

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертацию Крашенинникова Вадима Сергеевича
"Локальная оценка карстовой опасности с учетом особенностей строения
покрывающей толщи", представленную на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 – Инженерная
геология, мерзлотоведение и грунтоведение

Диссертационная работа В.С. Крашенинникова общим объемом 136 страниц посвящена проблеме локального прогнозирования провалов в районах покрытого карста. Она состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 109 наименований, содержит 75 рисунков и 11 таблиц. Структура диссертации продумана, работа хорошо проиллюстрирована и оформлена в соответствии с требованиями ВАК. Автореферат, изложенный на 24-х страницах, полностью отвечает диссертационной работе.

Актуальность обсуждаемой проблемы не вызывает сомнений. Прогнозу карстово-суффозионного провалообразования посвящено много публикаций, однако оправдавшихся предсказаний этого процесса на локальном и точечном уровнях по-прежнему крайне мало. При этом огромное значение приобретает выявление ранних признаков провальной опасности. Именно на их систематизацию и детальное исследование и направлена рецензируемая работа.

О достаточно высокой **степени обоснованности и достоверности** полученных результатов, научных положений и рекомендаций свидетельствует большой объем фактических данных, тщательно и целенаправленно проанализированных автором. Важным в этом отношении представляется и экспериментальное изучение признаков подготовки провалов в установке лабораторного моделирования, их ретроспективный прогноз на одном из ключевых участков исследований, где автором установлена непосредственная связь изучаемых признаков с развитием процесса.

Личный вклад В.С. Крашенинникова в исследования отражает тот факт, что затрагиваемым в работе вопросам посвящено 11 публикаций автора, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендуемых ВАК. Причем 8 работ написаны им без соавторов.

Научная новизна работы заключается в том, что столь полно и целенаправленно предвестники провалов в покровной толще закарстованных массивов до автора не исследовались, а принципы их поиска не были сформулированы. Причем диссертанту удалось на основе сугубо детерминированных представлений о процессе разработать оригинальную научно обоснованную методику определения опасности провалов на участках строительства, что, на наш взгляд, имеет и **теоретическое значение**.

Практическая значимость диссертации обусловлена тем, что предлагаемая В.С. Крашенинниковым методика не требует проведения дополнительных дорогостоящих или трудных для выполнения исследований. Напротив, она позволяет объективно отразить

степень провальной опасности в результате достаточно простого, но эффективного анализа данных, полученных в ходе стандартных инженерно-геологических изысканий. Уверен, что научные разработки автора найдут широкое применение на практике.

По содержанию диссертации следует сказать, что введение содержит все пункты, которые необходимо осветить во вводной части научно-квалификационной работы, в том числе и три защищаемых положения. Наиболее удачными представляются два последних положения.

В главе 1 автор принимает определения основных понятий, сформулированные в нормативных документах, рассматривает требования этих документов к оценке карстовой опасности, а также работы предшественников, посвященные оценке устойчивости покровной толщи закарстованных массивов. В главе 2, отталкиваясь от закономерностей образования провалов и их типов, он дает общее описание трех основных зон ослабления грунтовой толщи, приводит методику и результаты экспериментального изучения частичной механической суффозии и разупрочнения грунтов над полостью.

В главе 3 на примере участков строительства в разных карстовых районах обсуждаются подходы, методы и конкретные приемы поиска и идентификации трех главных признаков подготовки провалов. Ими служат наличие погребенных воронок (1), зоны суффозионного разуплотнения (2) и разупрочнения (3) грунтовой толщи.

Глава 4, несмотря на то что формально является последней, занимает центральное место в работе. В первом ее разделе на примере участка Хорошевского шоссе в Москве с учетом уже изложенных подходов, принципов и методов выявления ослабленных зон раскрывается методика локального прогнозирования провальной опасности. Основные ее положения проверяются и находят подтверждение в результате ретроспективного прогноза на участке г. Дзержинска Нижегородской области. Во втором разделе показано, что синтетическая карта опасности, построенная в ходе прогностической оценки способствует выбору рационального комплекса противокарстовых мероприятий. Заключение кратко, но достаточно полно отражает основные выводы работы.

