

М.В. Богомаз**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАКАРСТОВАННОСТИ
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Рассмотрены проблемы развития карста на урбанизованных территориях, приведен один из методов расчета интенсивности провалообразования для определения категории устойчивости местности, представлен пример применения компьютерной системы для оценки закарстованности.

Ключевые слова: карст, компьютерная система, база данных, карстовый провал, интенсивность провалообразования, категория устойчивости.

Карст является опасным природным процессом на Земле из-за внезапности проявления в виде провалов и оседаний земной поверхности.

Активное развитие карста в границах населенных пунктов оказывает неблагоприятное влияние на промышленное и жилищное строительство (требуются дополнительные затраты на постройку зданий и сооружений, происходят разрушения ранее построенных объектов), при прокладке инженерных коммуникаций (требуется принимать во внимание возможность карстовых новообразований под газопроводами и нефтепроводами, в местах протечек и прорывов водопровода образуется

техногенный карст), строительстве дорог. Для предотвращения ряда аварийных и чрезвычайных ситуаций, связанных с развитием карста, выдачи научно обоснованных рекомендаций по строительству на урбанизованных территориях, прежде всего, необходимо знать особенности залегания карстующихся пород в каждом конкретном случае, гидрологический режим данной местности и т.д.

Рассмотрим активное развитие карста на примере г. Кунгура Пермского края.

На территории г. Кунгура и его окрестностей широко развиты карстовые процессы, связанные с выше-

Таблица 1

Категории устойчивости территории относительно интенсивности образования карстовых провалов	Интенсивность провалообразования (среднегодовое количество провалов на 1 км² территории (случаи/км² в год)
I	свыше 1,0
II	св. 0,1 до 1,0
III	св. 0,05 до 0,1
IV	св. 0,01 до 0,05
V	до 0,01
VI	провалообразование исключается

Примечание: К шестой категории устойчивости относятся территории, на которых возникновение карстовых провалов земной поверхности невозможно (из-за отсутствия растворимых горных пород или благодаря наличию надежной защитной покрывающей толщи нерастворимых водонепроницаемых или скальных пород).

Таблица 2

Категории устойчивости территории относительно средних диаметров карстовых провалов	Средние диаметры карстовых провалов, м
А	свыше 20
Б	св. 10 до 20
В	св. 3 до 10
Г	до 3

лачиванием сульфатных пород. Это подтверждается наличием многочисленных карстовых провалов на его территории. За период с 1952 г. по настоящее время зафиксировано более 600 провалов (рис. 1).

Интенсивное развитие карста на территории города Кунгура и его окрестностей осложняет инженерно-геологические условия местности.

Устойчивость закарстованных участков территорий принято выражать количеством провалов в год на 1 км² (Макеев, 1948; Максимович, 1961; Саваренский, 1962).

При строительстве зданий и сооружений, при проектировании фундаментов определяется категория устойчивости территории города относительно карстовых провалов по

