

О Т З Ы В

официального оппонента
на диссертацию **Аникеева Александра Викторовича**,
представленную на соискание ученой степени
доктора геолого-минералогических наук по специальности
25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение,
на тему «**ПРОВАЛЫ И ОСЕДАНИЕ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В КАРСТОВЫХ
РАЙОНАХ: МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ**»

Анализ актуальности диссертационного исследования. Заявленная тема диссертационного исследования с нашей точки зрения, действительно является актуальной, как по комплексу проблем, связанных с прогнозом провалообразования, так и по проблемам механизма возникновения и развития карстовых и карстово-суффозионных деформаций поверхности.

При освоении закарстованных территорий от создания генеральных планов до возведения конкретных строительных объектов проблема эксплуатационной безопасности является ключевой. Проблема обусловлена реальными рисками, связанными с карстовыми и карстово-суффозионными деформациями поверхности земли, часто имеющими внезапный провальный характер. Учитывая эти проблемы, прогноз вероятности возникновения карстовых деформаций на осваиваемых впервые или развивающихся градопромышленных территориях должен быть выполнен обязательно.

Комплексное изучение закарстованных территорий, получение новых знаний об особенностях развития карстового и сопутствующих геологических и инженерно-геологических процессов – это только часть, несомненно важная, но часть решения проблем устойчивости и безопасности осваиваемых территорий. Все исследования и специализированные изыскания должны быть ориентированы на разработку системы прогноза карстовых явлений.

К настоящему времени к практическому использованию рекомендовано большое количество всевозможных способов оценки и прогнозирования карстовой активности на различных масштабных уровнях, причем основанных не только на установленных закономерностях пространственного проявления карста на поверхности земли. Сюда относятся методы изучения динамики изменения во времени форм и параметров отдельных карстовых полостей вплоть до формирования провалов на поверхности земли, методы определения прогнозного диаметра провала под сооружением, методы выявления параметрического влияния подземного потока (ионный состав подземных вод, их скорость и характер движения), методы количественного выражения процесса растворения и т.д.

Однако, на сегодняшний день прогноз развития карстовых явлений, особенно динамично развивающихся, таких как провальные, остается весьма сложной и не всегда эффективной процедурой.

Актуальным представляется и экологическое направление, получившее развитие в карстоведении в последние десятилетия. Особенностью закарстованных территорий с экологической точки зрения являются повышенные фильтрационные свойства карстовых коллекторов, наличие зон повышенной плотности трещин и зон дробления, где происходит концентрация стока, что способствует быстрому и далекому разносу загрязняющих веществ. Начальными элементами системы поглощения загрязненных стоков часто являются именно карстовые воронки, в том числе и провального происхождения и иные формы локальных понижений рельефа.

Основная идея диссертационного исследования понятна и основана на возможности получения прогнозной модели провальных явлений при учете поведения перекрывающих грунтов в зависимости от их состава и свойств над ослабленным участком карстующихся пород массива. Важным дополнением является учет внешних воздействий на массив, которые собственно и определяют этап «динамичной перестройки геологической среды».

Эта идея согласуется с общими понятиями об изменчивости состояния массивов горных пород, дискуссия о которых в рамках проработки системного подхода развивалась в отечественной инженерной геологии в конце 70-х – середине 80-х годов прошлого века. В современном инженерном карстоведении, в концептуальных построениях массив карстующихся пород воспринимается как геосистема, стремящаяся к морфологическому, гидродинамическому и гидрохимическому балансу с меняющимися условиями. В случае дисбаланса происходит активизация экзогенных (в том числе и карстовых) явлений или прекращение существования ряда из них. В основе эволюции карстовых массивов лежит глобальный петрогенетический цикл изменения первичных седиментогенных структур и создание диагенетических структур – равновесных для меняющихся условий. Элементы ослабления массива служат границами, вдоль которых происходит анизотропное накопление явлений в первую очередь за счет создания гидродинамических и гидрохимических барьерных ситуаций. Характер взаимодействия элементов геологической структуры массива, комплекс форм экзогенных процессов и закономерность их распределения являются индивидуальными признаками массива.

