово-суффозионные процессы являются наиболее непредсказуемыми. Их возникновение несет негативные последствия для экономико-хозяйственной деятельности региона.

Цель исследования – выявить факторы, влияющие на развитие и распространение карстовых и суффозионных процессов, причины их возникновения, а также воздействие на окружающую среду.

Материалы и методы исследования – метод наблюдения, лабораторного эксперимента и математического моделирования.

Результаты исследования и их обсуждение. Исследование направлено на определение взаимодействия карстовых и суффозионных процессов, а также оценку их влияния на окружающую среду. Районирование распространения карста и суффозии на территории Белгородской области позволило выявить причины возникновения этих процессов. Для предотвращения развития и распространения карстово-суффозионных процессов необходим комплексный подход к анализу проявления, составлению плана прогноза и мероприятия по противодействию негативных последствий. На основе результатов исследования предложены меры по минимизации вреда сельскохозяйственным угодьям, жилым и хозяйственным постройкам, а также меры борьбы с карстовыми и суффозионными процессами. Результаты исследования и предложенные мероприятия по предотвращению негативных последствий карстовых и суффозионных процессов могут применяться в сельскохозяйственной деятельности человека, строительстве гражданских и промышленных предприятий, их реконструкции, прокладке коммуникаций и разработке новых месторождений карбонатных отложений

Ключевые слова: карст; суффозия; карстовые и суффозионные процессы; денудация; карбонатные породы; прогнозирование; районирование; экзогенные геоморфологические процессы; воронки; впадины; карстовые пещеры

Relevance. The problem of studying karst-suffusion processes is that soluble rocks in Russia occupy large areas. The Belgorod region is rich in Cretaceous deposits, which are widespread throughout the territory. Due to the fact that carbonate rocks are susceptible to dissolution by surface and groundwater leads to the formation of karst forms. Such forms open and form places of karst waters' accumulation, open fissure and cave systems and are becoming areas with an increased environmental hazard to the life of people, infrastructure, civil and industrial buildings. Dangerous exogenous geomorphological processes negatively affect the economic development of the region.

The purpose of the article is to study the factors influencing the development and distribution of karst and suffusion processes, the reasons for their occurrence, as well as the impact on the environment. Among hazardous exogenous geological processes, karst-suffusion processes are the most unpredictable. Their occurrence has negative consequences for the economics and economic activities of the region.

The main methods used in this study are observation method, laboratory experiment and mathematical modeling. The method of mathematical modeling has relatively recently come into the use by the researchers and allows for a better reproduction of processes on physical models.

This study is aimed at determining the interaction of karst and suffusion processes, as well as assessing their impact on the environment. The zoning of the karst and suffusion distribution on the territory of the Belgorod region has made it possible to identify the causes of these processes. To prevent the development and spread of karst-suffusion processes, an integrated approach to the analysis of manifestation, drawing up a forecast plan and measures to counter negative consequences is required. Based on the results of the study, measures were proposed to minimize damage to agricultural land, residential and farm buildings, as well as measures to combat karst and suffusion processes. It should be noted that the results of the study and the developed measures to prevent the negative consequences of karst and suffusion processes can be used in human agricultural activities, construction of civil and industrial enterprises, their reconstruction, laying of communications and development of carbonate new deposits

Key words: karst; suffusion; karst and suffusion processes; denudation; carbonate rocks; forecasting; regionalization; exogenous geomorphological process; craters; depressions; karst caves

Введение. Актуальность работы определяется частотой проявления и масштабами распространения карстово-суффозионных процессов. Непредсказуемый и опасный характер карстово-суффозионных процессов, благоприятные климатические условия, большие площади меловых отложений, масштабные разработки и добыча мела в

Белгородской области являются причинами развития и распространения карстовых и суффозионных процессов.

Динамично развивающаяся экономическая деятельность сельскохозяйственного региона напрямую зависит от пригодности использования земель. Для предотвращения негативного воздействия опасных ЭГП (эк-

зогенных геоморфологических процессов) необходимо комплексное изучение этих процессов, прогнозирование с использованием современных технологий, а также разработка мероприятий по предотвращению развития ЭГП и минимизации негативного воздействия.

