

ПРИМЕНЕНИЕ ВИДЕОКАРОТАЖА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КАРСТОВЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ г. КАЗАНИ



Поступила в редакцию: 29.08.2025

Принята к публикации 20.11.2025

Опубликована 25.11.2025

ЛАТЫПОВ А.И.

Доцент кафедры общей геологии и гидрогеологии
Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского
(Приволжского) федерального университета, д. г.-м. н.,
г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация
airatlat@mail.ru

ГАРАЕВА А.Н.

Доцент кафедры общей геологии и гидрогеологии
Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского
(Приволжского) федерального университета, к. г.-м. н.,
г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация

ЯББАРОВА Е.Н.

Ассистент кафедры общей геологии и гидрогеологии
Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского
(Приволжского) федерального университета, к. г.-м. н.,
г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация

УСМАНОВ Р.М.

Ассистент кафедры общей геологии и гидрогеологии
Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского
(Приволжского) федерального университета, г. Казань,
Республика Татарстан, Российская Федерация

КИНЖАЛОВА И.Н.

Магистрант кафедры общей геологии и гидрогеологии
Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского
(Приволжского) федерального университета, г. Казань,
Республика Татарстан, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

В статье представлен обзор современных методов применения видеокартажа (телеизионного картажа) для изучения карстовых образований и оценки карстовой опасности территорий. Рассматриваются технические аспекты метода видеокартажа, его преимущества и ограничения при исследовании карстовых полостей. Также представлен опыт его применения при оценке карстоопасности объектов в центральной части города Казани. Показано, что видеокартаж на карстоопасных территориях позволяет более точно оценивать состояние грунтового массива, фиксировать положение полостей и их размеров, что способствует повышению безопасности строительства и эксплуатации инженерных сооружений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

видеокартаж; карст; карстовые полости; инженерно-геологические изыскания; геофизические методы; Казань.

ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Латыпов А.И., Гараева А.Н., Яббарова Е.Н., Усманов Р.М., Кинжалова И.Н. Применение видеокартажа для исследования карстовых проявлений в центральной части г. Казани // ГеоИнфо. 2025. Т. 7. № 3. С. 18–26.
DOI:10.58339/2949-0677-2025-7-3-18-26.

USING VIDEO LOGGING TO STUDY KARST MANIFESTATIONS IN THE CENTRAL PART OF KAZAN

Received: 29.08.2025

Accepted for publication 20.11.2025

Published 25.11.2025

LATYPOV A.I.

DSc, associate professor at the Department of General Geology and Hydrogeology, Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation
airatlat@mail.ru

GARAEVA A.N.

PhD, associate professor at the Department of General Geology and Hydrogeology, Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation

YABBAROVA E.N.

PhD, assistant lecturer at the Department of General Geology and Hydrogeology, Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation

USMANOV R.M.

Assistant lecturer at the Department of General Geology and Hydrogeology, Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation

KINZHALOVA I.N.

Master's degree student at the Department of General Geology and Hydrogeology, Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation

ABSTRACT

This article presents an overview of modern methods for using video logging (TV logging) to study karst formations and assess the karst hazard of areas. It examines the technical aspects of video logging, its advantages, and limitations in exploring karst cavities. The paper also presents practical experience in using this method to assess karst hazards in the central part of Kazan. It is shown that video logging in karst-prone areas makes it possible to assess the condition of a soil body, identify the location and dimensions of cavities more accurately, which contributes to improving the safety of construction and operation of engineering structures.

KEYWORDS:

video logging; karst; karst cavities; engineering-geological survey; geophysical methods; Kazan.

FOR CITATION:

Latypov A.I., Garaeva A.N., Yabbarova E.N., Usmanov R.M., Kinzhalova I.N. Primenenie videokarotazha dlya issledovaniya karstovykh proyavlenii v tsentral'noi chasti g. Kazani [Using video logging to study karst manifestations in the central part of Kazan] // Geoinfo. 2025. T. 7. № 3. S. 18–26. DOI:10.58339/2949-0677-2025-7-3-18-26 (in Rus.).

ВВЕДЕНИЕ ►

Карстовые процессы представляют серьезную угрозу для строительства и эксплуатации инженерных сооружений, требуя детального изучения структуры и распространения карстовых образований. Традиционные методы исследования карста, основанные на бурении и геофизических измерениях, не всегда обеспечивают достаточную детальность изучения внутренней структуры карстовых полостей. В этой связи особое значение приобретает применение видеокаротажа как высоконформативного метода прямого визуального исследования стенок скважин.

Видеокаротаж заключается в спуске в скважину миниатюрной видеокамеры с системой освещения, которая передает изображение на поверхность в режиме реального времени. Полученное видео записывается и анализируется специалистами.