Иными словами, существующие в пределах массива явления есть комплексная реакция элементов массива на различные виды химических, физических и биологических воздействий, характерных для определенных условий.

Цель исследования в формулировке автора вполне отвечает параметрам диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Исследование в целом ориентировано на развитие теории провалообразования и повышение эффективности прогноза устойчивости закарстованных территорий на локальном уровне.

Задачи, поставленные диссертантом для достижения цели, в разной степени отвечают целевым ориентировкам.

Достоверность получаемых результатов во многом определяется качеством и количеством первичного материала, положенного в основу теоретических и экспериментальных построений. В данном случае достоверность полученных результатов определяется внушительным информационным массивом, основанном на материалах многолетних, более чем 30-летних личных исследований диссертанта в Институте литосферы АН СССР, на Геологическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова, Институте геоэкологии РАН. Большой перечень научных форумов, где докладывались результаты работы диссертанта и перечень публикаций позволяют сделать вывод о достаточно высокой степени апробированности результатов исследований диссертанта.

Первичный материал обрабатывался с использованием комплекса современных методов моделирования (физического, математического), расчетных методов и иных методов аналитических определений.

Результаты исследований диссертанта в виде методических разработок (например, метод водонасыщенных эквивалентных материалов) широко использованы в практике инженерных изысканий не только в России, но и за рубежом. Отдельные результаты представлены в ряде учебных пособий для

студентов, получающих профилизацию в высших учебных заведениях по инженерной геологии.

Несомненно то, что обобщенные результаты исследования найдут применение при комплексной оценке карстоопасности и прогнозе провальных явлений.

Диссертантом в качестве **объекта** исследований определены территории развития покрытого карбонатного и сульфатно-карбонатного карста, что по нашему мнению не совсем корректно. Терминологические сочетания «закарстованные территории» или «территории развития карста» в конце 50-х гг. XX в., после известных монографий Н.В. Родионова (Инженерно-геологические исследования в карстовых районах при устройстве малых водоемов, гражданском и промышленном строительстве. М.: Госгеолиздат, 1958. 184 с.) и Г.А. Максимовича (Основы карстоведения. Т. 1. Пермь, 1963. 444 с.), применялись как термины общего пользования. С начала 90-х гг. XX в. термин «закарстованные территории» практически всегда сопровождался дополнительным объяснением о строении – «...часть геологической среды, сложенная карстующимися породами с развитыми карстопроявлениями», как в монографических изданиях, так и в некоторых региональных нормах и сводах правил (например, в монографии Дублянская Г.Н., Дублянский В.Н. Картографирование, районирование и инженерно-геологическая оценка закарстованных территорий. Новосибирск, 1992. 143 с.; в ТСН 11-301-2004 По; в СП 11-105-97 (с.16).

По нашему мнению в качестве объекта исследований должен быть определен именно геологический объект, например массив горных пород, содержащий в своем строении карстующиеся породы или грунтовая толща, перекрывающая толщу карстующихся пород, поскольку в формулировке основной идеи речь идет именно о закарстованном массиве горных пород, а в задачах – об изучении грунтовых толщ различного состава и свойств.

В качестве **предмета исследований** определены закономерности и механизмы провалов и оседаний.

Оценивая **научную новизну** диссертационного исследования по сути излагаемого материала и в формулировках соискателя следует отметить, что действительно в подобном развернутом виде с высокой степенью детальности основные методические приемы и результаты моделирования провалообразования представлены впервые. Новые результаты получены диссертантом и в отношении определения влияния свойств и состояния глинистых пластов, разделяющих потенциально суффозионную и коллекторскую толщи на динамику провалообразования. Детально изучен и представлен механизм истечения водонасыщенных и воздушно-сухих несвязных грунтов. В итоге все полученные результаты позволил диссертанту существенно дополнить комплекс методов карстово-суффозионной опасности.