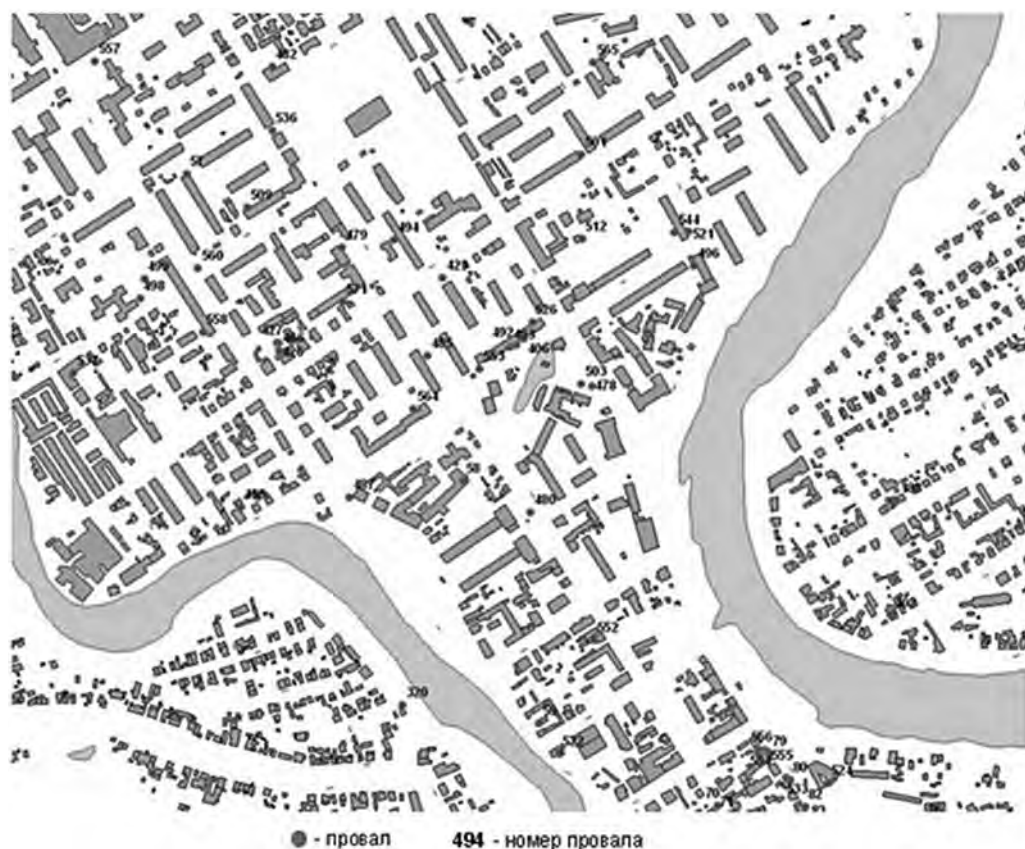


Рис. 1. Фрагмент карты зафиксированных провалов в г. Кунгур



Рис. 2. Основные компоненты компьютерной системы

интенсивности провалообразования и по средним диаметрам карстовых провалов (табл. 1, 2).

Для определения категории устойчивости рассчитывается среднегодо-

вое количество карстовых провалов на 1 км² территории:

$$\lambda = \frac{n}{S \cdot t}, \quad (1)$$

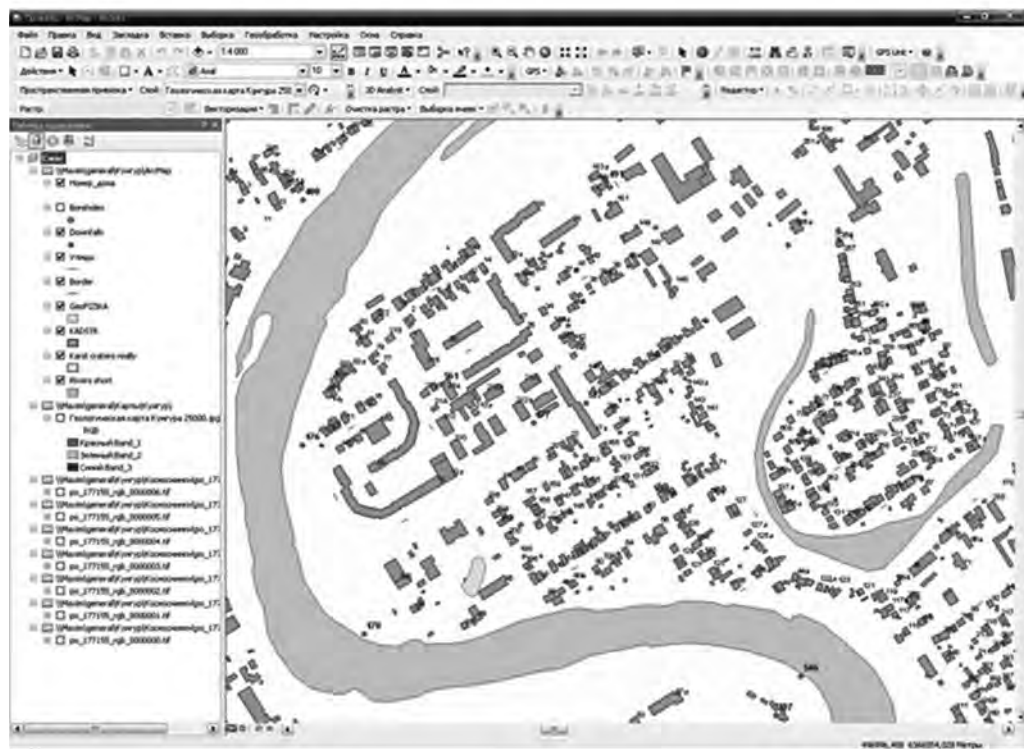


Рис. 3. Карстовые провалы на карте г. Кунгура, представленные в ПО ArcGis 10 компании ESRI

где n – количество карстовых провалов, $S = 1 \text{ км}^2$, t – количество лет наблюдения (год).

Рассмотрим пример использования компьютерных систем для определения категории устойчивости урбанизированных территорий.