Завершая обзор содержательной части, хотелось бы особо отметить прогнозную карту, которая получается в результате анализа и синтеза данных бурения, зондирования и анализа состава песков по разработанной автором методике (раздел 4.1, с. 115, рис. 4.8). В дополнение к тому, что написано в диссертации, скажу, что ее большая ценность заключается в следующем. Во-первых, она позволяет значительно уменьшить площадь потенциально опасных участков, выделяемых по общим условиям и факторам развития процесса и, следовательно, сократить объем работ по оценке и прогнозу устойчивости, в том числе и вычислений диаметра возможных провалов, что особенно важно при линейном строительстве. Во-вторых, для участков 3-й выделенной им категории, а именно, участков без признаков подготовки провалов мы, зная о большой продолжительности процесса, можем смело утверждать, что здесь образование воронок в течение срока службы инженерных сооружений (50–100 лет) исключается, и вероятность

такого события, а значит, и риск экономических потерь равны нулю. Таким образом, эта карта существенно расширяет возможности строительного освоения карстовых районов.

Вместе с тем по работе имеются и **замечания**, которые приводятся ниже.

1. Очевидно, что признаки возможных провалов, записанные в первом защищаемом положении, – погребенные воронки (а), зоны суффозионного разуплотнения (б) и разупрочнения (в) известны и не могут служить предметом защиты. Более того, некоторые из них намного лучше и глубже исследованы другими авторами. Остается концепция их существования, но в чем она состоит? Не хочу сказать, что ее нет, но нужно было подумать и в двух словах отразить эту концепцию в первом положении.

2. Более серьезным представляется то, что в этом положении противопоставляются, во-первых, дисперсные и несвязные породы, во-вторых, процессы разуплотнения и разупрочнения грунтов. И первое, и второе в корне противоречит основным принципам инженерной геологии и геомеханики. Последнее противопоставление особенно заметно, когда в конце раздела 1.1 (с. 8–9) автор дает определение "ослабленной зоны" и рассматривает два ее генетических вида или когда в подразделе 2.4.1 на с. 51 утверждает, что это разные по своей природе процессы.

Если не рассматривать специфические грунты, то с инженерно-геологических и геомеханических позиций "зона разупрочнения" и "зона разуплотнения" – это по сути дела одно и то же. В противном случае модели компрессии, консолидации, седиментогенеза никуда не годятся, но из опыта мы знаем, что они прекрасно работают. Если бы в основу выделения разновидностей ослабленной зоны были положены структурные связи грунтов, то автор получил бы два типа зон – тех, что формируются в связных (1) и несвязных (2) отложениях. Зоны и 1-го, и 2-го типа настолько же разупрочненные, насколько и разуплотненные. Но в силу специфики инженерно-геологических изысканий в первом случае мы можем получить прямые значения прочностных свойств, а во втором – нет и вынуждены оперировать понятием "плотность (пористость)". Выделение таких зон сняло бы оба указанных противоречия.

3. Конечно, придерживаться формулировок нормативных документов в определении основных понятий (раздел 1.1, с. 7) очень удобно. Но в дальнейшем это приводит к путанице и даже к синтаксическим ошибкам. Например, в подписи к рис. 2.4 (раздел 2.1, с. 23) читаем: "провалообразование, обусловленное развитием покрытого карста"? Можно сказать: карст развит там-то и там-то, или: провалообразование развивается в таких-то районах. А все дело в том, что карст – это не "комплексный геологический процесс", как записано в СП 116.13330.2012, и тем более не "карстовые процессы", как пишет автор, например, на с. 91, а "совокупность геологических явлений" как написано у И.В. Попова (1959) и в Руководстве 1995 года.

Или, например, на с. 7 принимается определение суффозии, записанное в СП 116.13330.2012, но принадлежащее В.П. Хоменко, который трактует этот процесс очень широко. Однако потом в разделе 2.3 (с. 36) оказывается, что все прочитанное до этого надо полностью пересмотреть, потому что в диссертации изучается только частичная

механическая суффозия. И вообще, в научной работе, в отличие от – производственной, нецелесообразно отталкиваться от буквы нормативных документов, которые постоянно актуализируются. Наоборот, нормативно-методические документы должны базироваться на результатах современных научных исследований.

4. Зачем в этой диссертации нужны карстово-обвальные, карстово-суффозионные и смешанные провалы, а тем более их разновидности, о которых идет речь в начале гл. 2 (с. 21–23, рис. 2.1–2.3)? Рецензируемая работа выгодно отличается от других работ, посвященных прогнозу провалообразования, тем, что она нацелена на изучение не столько опасного процесса, сколько его предвестников. Могут ли с этой точки зрения представлять интерес "обвальные провалы" (рис. 2.1), о потенциальной возможности формирования которых написано даже в 1-м выводе главы 2 (с. 60)? Ведь территории, где размеры полостей сопоставимы с мощностью покровной толщи (а именно в этом суть термина согласно Руководству 1995 г.), легко выделяются при изысканиях, и провалы там уже есть. Если их там вдруг нет, что маловероятно, то такие территории надо тут же огораживать забором с надписью: "Не ходить, опасно для жизни!".