Рассматривая **защищаемые положения**, отметим их логическую последовательность в части смыслового содержания – от создания аналитического метода определения напряженного состояния грунтового массива, через раскрытие механизмов разрушения грунтов и возникновение специфической структуры грунтов в области деформирования до совершенствования методов оценки и прогноза устойчивости территорий на основе выявленных закономерностей динамики разрушения грунтовых массивов.

Одновременно формулировки защищаемых положений характеризуются рыхлостью, обусловленной стилем предположений, в котором автором используются такие выражения, как «можно представить», «это позволяет предположить», «могут базироваться» и т.п.

Зачастую в формулировках суть предмета защиты не воспринимается однозначно с первого прочтения, даже после внимательного ознакомления с текстом диссертации.

Например, в первом положении у читателя есть выбор предлагаемых предметов защиты, а именно: 1. Напряженное состояние (поле напряжений) грунтовой толщи, представленное в виде суммы литостатических и иных напряжений; 2. Аналитический метод определения начального напряжения; 3. Усовершенствованный вариант расчета напряжений в динамике истечения несвязных и связных грунтов.

Недоумение вызывает и формулировка четвертого защищаемого положения, в тексте которого диссертант отсылает читателя к тексту предыдущего, третьего защищаемого положения. По тексту это звучит так: «Основу общей модели образования воронок ... составляют: а)...; б) представленная выше концепция зонального строения области влияния ослабленного участка, в) ...».

Личный вклад автора не вызывает сомнений и состоит в существенном дополнении теории провалообразования, методологии карстологического прогноза.

Структурно помимо введения, заключения, списка использованных источников (384 наименования) диссертация содержит 6 глав, раскрывающих суть защищаемых положений. Текст глав снабжен отдельными (по главам) выводами, хорошо иллюстрирован (126 рисунков и 25 таблиц).

Рассмотрим содержательную часть диссертации.

Содержание **главы 1. «Карстово-суффозионные провалы как экзогенный геологический процесс»** посвящено общим вопросам используемой в инженерном карстоведении терминологии и понятийной базы, приведены морфометрические и морфологические сведения о поверхностных карстовых формах и геологических условиях их образования на примере восточной части территории Республики Татарстан. Гипотетически изложены причины и механизмы образования провалов на данной территории. В отдельных разделах диссертант рассматривает роль процессов растворения карбонатных отложений в появлении поверхностных карстово-суффозионных форм, используя материалы соответствующих исследований в пределах г. Москвы, а так же подходы и расчетный арсенал современной оценка опасности и риска образованию провалов и локальных оседаний земной поверхности в карстовых районах.

В тексте разделов есть некоторые моменты, требующие дополнительных комментариев автора, особенно это касается начальных, вводных разделов главы.

В первом разделе 1.1. «Определение основных понятий и постановка проблемы» диссертантом представлен краткий обзор терминов и понятий в области общего карстоведения, включая и понятийную базу относительно суффозионного процесса. Анализируя текст раздела, следует отметить, что в интересах целевых подходов к объекту и предмету исследования диссертант преднамеренно уходит от терминологической дискуссии и при этом допускает некоторые упрощения, граничащие в итоге с неточной интерпретацией устоявшихся понятий и терминов. Например, такая карстовая форма как «понор», отнесена к генетическому типу эрозионных воронок. Без особого анализа созданных ранее классификаций представлена и авторская «Классификация эрозионных форм проявления карстово-суффозионного процесса на земной поверхности по генетическому и морфологическому признакам» (табл. 1.1.). Во-первых, непонятно чем плохи генетические типы карстовых воронок, выделенные Г.А. Максимовичем (1963), тем более, что предложенный диссертантом набор типов практически полностью, но в урезанном виде повторяет типы,

предложенные Г.А. Максимовичем? Во-вторых, непонятно почему авторская классификация является по названию «Классификацией эрозионных форм ...», а по содержанию в ней выделены не только «эрозионный», но и иные типы форм «суффозионный», «провальный», «смешанный»?

