

Литература

1. СНиП 2.02.04-88. Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах.
2. *Харионовский В.В.* Повышение прочности газопроводов в сложных условиях. Л.: Недра, Ленинградское отд., 1990.

ОЦЕНКА КАРСТООПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ЗАКАРСТОВАННЫХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ г. КУНГУР)

**Г.Н. Дублянская, Т.Г. Ковалева, О.М. Лихая, С.В. Щербаков,
Д.Р. Золотарев, Д.В. Кошкина**

ГОУ ВПО «Пермский государственный университет», 614990, г. Пермь, ул. Генкеля, д. 8,
к. 511, тел. 8(342)239-6668, факс 8(342)239-6439; e-mail: ipeon@psu.ru

Современное инженерное карстоведение имеет неупорядоченную понятийную базу. В 1940–1960-е гг. З.А. Макеев, М.С. Газизов и Г.А. Максимович пользовались понятиями «устойчивость» (участка, территории); в 1970–1980-е гг. Н.В. Родионов и Б.Н. Иванов применили понятие «карстоопасность» [1].

В опубликованной литературе по карсту содержится несколько определений понятия «карстоопасность», предложенных различными авторами (В.М. Кутепов, В.Н. Кожевникова, 1984; В.В. Толмачев, Г.М. Троицкий, 1986; В.В. Толмачев, Ф. Ройтер, 1990; Г.Н. Дублянская, В.Н. Дублянский, 1992; Е.С. Дзекцер, 1994; А.И. Шеко, В.С. Круподеров, 1994; В.Н. Андрейчук, 1997; В.Н. Катаев, 2001; А.Л. Рагозин, В.А. Елкин, 2003 и др.). Почти все исследователи приписывают ему значение угрозы территории или сооружению и однозначно увязывают карстоопасность с хозяйственной деятельностью человека. По их представлениям вне последнего карстоопасность просто не существует.

Понятие «устойчивость закарстованной территории» было введено З.А. Макеевым (1948), но, к сожалению, оно трактуется специалистами также неоднозначно (З.А. Макеев, 1948; Г.А. Максимович, 1963; М.С. Газизов, 1968; М.Д. Сычева, 1972; В.М. Кутепов, В.Н. Кожевникова, 1989; Г.Н. Дублянская, В.Н. Дублянский, 1992; В.Н. Катаев, 1994; И.А. Саваренский, Н.А. Миронов, 1995 и др.). Термин «устойчивость» используется в разных смыслах: как оценочный применительно к территории (участок, строительная площадка), к геологическому телу (порода), конструкции (сооружение) или как мера безопасности (количество провалов, полостей).

Таким образом, анализ опубликованной литературы показал, что понятия «устойчивость» и «карстоопасность» имеют близкий, хотя и не совсем одинаковый смысл. В 90-е гг. термины «устойчивость» и «карстоопасность» использовались как синонимы: в одних случаях районирование закарстованных территорий производилась по устойчивости, а оценка – по кар-

стоопасности, в других – оценка территории выполнялась по устойчивости, а районирование – по карстоопасности.

Также как существует несколько подходов к определению карстоопасности и устойчивости, существует множество методик их оценки (З.А. Макеев, 1931, 1948; Г.А. Максимович, 1961; И.А. Саваренский, 1962; В.В. Толмачев, 1986; Г.Н. Дублянская, В.Н. Дублянский, 1994; В.Н. Андрейчук, 1990, 1997; В.М. Кутепов и др., 1997; А.Л. Рагозин, В.А. Елкин, 2003 и др.). В общероссийскую и территориальную нормативную литературу [4, 5, 7] вошли методики оценки устойчивости закарстованных территорий, предложенные И.А. Саваренским и Н.А. Мироновым [2], основанные на определении интенсивности провалообразования и средних диаметров провалов, а также удаленности от ближайшего поверхностного проявления карста. Методика оценки карстоопасности приведена в территориальных строительных нормах Пермской области [5] и основана на объединении выделенных категорий устойчивости по интенсивности провалообразования в три степени карстоопасности.

Авторами проведена оценка карстоопасности и устойчивости территории г. Кунгур (Пермский край) по критериям, предложенным в действующих нормативных документах¹ [4, 5, 7]. Впервые инженерно-геологическое районирование территории г. Кунгур масштаба 1:25000 было проведено В.С. Лукиным и Ю.А. Ежовым в 1975 г. на основе анализа природных условий города, а также 166 карстовых провалов, образовавшихся в период с 1939 по 1971 гг. Авторами был сделан вывод о возможности строительства в г. Кунгур многоэтажных зданий и сооружений. В 90-е гг. В.С. Лукин и В.Н. Андрейчук продолжали заниматься этим вопросом, а по некоторым районам – ЗАО «ВерхнекамТИСИЗ», но результаты не опубликованы.