Объектом исследования являются территории Белгородской области, имеющие карбонатные отложения и подверженные опасности проявления карстово-суффозионных процессов.

Предмет исследования – карстово-суффозионные процессы и явления, определяющие эколого-геоморфологическую ситуацию Белгородского региона.

Цель работы – изучить факторы, влияющие на развитие и распространение карстовых и суффозионных процессов, причины их возникновения, а также влияние на окружающую среду.

Для достижения цели авторами поставлены и выполнены следующие задачи:

– оценить природно-климатические и антропогенные факторы развития карстовых и суффозионных процессов;

– предложить мероприятия по предотвращению и минимизации негативного воздействия карстовых и суффозионных процессов и явлений.

«Карст – это процесс химического и отчасти механического воздействия подземных и поверхностных внеусловных вод на растворимые проницаемые горные породы (карбонаты, гипс и ангидрит, соли, соду и другие)» [4]. Современные авторы дополнили понятие Г. А. Максимовича; так, под термином «карст» понимается совокупность геологических процессов и явлений, связанных с деятельностью воды и выражающихся в растворении горных пород и образовании в них пустот, а также своеобразных форм рельефа, возникающих в местностях, сложенных сравнительно легко растворимыми в воде горными породами [3].

Следующее определение понятия карстовых ландшафтов дает В. Уайт: «Это участки известняка неправильной формы, характеризующиеся воронками, подземными потоками и пещерами» [11].

В книге международного состава авторов «Гипогенные карстовые регионы и пещеры мира» о разнообразии гипогенных спелеогенетических процессов и паттернов

пустотных каналов в зависимости от вариаций геологической среды описаны как хорошо известные, так и недавно признанные гипогенные карстовые области и пещеры мира. Все они сосредоточены на геологических, гидрогеологических, геодинамических и эволюционных контекстах гипогенного спелеогенеза [10].

На территории Белгородской области карстовые процессы занимают особое место, определяется это тем, что карстовые формы рельефа в большинстве случаев имеют полигенетичный характер. Растворение пород приурочено к начальному этапу карстообразования, при увеличении большое влияние начинают оказывать другие виды экзогенных процессов [7]. Сложности при составлении прогнозов и моделей карстовых процессов добавляют взаимодействие водной эрозии, гравитационных процессов и суффозии.

Большое количество работ по изучению карстовых процессов в Белгородской области посвящено географическим аспектам формирования карстовых форм рельефа. Но не менее важно исследование геологии карста, эти вопросы изучены меньше. Хотя при инженерно-геологических, инженерно-геоморфологических, гидрологических и геоэкологических исследованиях роль геологических факторов достаточно велика.

Анализ трудов, посвященных вопросам образования карста, прогнозированию карстовых процессов, позволил сделать вывод о том, что подобные экзогенные процессы достаточно распространены по всей Восточно-Европейской равнине и ее отдельных частях.

Повышенная опасность возникновения чрезвычайных ситуаций, вызванных активизацией карстовых процессов, характерна для урбанизированных территорий, испытывающих техногенное подтопление. По прогнозам МЧС России, опасность проявления карстовых процессов высока, причем их активизация вызывается, как правило, несоблюдением норм строительства и эксплуатации городских подземных коммуникаций, а также нерациональной подземной разработкой полезных ископаемых.

Образованию карста способствуют литологические, тектонические, геоморфологические, климатические, биологические и антропогенные природные факторы. Среди причин развития карста особое значение

имеет суффозия [9]. Карстово-суффозионные процессы распространены по всему миру, интерес к изучению их неуклонно растет. В последнее время техногенная активизация этих процессов возрастает, происходит это на территориях крупных городов, промышленных объектах, горнодобывающих предприятий. Поэтому прогнозирование проявлений, разработка мероприятий по предупреждению и предотвращению негативных последствий – самые важные задачи, стоящие перед научным сообществом.