Не приводится диссертантом и объяснения – по какой причине представляя на рис. 1.1. гидродинамические зоны карста по Г.С. Золотареву (1983), он не дополнил данную схему иными зонами, выявленными тем же А.Г. Лыкошиным (1972), например зоной, где карст связан с дренирующим влиянием зон тектонических нарушений или гидродинамическими зонами, выделенными Г.А. Максимовичем еще в начале 50-х гг. прошлого века и где процесс провалообразования с позиции гидрогеологии имеет свои специфические черты.

Вызывает некоторое недоумение и фраза диссертанта в итоге краткого терминологического обзора, приведенная последним абзацем на стр. 17 «Завершая обзор, сформулируем основные представления о главном объекте нашего исследования – проявлениях карстово-суффозионного процесса на земной поверхности». Естественно возникает вопрос: что в конечном итоге автор подразумевает под объектом исследования: закарстованную территорию (в определении объекта); закарстованный массив горных пород (в формулировке основной идеи); грунтовую толщу, перекрывающую карстующиеся породы (в формулировке задач) или карстово-суффозионные формы?

И еще один момент – диссертант не приводит текстовой ссылки на то, что на геологических картах, схемах и разрезах используется «старая» стратиграфическая шкала (например, рис. 1.12), хотя новое деление принято достаточно давно. В основном, в рассматриваемом разделе, это касается современного деления пермской системы, в частности положения уфимского яруса в современной шкале, закрепленного рядом документов (Постановления МСК, вып. 38, СПб, 2008. Решение Бюро МСК РФ от 8.04.2005. Постановления МСК, 1998. Вып. 30. Унифицированные и корр. схемы (1990, 1993).

В главе 2. «Напряженно-деформированное состояние покровной толщи массивов закарстованных пород» представлены в общем виде подходы к анализу формирования полей начального напряженного состояния грунтового массива и алгоритмы расчета напряжений.

Показаны основные методические приемы и некоторые результаты моделирования провалообразования с применением термопластических эквивалентных материалов и моделирование обрушения свода карстовой полости поляризационно-оптическим методом.

Достаточно много, а в некоторых случаях излишне много внимания диссертант уделяет описанию аппаратуры, оборудования, методики моделирования, результатов экспериментов. Очевидно, что полученные экспериментальные результаты в первую очередь на качественном уровне, дают возможность выявить стадийность деформационных явлений при провалообразовании, обуславливающую неоднородное (зональное) строение участка ослабления грунтового массива над моделируемой полостью. Следует согласиться с диссертантом и в том, что модели с высокой степенью схематизации часто оказываются более полезными, чем сложностроенные модели, особенно для понимания общих закономерностей процесса.

В отдельных разделах диссертант раскрывает закономерности формирования деформационной зональности и напряженного состояния в пределах области влияния ослабленного участка (над полостью) в основании грунтовой толщ. В этих разделах диссертантом концептуально и с использованием различных схем обоснованы границы, конфигурация и взаимодействие возникающих зон (обрушения, разгрузки напряжений, опорного

давления, перехода от пониженных и повышенных напряжений к литостатическому давлению), в том числе и в динамике провалообразования.

Глава 3. «Деформирование и разрушение слоя связных грунтов» посвящена теоретическому обоснованию возникновения и результатам моделирования процесса разрушения экранирующей полости грунтов над полостью и его зависимость от состояния, свойств и мощности пород. Диссертантом предложены расчетные зависимости оценки устойчивости слабопроницаемых пластов.

Анализируя выводы диссертанта по результатам моделирования разрушения слоя глин над полостью, в частности о влиянии консистенции глинистых грунтов на сам механизм и продолжительность провалообразования, можно охарактеризовать их, как очевидные, не требующие доказательств. Действительно – пластичные глины будут иметь большие амплитуды прогиба, нежели твердые и полутвердые, да и характер разрушения разделяющего пласта для пластичных и твердых глин будет различным. Однако, значимость полученных результатов в данном случае определяется не подтверждением возникновения более пластичных деформаций в пластичных грунтах и менее пластичных в полутвердых и твердых, что действительно очевидно, а в том, что результаты моделирования механизма и кинематики деформирования слабопроницаемых слоев над полостью, позволяя с учетом определенных условий, определять временной период разрушения глинистого слоя «бронирующего» полость, что очень важно с позиций прогноза.