Видеокаротаж позволяет решать следующие задачи:

- определение типов пород и их границ;
- выявление включений и прослоек;
- оценка степени выветривания пород;
- обнаружение трещин, разломов, зон дробления;
- определение ориентировки трещин;

- выявление карстовых полостей;
- определение уровня грунтовых вод;
- выявление водопритоков;
- наблюдение за фильтрацией.

В настоящее время метод видеокаротажа активно применяется в Российской Федерации и за рубежом. Толмачев и Хоменко [1] отмечают, что данный метод позволяет получить детальную визуальную информацию о структуре горных пород, трещиноватости и наличии карстовых полостей с высокой степенью разрешения. Костарев и Никишин [2] подчеркивают, что видеокаротаж позволяет наблюдать геологические особенности в скважине напря-

мую, что особенно важно при работе на карстоопасных территориях, где точность определения местоположения и размеров полостей критически важна для оценки инженерно-геологических условий.

Используемые в настоящее время системы видеокаротажа, как отмечают Вильямс и Джонсон [3], включают оптические телевизионные зонды высокого разрешения, способные работать в различных условиях освещенности и обеспечивать детализацию объектов размером до нескольких миллиметров. Чжоу и Батлер [4] указывают на возможность получения как статических изображений, так и видеозаписи в реальном времени, что существенно расширяет аналитические возможности метода.

ПРИМЕНЕНИЕ ВИДЕОКАРОТАЖА ПРИ ОЦЕНКЕ КАРСТОВОЙ ОПАСНОСТИ ►

Согласно СП 446.1325800.2019 видеокаротаж рекомендуется использовать в качестве обязательного метода при инженерных изысканиях на закарстованных территориях для категорий карстовой опасности II и выше [5].

Основным преимуществом видеокаротажа при изучении карста является возможность прямого визуального обнаружения и детального изучения карстовых полостей. Абукова и Трофимов [6] отмечают, что метод позволяет не только обнаруживать полости, но и определять их морфологические характеристики: форму, размеры, направление развития, степень заполнения продуктами выщелачивания.

Андрейчук и Климчук [7] подчеркивают, что видеокаротаж обеспечивает возможность изучения внутренней структуры карстовых каналов, что критически важно для понимания гидрогеологических процессов в карстовых массивах.

При инженерно-геологических изысканиях видеокаротаж позволяет получать количественные параметры карстовых образований, необходимые для оценки несущей способности оснований сооружений. Королев и Соколов [8] отмечают, что визуальная информация о степени развития карстовых процессов служит основой для разработки инженерных мероприятий по защите от карстово-суффозионных деформаций.

Наибольшая эффективность достигается при комплексном применении видеокаротажа и других геофизических методов. Так, Пайлет [9] демонстрирует,

что сочетание оптического и акустического каротажа существенно повышает достоверность результатов при изучении трещиноватых и закарстованных пород.

Методические рекомендации ВСЕГИНГЕО [10] предписывают использование видеокаротажа в комплексе с электрометрией, кавернометрией и расходометрией для получения полной характеристики карстовых образований. Видеокаротаж является важным дополнением к традиционным методам исследования скважин и позволяет получить уникальную визуальную информацию о геологическом строении участка.

Форд и Вильямс [11] отмечают особую важность видеокаротажа при изучении карстовых водоносных горизонтов, где визуальное наблюдение позволяет определять точки водопритоков и направления движения подземных вод. Это критически важно для понимания гидродинамики карстовых систем и прогнозирования их эволюции.

ПРЕИМУЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ МЕТОДА ►

Телевизионное каротажное исследование скважин характеризуется рядом значительных преимуществ, обусловленных природой визуального метода изучения геологических объектов. Его высокая детальность обеспечивается возможностью визуального анализа структурных особенностей горных пород с разрешающей способностью до миллиметровых значений, что позволяет детально изучать текстурные и структурные характеристики геологических образований. Этот метод обеспечивает получение прямой визуальной информации о геологическом строении исследуемого объекта без промежуточных интерпретационных процедур, что существенно повышает достоверность получаемых данных и исключает возможные искажения, характерные для косвенных методов исследования.

Важным преимуществом является возможность создания цифрового архива высококачественных изображений, обеспечивающего долгосрочное хранение визуальной информации и возможность многократного анализа полученных данных различными специалистами в разное время. Универсальность применения рассматриваемого метода проявляется в его эффективности при исследовании различных типов геологических разрезов и условий залегания горных пород, что делает его применимым в широком спектре геологических задач.

Однако телевизионный каротаж имеет определенные ограничения, связанные с физическими и техническими аспектами проведения исследований. Качество получаемых изображений существенно зависит от оптической прозрачности жидкости, заполняющей скважину. Повышенная мутность среды приводит к значительному ухудшению визуализации и снижению информативности метода. Геометрические ограничения метода связаны с минимально допустимым диаметром исследуемых скважин, что определяется размерами телевизионной аппаратуры и требованиями к качеству получаемых изображений.