В исследовании карстово-суффозионные процессы рассматриваются как взаимосвязанный самостоятельный процесс, хотя являются разновидностью карста и суффозии. Суффозионные процессы представляют собой механический вынос частиц пород потоком подземных вод. Суффозия приводит к проседанию толщи грунта, образованию воронок, впадин, блюдца, пещер. Следствием возникновения суффозии может стать изменение гранулометрического состава пород, поврежденных как суффозией, так и фильтром для вынесенного материала.

Широкое распространение суффозионные процессы имеют в области лёссов и лёссовых суглинков, под склонами рек, по ходам роющих животных. Условием, необходимым для развития суффозии, является наличие в породах крупных частиц, представляющих собой неподвижный каркас и вымывающих мелкие элементы. При низких напорах вод происходит фильтрация, при увеличении – вынос.

В широко распространённых в Белгородской области карбонатных и гипсоносных песчано-глинистых отложениях и мергелях карст и суффозия проявляются одновременно. Суффозия имеет следующие виды: механическая, химическая, химико-физическая [8].

В монографии, посвященной изучению карстово-суффозионных процессов, В. П. Хоменко дает следующее понятие: «Карстово-суффозионные процессы представляют собой разрушение дисперсных нерастворимых пород и их перемещение в карстовые трещины и полости или внутри них, вызванные действием гидродинамических и гравитационных сил» [5]. Автор пишет о неразрывности этих процессов и их глубокой взаимосвязанности.

На рисунке изображена карта экзогенных геологических процессов на территории

Белгородской области, условными обозначениями продемонстрированы районы распространения карстовых и суффозионных процессов [1].

Материалы и методы исследования. Невозможность изучения процессов карста и суффозии «изнутри» представляет огромную проблему для всех авторов. Изучение карстово-суффозионных процессов продолжается. По степени увеличения размеров карстовых форм большее значение начинают приобретать другие виды экзогенных процессов, такие как водная эрозия, гравитационные процессы, суффозия и т. п. Подобное взаимодействие и взаимоследование экзогенных процессов существенно осложняет прогнозирование, сбор статистических данных, построение ретроспективных моделей карстообразования.

Основными методами, используемыми в исследовании, стали: метод наблюдений, лабораторного эксперимента и математического моделирования. Метод математического моделирования вошел в обиход исследователей сравнительно недавно и позволяет более качественно воспроизводить процессы на физических моделях.

Для образования и развития карстово-суффозионных процессов должны быть следующие условия:

- отсутствие постоянных водоносных горизонтов;
- наличие постоянного водоносного горизонта в карстующихся и покрывающих породах;
- в условиях, когда водоносный горизонт в карстующихся породах отделен от водоносного горизонта покрывающих пород водоупорным слоем.

Результаты исследования и их обсуждение. Изучение карстовых и суффозионных процессов находится на этапе активных исследований по всему миру. Геология карста занимает особое место при инженерно-геологических, гидрогеологических, геоэкологических исследованиях. В Белгородской области данному процессу уделяется мало внимания и научные труды посвящаются редкие.

Карст образовывается вследствие воздействия комплекса природных факторов – климатических, геоморфологических, литологических и антропологических. Литологический фактор считается основным в списке воздействующих на образование карста,