Диссертантом проанализированы допущения (границы применения) модели, используемой при расчете устойчивости районов покрытого карста по схеме среза грунтов по цилиндрической поверхности над полостью (схема А. Бирбаумера) и в итоге сделан вывод о том, что принимаемые допущения ограничивают область применения модели для оценки устойчивости закарстованных территорий. Автор отмечает, что используя данную схему, можно решать иные вопросы провалообразования, например, определить ширину сквозного отверстия в разделяющем слое, не зная размеров карстовой полости.

Определенный интерес и несомненную практическую значимость представляют результаты моделирования процесса возникновения «случайного гидроразрыва» в разделе 3.3. Рассматривая случаи образования сквозных деформаций (прорывов) в водоупоре, диссертант обращает внимание на предпочтительное использование моделей, базирующихся на гипотезах сводообразования, но при этом мощность экранирующего слоя должна быть небольшой, а сама полость, наоборот, крупной. При этом, ссылаясь на практику изысканий, диссертант отмечает, что наличие крупных и одновременно открытых полостей на границе «перекрывающие грунты-карстующиеся породы» - редкое явление, чаще присутствуют малые полости, открытые трещины или гнезда каверн над которыми реализуется иной механизм образования сквозных деформаций.

Справедливости ради следует отметить, что, например, в районах развития сульфатно-карбонатного карста Среднего Предуралья приуроченность полостей к кровле пачки гипсоангидритов кунгурского яруса-подшве переслаивающихся суглинков, глин и гравийно-галечных отложений четвертичного возраста не такое уж и редкое явление (в ряде случаев более 80% всех вскрытых при бурении полостей) из которых практически 10% - полости открытые, без заполнителя. Наряду с полостями в условиях сульфатно-карбонатного карста широкое распространение имеют зоны дробления карстующихся пород, где как раз и реализуется «второй» механизм возникновения прорывов по принципу «случайного гидроразрыва».

Не менее важное теоретическое и практическое значение имеет решение проблемы выявления условий и механизма разрушения относительно мощных глинистых экранов при гидродинамических вариациях в его основании. Моделированию данного процесса и результатам экспериментальных исследований посвящен специальный раздел (3.4. «Особенности гидравлического разрушения мощных глинистых пластов»). Моделирование с использованием специальных стендов было выполнено применительно к инженерно-геологическим условиям Москвы, Дзержинска и Воронежской области.

Несомненный интерес представляют результаты моделирования полей порового давления и деформаций, возникающих при производстве откачки подземных вод (раздел 3.5.). Результаты данного моделирования представлены диссертантом, как один из вариантов инициирования процесса случайного гидроразрыва при повышении порового давления на начальных этапах откачки.

Очевидно, что с начала и в процессе откачки теоретически должно изменяться деформационно-напряженное состояние, как в самом пласте, так и в соседних, экранирующих пластах. Приведенные результаты моделирования подтверждают наличие такого процесса. И, действительно, необходимо при оценке устойчивости территорий с техногеннонарушенным гидродинамическим режимом учитывать тенденции данных изменений. Вместе с тем, вероятно следует учитывать и то, что при использовании математического моделирования для расчета напряженного состояния того или иного объекта, включая и пласт горных пород, практически всегда возникает ситуация, когда ничтожно малые внешние воздействия приводят к видимому изменению поля напряжений. Но, это не означает, что в натуре происходят идентичные изменения, поскольку модель, лишь опосредованно учитывает «работу» элементов неоднородности.

Примерно такие же опасения об устоявшихся представлениях о причинах образования провалов и воронок, правда в отношении моделирования деформаций в песчаных водонасыщенных толщах высказывает и диссертант в первых разделах главы 4 с указанием о необходимости опосредованно оценивать экспериментальные данные.