Техническая сложность реализации метода обусловлена необходимостью использования высокотехнологичного специализированного оборудования и привлечения высококвалифицированных специалистов для проведения исследований и интерпретации результатов.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИДЕОКАРОТАЖА ПРИ ОЦЕНКЕ КАРСТОВОЙ ОПАСНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ

г. КАЗАНИ ►

Территория исторической части г. Казани представляет собой невысокую холмистую эрозионно-денудационную равнину, расчлененную долинами рек Волги и Казанки и расположенную в зоне сочленения денудационной Предкамской возвышенности и Заволжской низменности.

На многих улицах центральной части города в разное время наблюдались проявления карстово-суффозионных процессов.

В 1936 году у стен Казанского Кремля, напротив бывшего лесопильного завода, был зафиксирован локальный провал.

В 1941 году во дворе дома 16 на улице Дзержинского был обнаружен провал диаметром 3–4 м и глубиной 1,5–2 м.

В 1945 году на углу дома 2 на улице Чернышевского был зафиксирован провал диаметром 4 м и глубиной 3–3,5 м.

В 1947 году во дворе дома 47 на улице Островского был зарегистрирован провал диаметром 23 м и глубиной 7,5 м.

В 1958 году на откосе под кремлевской стеной возле старицы реки Казанки появился провал диаметром 3–4 м и глубиной 1,5–2 м, после чего рядом возникли еще два провала.

В 1960 году во дворе главного корпуса Казанского государственного уни-



Рис. 1. Схема расположения карстово-суффозионных форм рельефа на участке между улицами Кремлевской и Дзержинского

верситета был зафиксирован провал диаметром 3–4 м и глубиной 4 м.

В 1971 году у дома 16 на улице Дзержинского был обнаружен провал диаметром 6–8 м и глубиной 2–2,5 м.

В 1977 году около торгового комплекса «Пассаж» возник провал диаметром 7–8 м, в результате чего это здание пострадало.

В 2010 году рядом с домом 1 на Кремлевской площади произошел карстовый провал диаметром 10 м и глубиной 8 м.

Большая плотность карстово-суффозионных форм рельефа наблюдается на участке между улицами Кремлевской и Дзержинского (рис. 1). В геоморфологическом отношении этот участок находится в пределах второй надпойменной одицковско-московской террасы р. Волги. Естественный рельеф изменен в ходе строительного освоения территории и представляет собой террасированный склон, сформированный в XVIII веке. Рельеф эрозионно-тектонической поверхности фундамента отражает современную структуру и является результатом взаимодействия тектонических и эрозионно-денудационных процессов.

В центральной исторической части города рельеф коренных пород формировался преимущественно под воздействием процесса размыва и эрозии древней долины, что обуславливает ориентацию долин и останцов (хребтов, холмов) древнего рельефа, которые располагаются поперек современных валов.

Подземный рельеф коренных пород представлен двумя глубинными котловинами (прогибами со стороны Черного озера и озера Верхний Кабан), разделенными хребтиком, который начина-

ется от Кремля вдоль улицы Кремлевская и в настоящее время носит название «Казанский хребтик». Его протяженность в современном рельефе составляет 2 км, ширина – 500 м.

В неотектоническом отношении исследуемая территория относится к Казанскому мезоблоку, входящему в состав Кильмезского макроблока, расположена на Казанском куполе с восточной стороны и представляет собой флексурно-разрывную зону с амплитудой поднятия 70 м. Восточное крыло опускается под углом 0,045–0,048°, а западное – под углом 0,008–0,010°.

Эрозионный останец сложен пермскими отложениями, перекрытыми ма-ломощным чехлом четвертичных пород.

В разрезе пермских пород повсеместно вскрываются доломиты седиментационно-диагенетические, плотные, светло-серые и желтовато-серые, плитчатые, с пелитоморфной структурой и неясно выраженной горизонтально-слоистой текстурой за счет неравномерно-послойного распределения глинистого материала. Участками в разрезе отмечается повышенное содержание гипсовых агрегатов либо каверн размером до 2,0 см. На всем протяжении доломиты претерпели гипергенные изменения, вызвавшиеся в разрушении исходной структуры пород и их дезинтеграции на отдельные плитчатые отдельности. По характеру преобразования доломиты верхнеказанского подъяруса в большинстве интервалов дезинтегрированы до щебнисто-дресвяных обособлений с заполнителем в виде доломитовой или доломитово-глинистой муки. Обломки доломитов характеризуются плотным сложением, светло-серой

окраской, пелитоморфной структурой и горизонтально-слоистой текстурой.

На региональном уровне подобная обстановка способствует активному развитию карстовых и карстово-суффозионных процессов.

Карстующимися породами на участке исследований являются известняки и доломиты верхне- и нижнеказанского подъяруса, а также гипсы и ангидриты сакмарского яруса.

Карстовые процессы в сакмарском ярусе, происходящие в гипсах и ангидритах на большой глубине, в Казани не приводят к локальным разрушениям на поверхности. Однако в сочетании с тектоническими движениями они вызывают медленные опускания земной поверхности. Эти процессы не представляют опасности для зданий и сооружений.