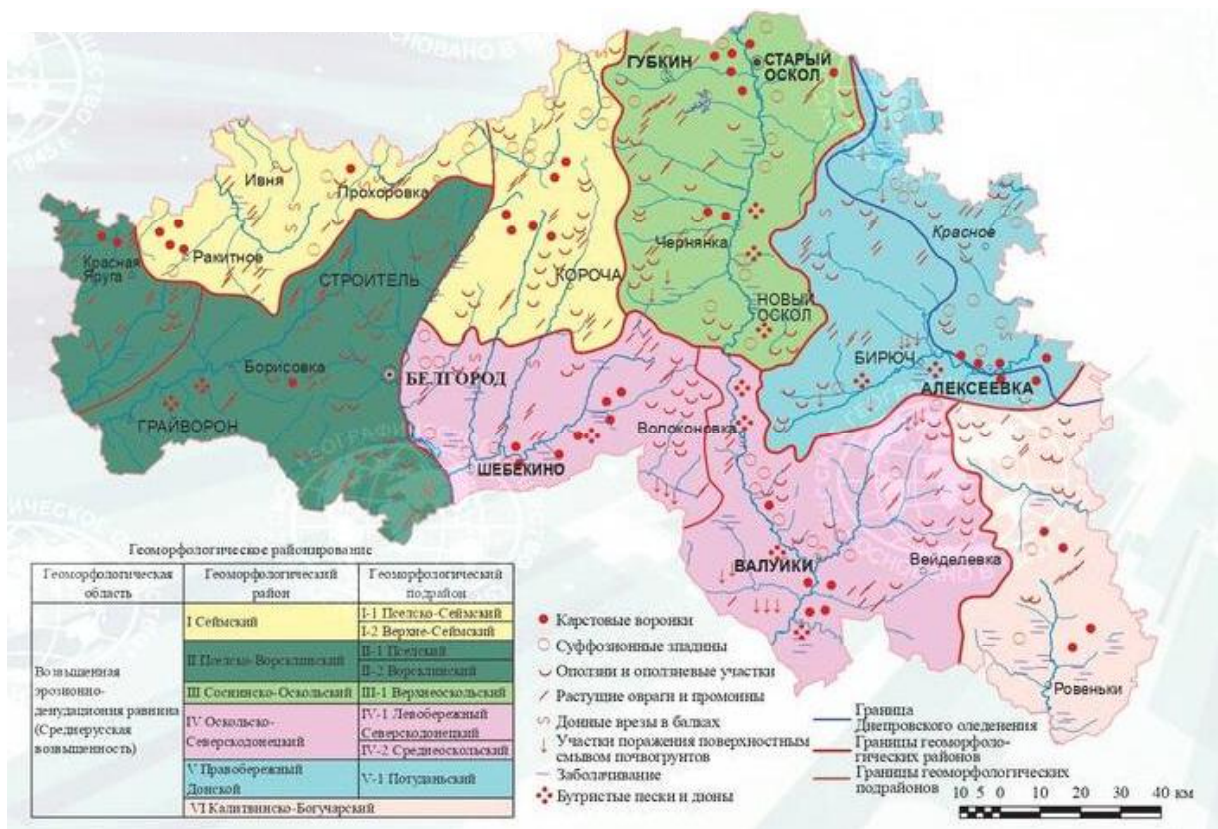
так как связан с составом и характером распространения карстующихся пород.

Территория Белгородской области богата карбонатными отложениями, представленными в турон-маастрихтском геологическом комплексе. Его состав включает мел, мергель и некоторые виды терригенных отложений.

Максимальная толщина меловых пластов до сих пор не изведена, в некоторых местах она достигает отметки 200 м. Более 30 разведанных месторождений, которые подтверждают данные о том, что запасов мела на территории области достаточно много.

Самые известные месторождения – Стойленское, Лебединское, Шебекинское. Последнее славится наиболее качественным по составу мелом.

Состав мела хорошо известен: это тонкие зерна кальцита, его обломков, остатки кокколитов и фораминифер; мел выражен мягкой тонкозернистой слабосцементированной породой. Вода хорошо впитывается в мел и снижает его прочность. Мел, в отличие от других карстующихся пород, более мягок, интенсивно пронизан микроканалами, что влияет на запуск процессов карстообразования.



Экзогенные геологические процессы на территории Белгородской области / Exogenous geological processes in the Belgorod region

В процессе растворения карстовые породы преобразуются в бикарбонат. Углекислый газ выступает регулятором этого процесса, но имеет зависимость от температуры воды и воздуха.

Лабораторные эксперименты доказали, что воздействие совокупности кислот и

воды на меловые отложения активизируют определенные химические процессы. Основной меловой и известковой пород является карбонат кальция – средняя соль угольной кислоты, практически нерастворимая в воде, но растворимая в кислотах. Под действием углекислого газа карбонаты растворяются и

переходят в кислые соли угольной кислоты – гидрокарбонаты.