Глава 4. «Образование провалов в песчаном слое» посвящена проблеме совершенствования представлений о механизме и кинематике деформирования сыпучих грунтов и оценке полученных экспериментальных данных. Диссертантом даны сведения о принципиальных отличиях процессов деформирования несвязных грунтов по типу «воронкообразного течения» и «массового течения». В отдельных разделах выявлены особенности расчета устойчивости сводообразных структур, учитывающие форму свода в сухих и в капиллярно-влажных песках. Практически значимые выводы сделаны диссертантом в отношении параметров пролета ослабленного участка в подошве влажного натурального слоя, который не может быть меньше 0.1–3 м.

В заключительных разделах главы диссертант приводит результаты моделирования и соответствующих расчетов деформации несвязных грунтов при относительных изменениях уровней подземных вод, влияющих на напряженное состояние грунтовой толщи в окрестности ослабленного участка. Выводы диссертанта имеют практическое значение особенно применительно к территориям, находящимся в сфере влияния техногенных изменений уровня подземных вод.

В главе 5. «Свободное истечение несвязных грунтов в подземные полости» представлены результаты исследований процесса свободного истечения несвязных грунтов в подземное пустотное пространство, который обусловлен строением, свойствами грунтов и конкретными гидродинамическими явлениями.

Диссертант приводит очень подробное описание модельной установки, методики и результатов моделирования «выпуска» воздушно-сухих материалов и водонасыщенного песка, снабжая текст параметрическими таблицами состава и свойств модельного материала и иных параметров. По результатам моделирования диссертант приходит к выводу, что суффозия воздушно-сухих и водонасыщенных песков различается только в кинематике, но не в механизме процесса. Именно по этой причине им детально анализируется кинематика свободного истечения несвязных грунтов в отверстия.

Скорость и плотность потока сыпучих тел изучались диссертантом методом имитационного компьютерного моделирования на клеточных автоматах, что позволило ему получить представление о макроскопическом поведении сыпучих тел во времени.

Применение метода моделирования на клеточных автоматах методически оправдано, поскольку позволяет подтвердить возникновения тех или иных явлений, наблюдаемых в процессе физического моделирования деформации сыпучих тел. Например, получено подтверждение трех форм движения сыпучей среды, объясняется явление возникновения некоторых специфических сдвиговых структур в области развития течения.

Сравнительный анализ данных физического и математического моделирования позволил диссертанту понять строение канала течения в отношении дифференциации поля скоростей движущихся частиц.

В главе заслуживает особого внимания раздел 5.5. «Строение области влияния подземной полости и карстово-суффозионный процесс», где в мельчайших деталях, представлена картина поэтапного деформирования несвязных грунтов, объединяющая множество результатов модельных экспериментов.

Зависимости, полученные на основе моделирования, позволяют приблизиться к определению объемов карстово-суффозионных воронок или подземных полостей. Учитывая свойства дисперсных грунтов и принимая во внимание, что даже влажные дисперсные грунты (в данном случае пески) не сохраняют устойчивость, если пролет полости под ними больше 1-3 м, диссертант вполне логично предполагает, что важнее определить локальные коллекторские свойства пород, подстилающих песчаную толщу, а не нюансы деформирования этой толщи. Исходя из этого прогноз провалообразования в песчаной толще предложено основать на сопоставлении количества удаленного из слоя материала и аккумуляционной емкости закарстованных пород.

Мы считаем, очень важным тот факт, что диссертант понимает отличия прогнозных построений и расчетов в инженерном карстоведении и в горном деле, которое оперирует конкретными геометрическими параметрами горных выработок. Диссертант абсолютно прав, когда говорит, что математически строгое описание трещинно-каверновых систем – задача сложная и вдвойне сложная, если необходимо учесть еще и режим подземных вод.