Отложения нижнеказанского подъяруса трансгрессивно залегают на размытой закарстованной поверхности сульфатно-карбонатных пород сакмарского яруса. В составе нижнеказанского подъяруса выделяются преимущественно терригенные и карбонатные породы. Общая мощность отложений нижнеказанского подъяруса на территории участка изменяется от 35 до 56 м.

Верхнепермские отложения бронируют закарстованный массив нижнеказанского подъяруса, представленный преимущественно терригенными породами.

Центральная часть г. Казани представляет собой территорию с высокой плотностью застройки, на которой расположено множество объектов культурного наследия, большая часть которых имеет низкую жесткость несущих конструкций и неглубокое заложение фундаментов.

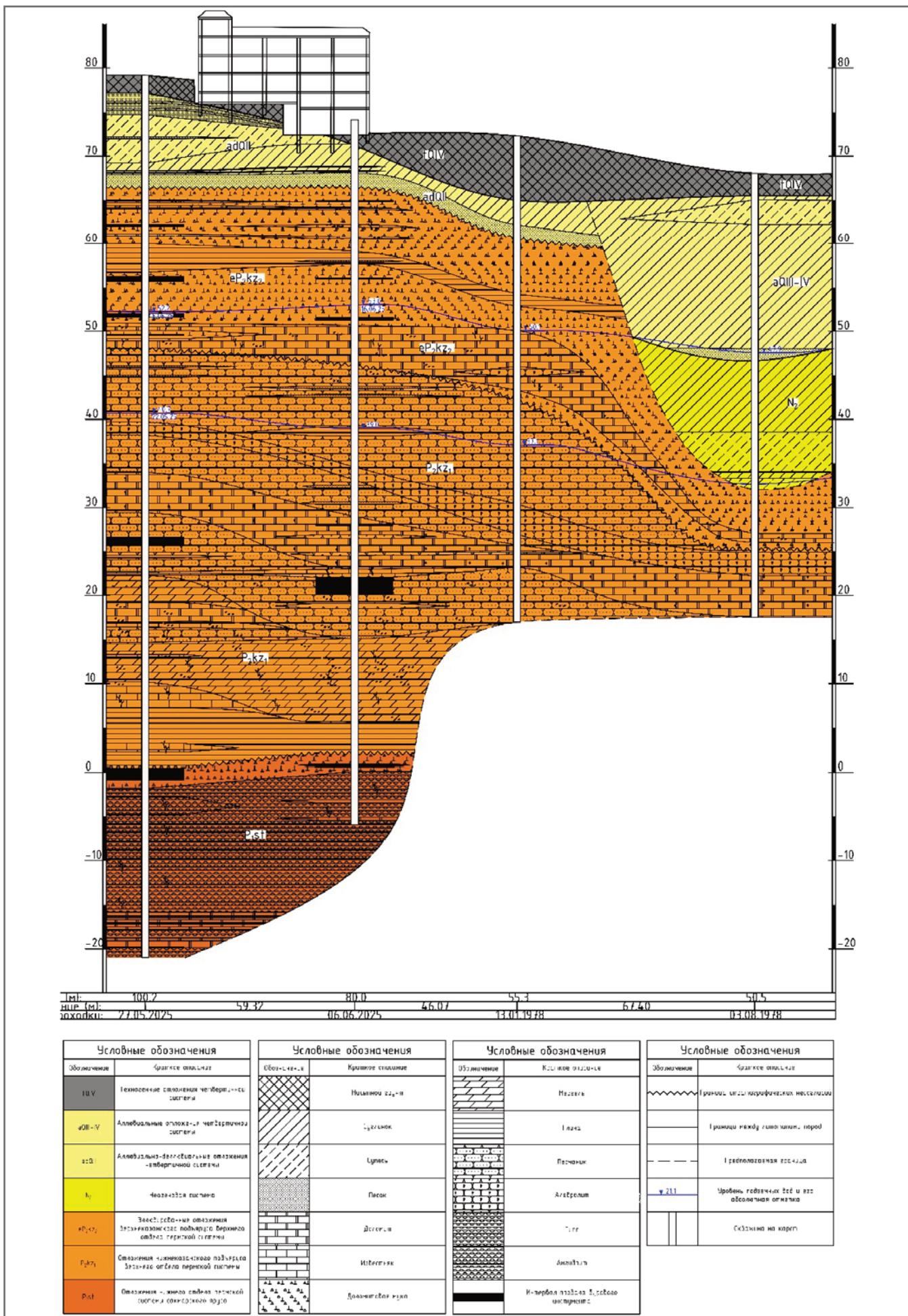
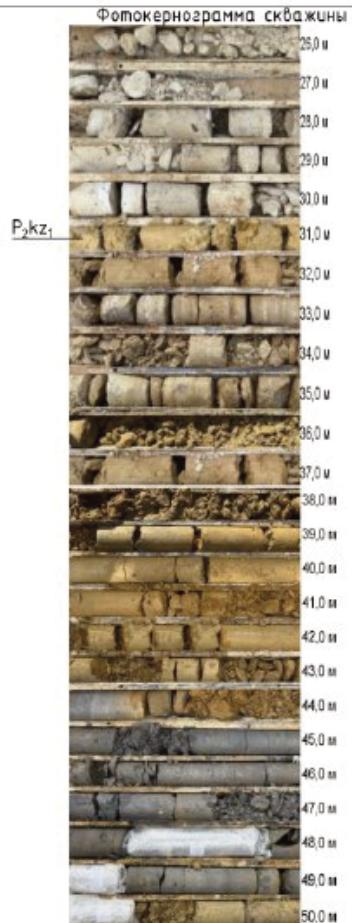