Выявлена зависимость скорости реакций в карбонатных породах от характера и свойств реагентов, катализаторов, температуры. При увеличении площади соприкосновения реагирующих веществ реакция ускоряется, в растворах происходит мгновенно. Наибольшее значение оказывает характер химических связей в соединениях.

Сокращение времени реакции происходит при повышении температуры на 10 °С. Количество активных молекул увеличивается, они обладают большей энергией и при столкновении могут образовывать продукты. Увеличение концентрации исходных веществ приводит к большему числу столкновений частиц, ускорению реакции и увеличению скорости карстообразования.

Влияние на процесс карстообразования имеют и климатические факторы, особенно атмосферные осадки. В состав воды при взаимодействии с карбонатными породами попадают различные органические соединения и минеральные кислоты, это в разы ускоряет процесс растворения природных материалов.

В районах добычи мела и в окрестностях населенных пунктов природные воды сильно загрязнены различными химическими элементами. Карстовые процессы в таких районах имеют высокую степень развития.

Суффозионное разрушение заполнителя карстовых полостей и трещин может происходить и при отсутствии покрывающих пород. Механизм протекания карстово-суффозионных процессов тесно связан с природными условиями, в которых эти процессы наблюдаются.

Лабораторные исследования и наблюдения природных процессов показали, что при контакте покрывающих пород и подземной карстовой формы начинает развиваться суффозионная полость, растущая вверх в результате последовательного формирования свода обрушения, вплоть до выхода на поверхность в виде провала. Это происходит при условии, что покрывающие отложения водонепроницаемы или содержат вертикальные фильтрационные каналы и целиком находятся в зоне аэрации; при поступлении в них поверхностных вод происходит суффозионный вынос пород в карстовые трещины и полости [5]. На месте выхода такого канала на земную

поверхность или на участок скопления поверхностных вод может сформироваться так называемая воронка просасывания, образующаяся за счет размыва дисперсных пород нисходящим водным потоком [6].

В случаях «обратного процесса», то есть при перекрытии закарстованных пород водонепроницаемыми песчаными отложениями, подъем уровня трещинно карстовых вод выше отметки кровли карстующихся пород. Происходит подобный процесс в виде разрушения покрывающих пород подземными водами, поступающими снизу из карстовых трещин и поноров. В этом случае наблюдается формирование растущих полостей, которое может привести к возникновению провалов на поверхности земли. Подобные явления могут спровоцировать как естественные факторы, так и искусственные.

Разрушение водонасыщенных пород под воздействием нисходящего фильтрационного потока и их перемещение в карстовые трещины и полости приводит к образованию и последующему росту промежуточных полостей на границе зон аэрации и насыщения. Причина возникновения этого процесса – наличие в дисперсных породах покрывающей толщ безнапорного водоносного горизонта. В случаях присутствия в покрывающих и карстующихся породах единого водоносного горизонта карстово-суффозионные процессы могут быть вызваны перепадами напоров вследствие естественного или искусственно-го изменения уровня режима.

Процесс возникновения гравитационно-гидродинамических разрушений является последствием процесса растворения и обрушения карстующихся пород, когда верхняя часть растущей карстовой полости достигает контакта с обводненными песками. Развитие подобных разрушений приводит к формированию полостей в водонасыщенных песках, в конечном счете происходит провалообразование.

Постоянное воздействие на водонасыщенные пески с резкими деформациями кровли карстовой полости приводит к развитию процессов разжижения и просасывания пльвуна в незакольматированные подземные карстовые формы. В зонах насыщения образуются обвальные полости, способные при определенных условиях выйти на поверхность. Стенки карстовой полости, являющиеся опорами скелетным частицам песка,

растворяются и приводят к разжижению водонасыщенных песков покрывающей толщи. Песок теряет свойства устойчивости, и процесс разжижения стремится вверх.