Замечу также, что объяснение того, какая поверхность может быть маркирующей, а какая нет (с. 31), было бы короче и намного доходчивей, если бы автор отталкивался от геологического строения покровной толщи, а не типов провалов. То же самое относится и к с. 52, 53 подраздела 2.4.2, где автор привлекает эти типы для объяснения процессов разуплотнения и разупрочнения, а также к концу подраздела 3.2.3 (с. 72, 73), где анализируется происхождение провала. Ведь что по сути дела подразумевается: если есть пески, то они могут выноситься, и провал суффозионный, если есть глины, которые будут обрушаться, – обвальный, если присутствуют и те и другие, – смешанный. В водонасыщенных песках формируются фреатические суффозионные провалы, во влажных – вадозные. А если пески, залегают и ниже, и выше уровня грунтовых вод, то здесь, надо думать, провалы будут смешанного суффозионного подтипа – фреатически-вадозного.

5. В массивах водонасыщенных грунтов все признаки, приведенные в таблице 2.1 (раздел 2.1, с. 24), за исключением, пожалуй, карстовых полостей формируются под совместным действием фильтрационных и гравитационных сил, поэтому выделение двух групп признаков надуманно. Трудно согласиться и с тем, что признаки 2-й группы появляются позднее.

6. Нельзя вскользь, между прочим давать в научной работе таблицы так, как дана табл. 2.2 на с. 25 (раздел 2.1). Почему вероятность обнаружения одного признака низкая, другого – высокая? Откуда взялись эти градации, и насколько серьезно к ним относиться? И почему о том, что у автора все-таки есть основания для составления этой таблицы, читатель узнает лишь в середине 3-й главы на с. 79?

7. Открытый – это открытый (карст, процесс и т.д.), т.е. выходящий на поверхность, в отличие от закрытого или покрытого, но погребенный – это древний! Поэтому, во-первых, не нужно путать эти понятия (раздел 2.2, с. 26), путаницы и так хватает в нашей

специальности, а, во-вторых, нельзя современные воронки называть древними (погребенными). Почему не сказать просто: засыпанные?

8. Абс. отметки кровли и подошвы слоев покровной толщи сами по себе, в отрыве от состояния и свойств грунтов не могут служить для выделения погребенных карстовых форм, как утверждается в разделе 2.2 (с. 29–31, рис. 2.6, 2.7). Особенно осторожным надо быть, если это делается автоматически с помощью компьютерной программы, которая не учитывает структурно-геологических принципов построения карт и при недостаточно большом количестве скважин будет, надо, не надо, рисовать круги, то есть провалы.

9. При нисходящей фильтрации в условиях стесненного деформирования значения градиента I , измеряемые десятными долями единицы (раздел 2.3, с. 39), недостаточны для развития частичной суффозии. Даже при $I = 1$ максимально возможная скорость фильтрации в песках будет на 3 порядка, а истинная скорость движения воды на 2 порядка меньше, чем скорость течения равнинных рек. Поэтому ссылка автора на книгу Дмитриева В.В. и Ярг Л.А. (2008) здесь, на с. 39 неуместна, так как в ней рассматривается только схема определения фильтрационной прочности грунта, а не конкретные значения градиента. Более того, определяется эта прочность в условиях восходящей фильтрации при свободной верхней грани образца. В этих условиях пески, конечно, будут разрушаться при градиенте, близком к единице, потому что при таких значениях I они окажутся полностью взвешенными в воде, после чего на смену ламинарному режиму фильтрации придет турбулентный. Что касается суффозии массы, то истечение несвязных грунтов в трещины и полости может иметь место при любых градиентах фильтрации – положительных, отрицательных и даже нулевых, то есть в гидростатических условиях. Было бы только отверстие не очень узким.

10. В классификации ослабленных зон на рисунке 2.24 (с. 51) не отмечены заполненные водой полости, которые могут формироваться и достигать больших размеров в кровле водонасыщенных песков, перекрытых глинами. А в признаках, по которым мы судим о наличии таких зон, почему-то не нашлось места для провалов бурого снаряда и ускоренной проходки скважин. Удивление вызывает и мнение автора о том (с. 51), что разрушенные глины, неважно, в результате чего они разрушились – отслаивания, гидравлического дробления или обрушения, – недоступны для обнаружения методами, которые он описывает, а потому не включены в эту классификацию (рис. 2.24).