Рис. 2. Инженерно-геологический разрез исследуемой территории



Формат А4

Рис. 3. Фотокернограмма скважины в интервале 38–74 м

На рисунке 2 приведен инженерно-геологический разрез исследуемой территории со схематичным изображением одного из таких зданий, расположенных вдоль улицы Дзержинского. При обследовании этого здания было пройдено несколько скважин глубиной до 100 м со сплошным отбором керна. При этом высокая степень нарушенности полускальных пород не позволила с необходимой точностью установить размеры возможных полостей в карстующемся массиве. При бурении наблюдались лишь некоторые незначительные провалы бурового инструмента. На рисунке 3 показана фотокернограмма одной из скважин в интервале 38–74 м.

В соответствии с действующими строительными нормами, в частности СП 499.1325800.2021 [12], ширину карстовой полости B , м, определяют по формуле:

$$B = B_0 + VT,$$

где B_0 – начальный размер карстовой полости, пустоты, трещины, м, определяемый по результатам бурения и данным геофизических исследований; V –

максимальная среднегодовая скорость роста полости (растворения) карстующихся пород, см/год, определяемая по данным инженерно-геологических изысканий; T – расчетный срок эксплуатации здания.

Величины B_0 определяют на основании прямых измерений размеров вскрытых полостей, а также информации о провалах бурового инструмента при проходке скважин.

На исследуемом объекте ни при геофизических работах, ни на основании буровых работ не удалось установить точные размеры полостей. Поэтому согласно нормам следует принять значение B_0 равным 1,5 м.

Тогда при расчетном сроке эксплуатации $T=50$ лет и максимальной среднегодовой скорости роста полости (растворения карстующихся пород) $V=0,1 \div 1$ см/год размер полости B составит:

$$B = B_0 + VT = 1,5 + \frac{(0,1 \div 1)}{100} \cdot 50 = (1,55 \div 2,0) \text{ м}.$$

Для этих условий были выполнены расчеты методом конечных элементов в программе SiO 2D в двухмерной поста-

новке с учетом напряженного состояния, механических свойств грунтов (на основе линейно-деформируемой модели грунта и принятого критерия прочности) и трех горизонтов грунтовых вод. В результате было установлено, что при таких исходных данных в покрывающей карстующуюся породу глинистой толще возникнут зоны пластического течения, что означает переход грунтового массива в область предельных состояний (рис. 4).

Очевидно, что если бы оценки с применением подобного подхода были близки к реальной карстовой опасности, то подавляющее большинство зданий в центральной части г. Казани (многие из которых имеют возраст более 100 лет) уже давно бы разрушились, чего не наблюдается в действительности. Причин подобного несоответствия требований норм с реальностью несколько.

Во-первых, фактическая растворимость карбонатных пород часто оказывается значительно ниже 0,1 см в год (и уж тем более ниже 1 см в год). Лабораторные исследования авторов показали, что полученные ими значения скоп-