При условии, что между водонасыщенными покрывающими и карстующимися породами расположен водоупор, карсто-суффозионные процессы развиваются только при появлении сквозных нарушений сплошности. Подобные нарушения возникают, если водоупор служит кровлей растущей карстовой полости или при изменении напряженного состояния покрывающих пород, вызванного техногенными воздействиями на подземную гидросферу. Механические разрушения в некоторых случаях объединяются с процессами растворения солевых включений или последствиями гидродинамического воздействия нисходящего подземного потока.

При этом нисходящая фильтрация, являющаяся причиной суффозионного разрушения водонасыщенных пород, располагающихся над водоупором, и самого водоупора, возникает при более низком положении отметки пьезометрического напора трещинно-карстовых вод по отношению к отметке уровня или напора лежащего выше водоносного горизонта. Гидрогеологическая ситуация может быть характерной для данной территории или создана искусственно, путем поступления воды в покрывающие породы или ее отбора из карстующихся пород.

Наблюдающаяся активизация процессов карстовых и суффозионных провалов связана с возросшей техногенной нагрузкой. Но стоит учитывать, что каждый провал имеет свою причину и обусловлен проявлением как карстовых, суффозионных, так и гравитационных процессов. И путать их нельзя.

Опасность возникновения провалов в результате развития суффозии природного происхождения обнаруживается на этапе инженерно-геологической разведки и подтверждается полевыми и лабораторными исследованиями. Прогнозирование техногенно обусловленного суффозионного провала – более затрудненный процесс. Частыми причинами таких явлений оказываются аварийное состояние инфраструктуры и грубые нарушения при строительстве.

Образование карстовых провалов ведет за собой ряд негативных последствий различной тяжести и степени опасности для жизни людей. Карстовые провалы наиболее

удобны для инженерно-геологических исследований при условии наличия хотя бы одной скважины, которая раскрывает карстующиеся породы [2]. Провалообразование происходит не только по причине растворения породы, но и от наличия подземной полости или системы проходов.

Для разработки мероприятий по защите от негативных последствий и мер по борьбе с ними составляются прогнозы проявления карста и суффозии, при планировании строительства зданий на закарстованных территориях в обязательном порядке проводятся инженерно-геологические исследования грунта. Предотвращать негативные последствия проявления карсто-суффозионных процессов необходимо проведением защитных мероприятий.

Действия для предупреждения суффозии направлены на устранение условий возникновения:

- 1) закрепления грунтов, цементация, силикатизация;
- 2) заполнения полостей, в которые выносятся частицы грунта, устойчивыми материалами.

Мероприятия по борьбе с карстом осуществляются в зависимости от условий развития и характера его проявления, от назначения и конструктивных особенностей проектируемого объекта:

- 1) засыпка карстовых грунтов водонепроницаемыми материалами;
- 2) планировка отводных систем;
- 3) строительство дренажных систем, «перехват» движения грунтовых вод;
- 4) цементация, бетонизация карстовых трещин;
- 5) засыпка песком.

Комплексные инженерные методы борьбы направлены на заполнение ниш и пустот под землей, а также расколы в карбонатных породах. Стоит изолировать режим гидрогеологии путем исключения водного отбора. Предотвращению негативных последствий карстовых и суффозионных процессов способствует создание уникальной конструкции фундамента и самого здания. Конструкции подобных сооружений должны быть с повышенной пространственной жесткостью [6].

Заключение. Повышенная опасность развития экзогенных геоморфологических процессов негативно сказывается и на экономическом, и социальном развитии регио-

нов. Для предотвращения и минимизации их последствий необходим постоянный мониторинг и прогнозирование с использованием современных технологий, которые позволят наиболее точно составлять прогнозы и оценивать масштабы распространения.

Создание интерактивной карты с указанием районов, подверженных опасности развития карстово-суффозионных процессов; месторождений карбонатных пород и других полезных ископаемых, а также включением в

нее метеорологической карты с возможностью анализа пространственно-временных данных для дальнейшего моделирования и составления прогнозов развития карста и суффозии – позволит использовать ее при проектировании и строительстве сооружений, предотвращении негативных последствий для жизни людей, предотвращении разрушения гражданских и промышленных сооружений.