Конечно, если разрушенный грунт улетел в пропасть, то мы его не обнаружим, но провалообразование – это длительный процесс, даже если сам провал на поверхности образовался внезапно. И первое, что мы видим, когда бурим скважину и поднимаем керн, это цвет, состав и состояние грунта. И если глина над известняками или песками перемятая пластичная и резко отличается от той, что лежит выше или на тех же отметках, но в соседних скважинах, значит, процесс пошел.

11. На рис. 3.10 (подраздел 3.3.3, с. 83) дифференциальные кривые зернового состава песков верхнего слоя 1 имеют один четко выраженный пик. Слева от него на некоторых кривых вроде бы наблюдаются какие-то флуктуации, но они в пределах точности

измерений. Поэтому согласно принятой автором методике (подраздел 2.3.1) этот 1-й слой не суффозионный. На рис. 3.11 (с. 84) у большинства таких же кривых для 2-го слоя – две вершины, но седловина между ними приходится на фракцию 1–2 мм. Тогда почему и в 1-м, и во 2-м слое заполнителем служат частицы размером менее 0.01 мм (с. 82)?

12. Автором принимается вполне очевидное положение о том, что после выноса заполнителя грунт становится более однородным (с. 86). Но сопоставляя рис. 3.12 и 3.14, а также рис. 3.13 и 3.15, видим, что характер распределения количества заполнителя и степени неоднородности песков на участке совершенно разный. Значит, это положение неверное? Не может ли это быть связано с тем, о чем я уже говорил – с автоматической обработкой этих показателей, в данном случае, программой "Surfer 12" (с. 84)?

13. Методика построения прогнозной карты рассматривается в гл. 4 на примере участка Хорошевского шоссе в Москве (подраздел 4.1.1). И когда речь идет о ЮЗ части площадки, то не надо ничего предполагать (с.108), потому что образовавшиеся здесь в 1969 г. воронки детально изучены В.М. Кутеповым, Г.М. Березкиной и др. (1984). Позже материалы этой статьи вошли в монографию В.М. Кутепова и В.Н. Кожевниковой (1989). В этих работах на основании данных не только бурения, но и тонких лабораторных исследований, о существовании которых автор, по-видимому, не подозревает, по крайней мере, нигде об этом не пишет, доказана приуроченность современных провалов к зоне погребенных воронок и показана история формирования последних, начиная со среднего карбона и до четвертичного времени. И то, что в данном контексте нет не то что полемики или, наоборот, принятия взглядов предшественников, нет даже ссылки на эту прямо относящуюся к теме диссертации монографию, которая есть у автора в списке литературы, вызывает, мягко говоря, удивление.

14. Сопоставление рис. 4.4 и 4.5 раздела 4.1 показывает, что осредненное по 7-метровому интервалу сопротивление зондированию – это средняя по больнице температура. Картины во всех метровых интервалах (рис. 4.5) разные. Если в покровной толще обнаружена локальная зона разуплотнения, но ниже по разрезу залегают плотные грунты, то это, конечно, свидетельствует о возможности образования воронки, но суффозионной, а не карстово-суффозионной.

Несмотря на многочисленные замечания, достоинства работы, отмеченные в первой части отзыва, заметно превышают ее недостатки. Просто замечания изложены более подробно для того, чтобы автор мог учесть их в своей дальнейшей профессиональной деятельности.

На основании всего вышесказанного считаю, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой предложен комплексный подход и разработана новая научно-обоснованная методика оценки опасности провалообразования на ранних стадиях развития процесса, имеющая большое значение для развития инженерного карстоведения и строительства в карстовых районах. Работа соответствует всем критериям, установленным в Положении ВАК о порядке присуждения ученых степеней.

Окончательный вывод следующий: диссертация Крашенинникова Вадима Сергеевича "Локальная оценка карстовой опасности с учетом особенностей строения покрывающей толщи" отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Ее автор, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Главный научный сотрудник лаборатории экзогенной геодинамики и анализа геологического риска Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН,
доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 –
Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение
21 августа 2017 г.

Аникеев А.В.

Аникеев Александр Викторович,
101000, Москва, Уланский пер., д. 13, стр. 2,
8(495)6089605, anikeev_alex@mail.ru

*Подпись Аникеева А.В.
заверяю
Помощник директора ИГЭ РАН
Скворцова Э. Скворцова*