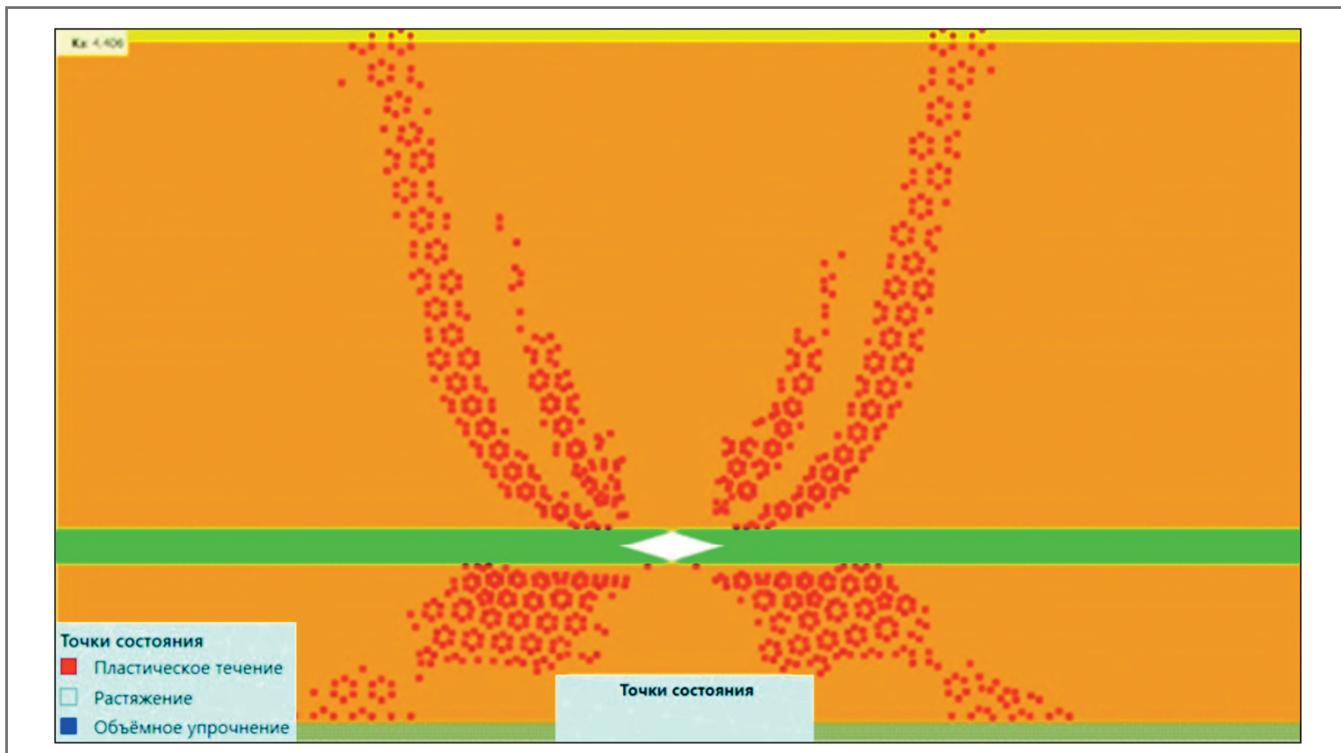


Рис. 4. Область предельного состояния в покрывающей толще. Оранжевым цветом показана покрывающая глинистая толща, зеленым – карстующаяся порода с полостью высотой 2,0 м

ности растворения на несколько порядков ниже принятых справочных величин, что вполне очевидно с точки зрения основ минералогии.

Во-вторых, процесс растворения в значительной степени зависит от гидрогеологических условий (наличия и положения уровня грунтовых вод, величины напора, направления фильтрационного потока, наличия водоупоров над карстующимися породами и др.). В рассматриваемом примере первый от поверхности слой доломитов расположен выше уровня грунтовых вод и перекрыт достаточно большой глинистой толщей, что фактически исключает процесс его растворения.

Несмотря на эти очевидные первостепенные причины, существующий подход к оценке скорости роста подземных полостей и, как следствие, интенсивности протекания карстовых процессов часто используется на практике как единственно верный.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ►

С целью установления точных размеров и расположения полостей в грунтовом массиве летом 2025 года был выполнен видеокаротаж всех пройденных скважин. Он проводился с использованием видеокаротажного оборудования, оснащенного специальной водонепроницаемой камерой высокого разрешения (диаметром 25 мм, с разрешением



Рис. 5. Видеокаротаж скважины

1200 ТВЛ и углом обзора 145°) со светодиодной подсветкой (рис. 5). Опускание видеокамеры в скважину производилось аккуратно и равномерно до достижения заданного интервала исследования. При продвижении камеры фиксировались пройденные интервалы, что включало определение глубины по измерительным приборам и описание структуры пород. В режиме реального времени изображение передавалось на

монитор и одновременно записывалось на носитель для последующего анализа. Таким образом обеспечивалось получение подробной и достоверной информации о состоянии стенок скважины и характеристиках пород в процессе исследования. На рисунке 6 показаны примеры фотографий ствола скважины в карстующихся доломитах.