Список литературы

1. Дунаев В. А., Серый С. С. Неотектоника // Атлас Белгородской области. Природные ресурсы и экологическое состояние. Белгород: Белгор. гос. национ. исслед. ун-т, 2005. С. 26.
2. Гаев А. Я., Килин Ю. А. Об обеспечении экологической безопасности горнодобывающих районов на основе минимизации негативных карстовых процессов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». 2018. Т. 26, № 1. С. 35–51.
3. Главгосэкспертиза: [официальный сайт]. URL: <https://gge.ru/analytics/experts/svoevremennoe-i-podrobnoe-izuchenie-karstovykh-protsessov-i-yavleniy-v-pochvakh-mozhet-na-etape-plan/> (дата обращения: 12.02.2021). Текст: электронный.
4. Петин А. Н. Меловой карст в Белгородской области: условия формирования и распространения // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: сб. материалов III Междунар. науч. конф. (Белгород, 2008). Белгород: Изд-во Белгор. гос. ун-та, 2008. С. 138–141.
5. Хоменко В. П. Карстово-суффозионные процессы и их прогноз. М.: Наука, 1986. 97 с.
6. Хоменко В. П. Противокарстовая и противосуффозионная защита в России: история и современность // Вестник Московского государственного строительного университета. 1997. Т. 13, вып. 4. С. 482–489.
7. Хрисанов В. А., Колмыков С. Н. Развитие и распространение карстовых процессов, их районирование и инженерно-геоморфологическая оценка на территории Белгородской области // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия «Естественные науки». 2015. № 4. С. 130–136.
8. Хрисанов В. А., Колмыков С. Н. Развитие и распространение суффозионно-просадочных процессов на территории Белгородской области и их инженерно-геоморфологическая оценка // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия «Естественные науки». 2016. № 18, вып. 36. С. 123–134.
9. Хрисанов В. А., Михайликов В. Л. О мерах по обеспечению экологической безопасности Белгородской области. Проблемы правоохранительной деятельности // Международный научно-теоретический журнал. 2012. № 2. С. 38–44.
10. Palmer A. N., Klimchouk A., De Waele J., Auler A.S., Audra P. Hypogene karst regions and Caves of the World. Springer International Publishing AG, 2017, p. 911.
11. White W.B. Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains. New York: Oxford University Press, 1988. 464 p.

References

1. Dunaev V.A., Sery S.S. *Atlas of the Belgorod Region. Natural resources and ecological state* (Atlas of the Belgorod Region. Natural resources and ecological status). Belgorod: Belgorod State National Research University, 2005, p. 26.
2. Gaev A.Ya., Kilin Yu.A. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya «Ekologiya i bezopasnost zhiznedeyatel'nosti»* Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Ecology and life safety), 2018, vol. 26, no. 1, pp. 35–51.
3. Glavgosekspertiza: [ofitsialny sayt] (Glavgos expertiza: [official website]. Available at: <https://gge.ru/analytics/experts/svoevremennoe-i-podrobnoe-izuchenie-karstovykh-protsessov-i-yavleniy-v-pochvakh-mozhet-na-etape-plan/> (date of access: 12.02.2021). Text: electronic.

4. Petin A.N. Problemy prirodopolzovaniya i ekologicheskaya situatsiya v Evropeyskoy Rossii i sopredelnyh stranah: sb. materialov III Mezhdunar. nauch. konf. (Problems of nature management and the ecological situation in European Russia and neighboring countries: collected materials of the III International Scientific Conference). (Belgorod, 2008). Belgorod: Publishing House of the Belgorod State University, 2008, pp. 138–141.

5. Khomenko V.P. Karstovo-suffozionnye protsessy i ih prognoz Karst-suffusion processes and their forecast. Moscow: Nauka, 1986, 97 p.