Оценка устойчивости методом удаленности от ближайшего поверхностного карстопроявления выполнена в соответствии с рекомендациями [7]. На карте устойчивости категории ограничены изолиниями, равноудаленными от провалов. Для выделения I категории устойчивости был принят радиус самого большого из обнаруженных на исследуемой территории провалов (17,85 м). Соответственно, II категория устойчивости выделена на расстоянии одного максимального диаметра от каждого провала (35,7 м, табл. 1, рис. 1).

Таблица 1. Категории устойчивости территории по удаленности от ближайшего поверхностного карстопроявления [7]

Категории устойчивости территории	Удаленность от ближайшего поверхностного карстопроявления, м	
	по ТСН 302-50-95 РБ	на карте
I (очень неустойчивая)	Сам провал	<17,85
II (неустойчивая)	Один диаметр от провала	17,85–35,7
III (недостаточно устойчивая)	<100	35,7–100
IV (несколько пониженной устойчивости)	100–250	100–250
V (относительно устойчивая)	>250	>250

¹ Работа выполнена в рамках Государственного контракта №4/3/2006 от 15.02.2006 г. по объекту «Мониторинг закарстованных территорий Пермской области»

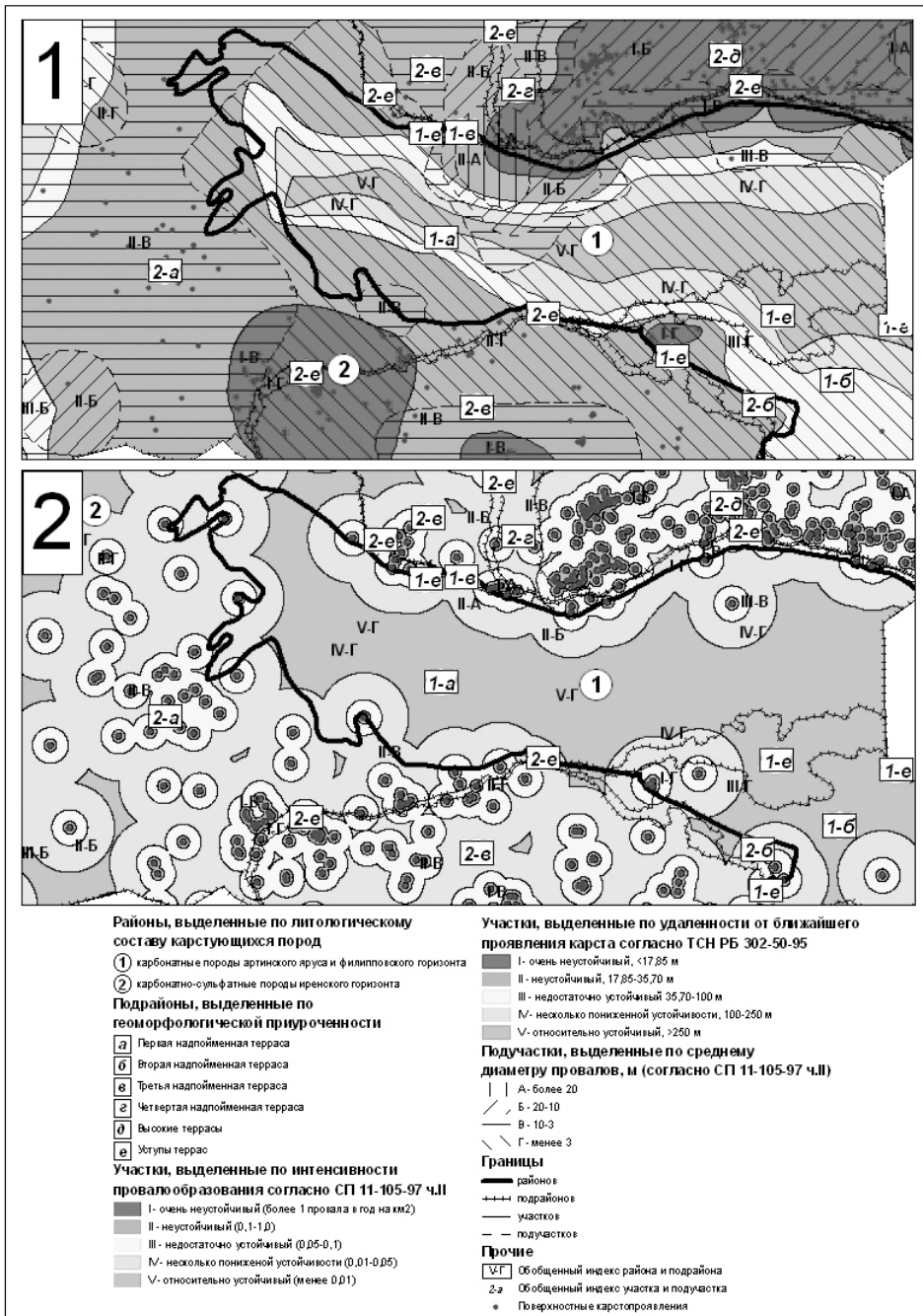


Рис. 1. Фрагмент схематической карты: 1 – устойчивости по интенсивности провалообразования и средним диаметрам провалов; 2 – устойчивости по удаленности от ближайшего карстопоявления

Оценка устойчивости по интенсивности провалообразования и среднему диаметру провалов произведена в соответствии с [4] в масштабе 1:10000 (табл. 2, 3, рис. 1).