Компьютерная система (рис. 2) – это совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих компьютеров (процессоров), периферийного оборудования и программных средств, предназначенных для подготовки и решения задач пользователя.

В нашем случае, карстовые провалы, зафиксированные на территории г. Кунгура, нанесены на карту города в компьютерную программу, а именно в ПО ArcGis 10 компании ESRI (рис. 3). Описание и характеристики провалов занесены в базу данных (БД), которая подключена к этой же программе. БД представляет собой файл, созданный в программе Microsoft Excel.

При внесении новых данных в БД провалов, компьютерная программа автоматически добавляет изменения, рисуя на карте провал и его номер.

При определении категории устойчивости конкретного объекта программа при помощи SQL-запросов анализирует количество провалов в радиусе 1 км^2 от объекта, считывает всю инфор-

мацию по этим провалам (количество провалов, их величина и размер), рассчитывает среднегодовое количество провалов по формуле (1) и на выходе выдает результат о категории устойчивости данной территории.

В этом примере показано использование компьютерной системы для определения категории устойчивости территории г. Кунгура Пермского края относительно карстовых провалов по интенсивности провалообразования и по средним диаметрам карстовых провалов. Но интенсивность развития и характер проявления карста на урбанизированных территориях зависят не только от количества карстовых провалов и их размеров, но и от геологического строения территории, растворимости вмещающих пород, растворяющей способности и расходов карстовых вод, прочностных свойств карстующихся и перекрывающих их пород и т.д. Растворяющая способность карстовых вод определяется их минерализацией, химическим составом, температурой и давлением.

В настоящее время разрабатывается компьютерная система, которая автоматически обрабатывает выше указанные данные о карстоопасности и выводит результат в виде графического представления с типовыми рекомендациями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукин В.С., Ежов Ю.А. Карст и строительство в районе Кунгура. – Пермь, Пермское книжное издательство, 1975.
2. Осипов В.И., Шойгу С.К. Природные опасности России. Т. 3. Экзогенные геологические опасности. – М., 2002.
3. Толмачев В.В., Ройтер Ф. Инженерное карстоведение. – М., 1990.
4. Разработка и создание электронных баз данных результатов геологического изучения недр и инженерно-геологических изысканий на урбанизированных территориях пермской области, сложенных сульфатными породами. Отчет ГИ УрО РАН. – Пермь, 2006.
5. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. – М., 2000. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Богомаз М.В. – инженер 1-й категории Кунгурской лаборатории-стационара ГИ УрО РАН, e-mail: mbog_kungur@mail.ru.

APPLICATION OF COMPUTER-BASED SYSTEMS FOR EVALUATING KARST DEVELOPMENT IN URBANIZED TERRITORIES

Bogomaz M.V., Engineer, Kungur laboratory of the Mining Institute of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Russia, e-mail: mbog_kungur@mail.ru.

Problems of karst development in the urbanized territories are considered, a method for collapse intensity calculation to define the category of district stability is provided, an example of computer system for karst development assessment is presented.

Key words: karst, computer-based systems, database, doline, intensity of collapse formation, category of stability.

REFERENCES

1. Lukin V.S., Ezhov Yu.A. *Karst i stroitel'stvo v raione Kungur* (Karst and construction near Kungur), Perm, Permskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1975.
2. Osipov V.I., Shoigu S.K. *Prirodnye opasnosti Rossii*. T. 3. Ekzogennye geologicheskie opasnosti (Natural hazards of Russia. Vol. 3 Exogenous geological hazards), Moscow, 2002.
3. Tolmachev V.V., Roiter F. *Inzhenernoe karstovedenie* (Engineering karst-phenomena studies), Moscow, 1990.
4. *Razrabotka i sozdanie elektronnykh baz dannykh rezul'tatov geologicheskogo izucheniya nedr i inzhenerno-geologicheskikh izyskaniy na urbanizirovannykh territoriyakh permskoi oblasti, slozhennykh sul'fatnymi porodami*. Otchet GI UrO RAN (Development and creation of electronic databases of results of subsoil geological studies and engineering-geological research in the urbanized territories of the Perm area formed by sulphatic rocks. Report of the Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences), Perm, 2006.
5. *Inzhenerno-geologicheskie izyskaniya dlya stroitel'stva. SP 11-105-97* (Engineering-geological research for construction. Set of Rules 11-105-97), Moscow, 2000.



НА ТВОРЧЕСКОМ ВЕЧЕРЕ «ОБУШКА»



Выступает Вера Чумакова, постоянный автор «Обушка»