6. Khomenko V.P. Bulletin of the Moscow State University of Civil Engineering (Bulletin of the Moscow State University of Civil Engineering), 1997, Vol. 13, no. 4, pp. 482–489.

7. Khrisanov V.A., Kolmykov S.N. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Estestvennyye nauki» (Scientific Bulletin of the Belgorod State University. Natural Sciences), 2015, 4, pp. 130–136.

8. Khrisanov V.A., Kolmykov S.N. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Estestvennyye nauki» (Scientific Bulletin of Belgorod State University. Natural sciences), 2016, no. 18, Issue 36, pp. 123–134.

9. Khrisanov V.A., Mikhailikov V.L. Mezhdunarodnyj nauchno-teoreticheskij zhurnal (International scientific and theoretical journal), 2012, no. 2, pp. 38–44.

10. Palmer A.N., Klimchouk A., De Waele J., Auler A.S., Audra P. Springer International Publishing AG (Springer International Publishing AG), 2017, p. 911.

11. White W.B. Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains (Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains). New York: Oxford University Press, 1988, 464 p.

Коротко об авторах

Сарычев Дмитрий Викторович, аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия. Область научных интересов: обеспечение экологической безопасности
w07733@yandex.ru

Сарычев Александр Викторович, преподаватель, кафедра тактико-специальной подготовки, Белгородский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации им. И. Д. Путилина, г. Белгород, Россия. Область научных интересов: обеспечение экологической безопасности
sashasarychev@yandex.ru

Архипцев Иван Николаевич, канд. юрид. наук, доцент кафедры уголовно-правовых дисциплин, Белгородский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации им. И. Д. Путилина, г. Белгород, Россия. Область научных интересов: обеспечение экологической безопасности
arhiptsevIN@yandex.ru

Демченко Николай Викторович, канд. юрид. наук, доцент кафедры управления и административной деятельности органов внутренних дел, Белгородский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации им. И. Д. Путилина, г. Белгород, Россия. Область научных интересов: обеспечение экологической безопасности
Nvdemchenko@yandex.ru

Рыбальченко Антон Юрьевич, преподаватель, кафедра тактико-специальной подготовки, Белгородский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации им. И. Д. Путилина, г. Белгород, Россия. Область научных интересов: обеспечение экологической безопасности
Anton.rybalchenko@bk.ru

Briefly about the authors

Dmitry Sarychev, postgraduate, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia. Scientific interests: ensuring environmental safety

Alexander Sarychev, teacher, Tactical and Special Training department, Belgorod Law Institute of the Ministry of internal Affairs of the Russian Federation named after I. D. Putilin, Belgorod, Russia. Scientific interests: ensuring environmental safety

Ivan Arkhiptsev, candidate of law sciences, associate professor, Criminal Law Disciplines department, Belgorod Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation named after I. D. Putilin, Belgorod, Russia. Scientific interests: ensuring environmental safety

Nikolay Demchenko, candidate of law sciences, associate professor, Management and Administration of Internal Affairs Bodies department, Belgorod Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation named after I. D. Putilin, Belgorod, Russia. Scientific interests: ensuring environmental safety

Anton Rybalchenko, teacher, Tactical and Special Training department, Belgorod Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation named After I. D. Putilin, Belgorod, Russia. Scientific interests: ensuring environmental safety

Образец цитирования

Сарычев Д. В., Сарычев А. В., Архипцев И. Н., Демченко Н. В., Рыбальченко А. Ю. Развитие и распространение карстовых и суффозионных процессов на территории Белгородской области, оценка их влияния на окружающую среду // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27, № 2. С. 42–51. DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-2-42-51.

Sarychev D., Sarychev A., Arhiptsev I., Demchenko N., Rybalchenko A. Development and distribution of karst and suffusion processes on the territory of the Belgorod region, assessment of their impact on the environment // Transbaikal State University Journal, 2021, vol. 27, no. 2, pp. 42–51. DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-2-42-51.

Статья поступила в редакцию: 02.03.2021 г.
Статья принята к публикации: 26.03.2021 г.