Таблица 2. Категории устойчивости территории относительно интенсивности образования карстовых провалов [4]

Категории устойчивости территории	Интенсивность провалообразования (среднегодовое количество провалов на 1 км ² территории (случаи/км ² в год)
I	свыше 1,0
II	свыше 0,1 до 1,0
III	свыше 0,05 до 0,1
IV	свыше 0,01 до 0,05
V	до 0,01
VI	Провалообразование исключается

Таблица 3. Категории устойчивости территории относительно средних диаметров карстовых провалов [4]

Категории устойчивости территории	Средние диаметры карстовых провалов, м
A	свыше 20
B	свыше 10 до 20
B	свыше 3 до 10
Г	до 3

Согласно [4, 7] при оценке устойчивости закарстованных территорий рекомендуется проводить их районирование. При районировании территории г. Кунгур были выделены следующие таксонометрические единицы:

1. *Районы* выделялись по литологическому составу карстующихся пород. Их два: первый – на площади распространения карбонатных пород артинского яруса и филипповского горизонта; второй – на площади распространения карбонатно-сульфатных пород иренской свиты кунгурского яруса.

2. *Подрайоны* выделялись в пределах районов по геоморфологическому строению. Выделены 6 подрайонов, каждый из которых соответствует определенному геоморфологическому элементу: первый – первой надпойменной, второй – второй, третий – третьей, четвертый – четвертой, пятый – высоким террасам рек Сылва, Ирень и Шаква, шестой – уступам террас.

3. *Участки* на карте, построенной методом удаленности от ближайшего поверхностного карстопроявления, выделялись по удаленности от ближайшего карстового провала, согласно табл. 1. На карте устойчивости по интенсивности провалообразования участки выделены по одноименному показателю (P или λ , шт./км²·год) согласно табл. 2.

4. *Подучастки* выделялись по категориям устойчивости, определенным по средним диаметрам карстовых провалов согласно табл. 3.

Для расчета интенсивности провалообразования и средних диаметров провалов выделенные подрайоны были разделены на 264 операционно-территориальные единицы (ОТЕ) сеткой размерами 1×1 км², для каждой из них

были посчитаны ее площадь (в км²), количество попавших в нее поверхностных карстопоявлений, был определен их средний диаметр. Показатель интенсивности провалообразования (P или λ , шт./км²·год) был рассчитан за срок равный 56 годам, что соответствует периоду стационарных наблюдений за процессами провалообразования Кунгурским стационаром (позднее Кунгурская лаборатория-стационар ГИ УрО РАН). Оценка карстоопасности произведена по рекомендациям ТСН-11-301-2004 По [5] (с. 81), согласно которым, категории устойчивости относительно интенсивности провалообразования объединены в три категории по степени карстоопасности в масштабе 1:10000 (табл. 4).

Таблица 4. Качественная оценка закарстованных территорий по степени карстоопасности ([5], с добавлениями авторов)

Степень опасности закарстованных территорий	Категории устойчивости территорий относительно интенсивности карстовых деформаций (провалов) и удаленности от ближайшего карстопоявления
Опасная	I–III
Потенциально опасная	III–V
Практически неопасная	V–VI

Наиболее опасными на территории г. Кунгур являются 8 категорий устойчивости (I-A, I-B, I-V, I-G, II-A, II-B, II-V, II-G). Участки с этими категориями развиты в пределах высоких террас рек Сылва, Ирень и Шаква (Ледяная гора, Заиренский, Кирова) и приходятся на территории интенсивного хозяйственного освоения. Согласно рекомендациям, приведенным в [3, 6], на территории г. Кунгур строительство зданий и сооружений без применения противокрстовых мероприятий запрещается.

Литература

1. Дублянская Г.Н., Дублянский В.Н. Теоретические основы изучения парагенезиса карст-подтопление. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1998.
2. Саваренский И.А., Миронов Н.А. Руководство по инженерно-геологическим изысканиям в районах развития карста. М.: ПНИИИС, 1995. 165 с.
3. СНиП 22-02-2003. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения / Росстрой. М.: ПНИИИС, 2004. 39 с.
4. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. М.: ПНИИИС, 2001. 101 с.
5. ТСН 11-301-2004 По. Инженерно-геологические изыскания для строительства на закарстованных территориях Пермской области. Пермь: Администрация, 2004. 122 с.
6. ТСН 31-11-2005 Пк. Проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений на закарстованных территориях Пермского края. Пермь: Администрация, 2005. 46 с.
7. ТСН 302-50-95 РБ. Инструкция по изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях. Уфа: Госстрой Респ. Башкортостан, 1996. 44 с.