Использование видеокаротажа позволило установить, что доломитовая тол-

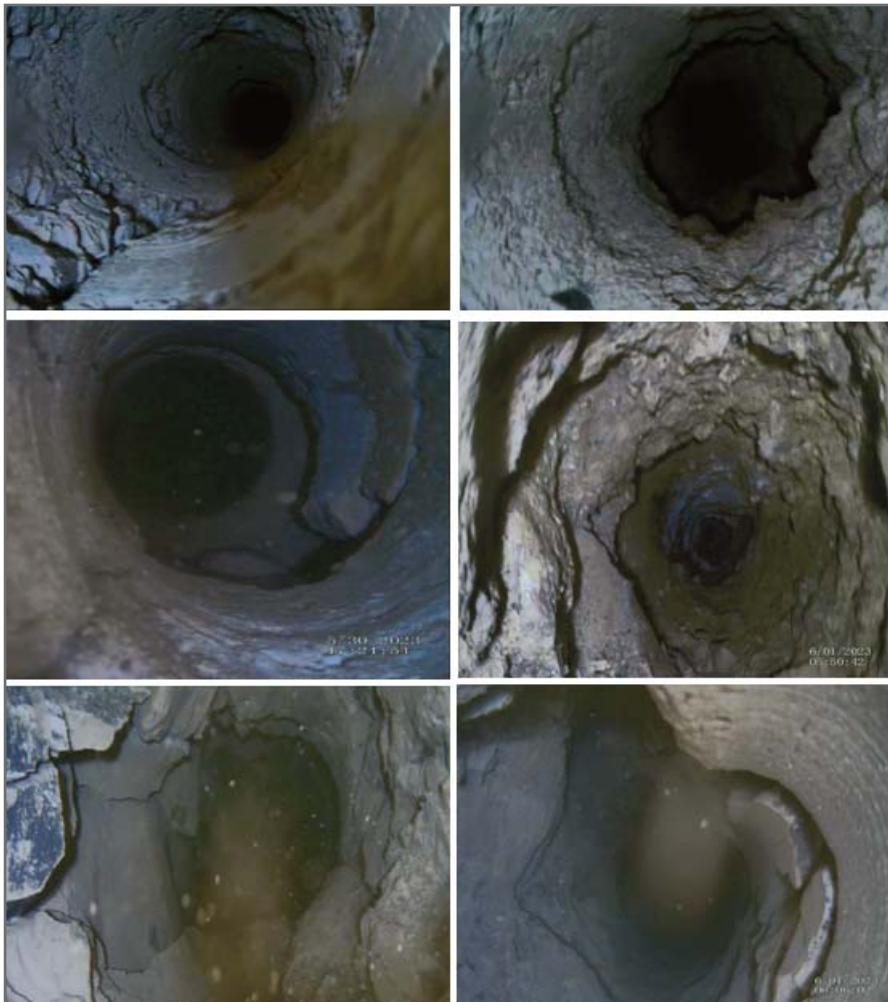


Рис. 6. Примеры фотофиксации стенок ствола скважины при видеокаротаже

ща верхнеказанского подъяруса разбиты многочисленными вертикальными и наклонными трещинами протяженностью до 1,5 м и раскрытием до 1,0 см. Участками в доломитах появляются крупные щелевидные полости каверн выщелачивания, глубоко уходящие вглубь грунтового массива. По морфологическим особенностям и характеру

действия внешних сил наклонные и вертикальные трещины в карстовом массиве можно отнести к трещинам отрыва (с неровной рваной поверхностью, отсутствием смещений вдоль стенок, слабой извилистостью, относительно большой протяженностью). Трещиноватость пород приводит к образованию микрополостей (размером до 10 см) и пещери-

стых полостей (до 20 см), которые не всегда можно выявить по провалу бурого инструмента.

Таким образом, результаты видеокаротажа не выявили полостей значительного размера в зоне влияния обследованного здания и подтвердили низкую скорость протекания карстовых процессов в исторической части г. Казани. Именно по этой причине карстовые провалы на исследуемой территории носят довольно редкий характер.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ►

Видеокаротаж представляет собой высокоеффективный метод исследования карстовых образований, обеспечивающий получение детальной визуальной информации о структуре и морфологии карстовых полостей. Комплексное применение метода с другими геофизическими исследованиями значительно повышает достоверность оценки карстовой опасности территорий.

Перспективы развития этого метода связаны с совершенствованием технических средств, разработкой автоматизированных систем обработки данных и интеграцией с цифровыми технологиями трехмерного моделирования геологических объектов.

Внедрение видеокаротажа в практику инженерно-геологических изысканий на карстоопасных территориях способствует повышению безопасности строительства и эксплуатации инженерных сооружений.

Оценка карстовой опасности участка центральной части г. Казани показала эффективность применения видеокаротажа, которая выражается как в точной фиксации положения полостей и их размеров, так и в корректности оценки скорости протекания карстового процесса. ■

Список литературы ►

1. Толмачев В.В., Хоменко В.П. Применение телевизионного каротажа для изучения карстовых полостей // Геология и разведка. 1985. № 7. С. 54–58.
2. Костарев В.П., Никулин А.А. Видеокаротаж скважин при инженерно-геологических изысканиях на карстоопасных территориях // Геология и разведка. 2007. № 6. С. 52–54.
3. Williams J.H., Johnson C.D. Acoustic and optical borehole-wall imaging for fractured-rock aquifer studies // Journal of Applied Geophysics. 2004. Vol. 55. № 1-2. P. 151–159. DOI: 10.1016/j.jappgeo.2003.06.009. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926985103000764>.
4. Zhou H., Butler A.P. Optical televiewer logging for characterization of karst aquifers // Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology. 1996. Vol. 29. № 1. P. 51–62. <https://doi.org/10.1144/GSL.QJEGH.1996.029.P1.06>.
5. СП 446.1325800.2019. Инженерно-геологические изыскания для строительства на закарстованных территориях. Общие правила производства работ. М.: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, 2019.
6. Абукова Л.А., Трофимов В.Т. Комплексная оценка карстовой опасности с использованием геофизических методов // Инженерная геология. 2001. № 6. С. 45–50.