В заключительном разделе главы диссертант заостряет внимание на вопросах классификации суффозионного процесса и вводит некоторые уточнения в определение суффозии В.П. Хоменко (Закономерности и прогноз суффозионных процессов. М.: ГЕОС, 2003. 216 с.). Уточнения касаются влияния гравитационной составляющей и не затрагивают процессов химической суффозии. Диссертантом предложена классификационная схема, где представлены «типы», «подтипы» и «виды» суффозии. Можно дискутировать по вопросу о том является ли приведенная схема действительно классификацией в общепринятом понимании, но отметим только моменты, требующие пояснения и касающиеся выделения в схеме двух подтипов суффозии, а именно «обрушение грунтов» и «подземная

эрозия». В карстоведении и спелеологии эти терминологические сочетания введены и используются достаточно давно, но не в контексте пояснений суффозионного процесса. Примером является известный сборник терминов и понятий, составленный Тимофеевым Д.А., Дублянским В.Н., Кикнадзе Т.З. под названием «Терминология карста» (М.: Наука, 1991г.). Кстати сказать, на стр. 206 диссертации автор и сам указывает на то, что «...обрушение глинистых грунтов как вид механической суффозии может вызвать у читателя недоумение» и что «... подземную эрозию, учитывая специфический механизм ее развития ... можно было бы не относить к суффозии» Однако, в этом случае мы бы не учли в полной мере результаты исследований многих авторов, расширяющих наши представления об этом процессе. Надо отдать должное тому, что автор понимает возможность внесения уточнений и изменений в предложенную классификацию.

Глава 6. «Прогноз провалов и оседания земной поверхности в карстовых районах» посвящена примерам практического использования теоретических и экспериментальных результатов, полученных диссертантом в плоскости прогноза провалоопасности.

Диссертантом разработана и апробирована процедура оценки карстово-суффозионного риска в районах «нереализованной опасности». Процедура содержит пять основных стадий, или этапов: 1) анализа инженерно-геологических условий; 2) районирования территории и схематизации массива пород в наиболее опасных таксонах; 3) формулировки рабочей гипотезы и разработки возможных сценариев провалообразования; 4) расчета диаметра провалов и определения интенсивности процесса; 5) вычисления физического и экономического ущерба.

Достаточно большой по объему раздел главы посвящен особенностям инженерно-геологического и карстологического строения территории г.Москвы, раскрытию причин образования провалов и оседаний на территории города и оценке карстово-суффозионной опасности и риска.

Степень влияния изменений гидродинамического режима на процессы провалообразования детально проанализирована автором на примере Дзержинского карстового района. Принципиальных замечаний к тексту главы нет.

Основные выводы по диссертационной работе:

1. По содержанию представленная диссертационная работа полностью соответствует специальности 25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение – формуле специальности и ряду областей исследований, перечисленных в паспорте соответствующей специальности.

2. Содержание автореферата отвечает основным положениям диссертации. Обоснование защищаемых положений, основные выводы диссертационных исследований отражены в научных публикациях А.В. Аникеева.

3. Работа содержит все необходимые элементы, присущие диссертациям на соискание доктора наук (теоретические и экспериментальные исследования, методические разработки, практическую значимость, апробацию результатов и др.).

4. Диссертационная работа А.В. Аникеева является завершенной самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой на основе авторских теоретических разработок, натуральных наблюдений, экспериментов усовершенствованы теоретические и методологические основы изучения процессов провалообразования, а разработанные практические приложения диссертанта, несомненно, вносят значительный вклад в безопасность освоения закарстованных территорий.

5. На основании вышеизложенного, по актуальности решаемых задач, научному и практическому значению полученных результатов, диссертация

Аникеева Александра Викторовича, представленная на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение, на тему «**ПРОВАЛЫ И ОСЕДАНИЕ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В КАРСТОВЫХ РАЙОНАХ: МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ**» соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а её автор заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук.

Заведующий кафедрой
динамической геологии и гидрогеологии,
проректор по научной работе и инновациям
Пермского государственного национального
исследовательского университета,
доктор геолого-минералогических наук
614990, Пермь, ул. Букирева, 15
Тел. (342)2396431, kataev@psu.ru

Катаев В.Н.

10 октября 2014г.



получилую по...
Катаев В.Н.
А. Аникеева