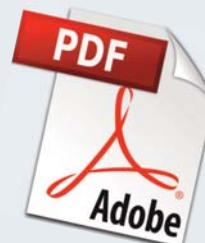
7. Андрейчук В.Н., Климчук А.Б. О возможностях и перспективах применения телевизионного каротажа в карстово-спелеологических исследованиях // Пещеры. Пермь, 1993. Вып. 23-24. С. 12–21.
8. Королев В.А., Соколов В.Н. Методы изучения карста при инженерно-геологических изысканиях. М.: КДУ, 2017. 234 с.
9. Paillet F.L. Application of borehole geophysics in the characterization of flow in fractured rocks // U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report. 2001. № 01-4084. 41 p.
10. Методические рекомендации по применению геофизических методов при изучении карста и оползней. М.: ФГБУ «ВСЕГИНГЕО», 2019. 87 с.
11. Ford D., Williams P. Karst Hydrogeology and Geomorphology. John Wiley & Sons, 2018. 576 p.
12. СП 499.1325800.2021. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от карстово-супфозионных процессов. Правила проектирования. М.: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, 2021.

References ►

1. Tolmachev V.V., Khomenko V.P. Primenenie televizionnogo karotazha dlya izucheniya karstovykh polostei [Application of television logging to study karst cavities] // Geologiya i razvedka. 1985. № 7. S. 54–58 (in Rus.).
2. Kostarev V.P., Nikulin A.A. Videokarotazh skvazhin pri inzhenerno-geologicheskikh izyskaniyakh na karstoopasnykh territoriyakh [Video logging of boreholes during engineering-geological surveys in karst-prone areas] // Geologiya i razvedka. 2007. № 6. S. 52–54.
3. Williams J.H., Johnson C.D. Acoustic and optical borehole-wall imaging for fractured-rock aquifer studies // Journal of Applied Geophysics. 2004. Vol. 55. № 1-2. P. 151–159. DOI: 10.1016/j.jappgeo.2003.06.009. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926985103000764> (in Engl.).
4. Zhou H., Butler A.P. Optical televiewer logging for characterization of karst aquifers // Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology. 1996. Vol. 29. № 1. P. 51–62 (in Engl.). <https://doi.org/10.1144/GSL.QJEGH.1996.029.P1.06>.
5. SP 446.1325800.2019. Inzhenerno-geologicheskie izyskaniya dlya stroitel'stva na zakarstovannykh territoriyakh. Obshchie pravila proizvodstva rabot [SP 446.1325800.2019. Engineering-geological surveys for construction in karst areas. General rules for performing work]. M.: Ministerstvo stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo khozyaistva RF, 2019.
6. Abukova L.A., Trofimov V.T. Kompleksnaya otsenka karstovoi opasnosti s ispol'zovaniem geofizicheskikh metodov [Integrated assessment of karst hazard using geophysical methods] // Inzhenernaya geologiya. 2001. № 6. S. 45–50.
7. Andreichuk V.N., Klimchuk A.B. O vozmozhnostyakh i perspektivakh primeneniya televizionnogo karotazha v karstovo-speleologicheskikh issledovaniyakh [On possibilities and prospects of using television logging in karst-speleological studies] // Peshchery. Perm', 1993. Vyp. 23-24. S. 12–21.
8. Korolev V.A., Sokolov V.N. Metody izucheniya karsta pri inzhenerno-geologicheskikh izyskaniyakh [Methods for Studying Karst in Engineering-Geological Surveys]. M.: KDU, 2017. 234 s.
9. Paillet F.L. Application of borehole geophysics in the characterization of flow in fractured rocks // U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report. 2001. № 01-4084. 41 p. (in Engl.).
10. Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu geofizicheskikh metodov pri izuchenii karsta i opolznei [Methodological recommendations on the use of geophysical methods in the study of karst and landslides]. M.: FGBU "VSEGINGEO", 2019. 87 s.
11. Ford D., Williams P. Karst Hydrogeology and Geomorphology. John Wiley & Sons, 2018. 576 p. (in Engl.).
12. SP 499.1325800.2021. Inzhenernaya zashchita territorii, zdani i sooruzhenii ot karstovo-suffozionnykh protsessov. Pravila proektirovaniya [Engineering protection of territories, buildings, and structures against karst and suffusion processes. Design rules]. M.: Ministerstvo stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo khozyaistva RF, 2021.

ГеоИнфо

Независимый электронный журнал



WWW.GEOINFO.RU

С 2022 года журнал «ГеоИнфо»
выходит в формате *PDF.
4 выпуска в 2025 году