

В.Н. КАТАЕВ

Доктор геолого-минералогических наук, профессор, Пермский государственный национальный исследовательский университет (Пермь), тел. (342) 2396506, e-mail: kataev@psu.ru

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ КАРСТОМОНИТОРИНГА (на примере закарстованных территорий Пермского края)

Введение. Терминологические аспекты

Изучение состояния геологической среды с целью ее охраны и безопасного освоения в виде специально организованной системы наблюдений и контроля на отраслевом и общегосударственном уровне – одна из важнейших проблем современной федеральной геологической концепции.

Прообразом государственного мониторинга экзогенных геологических процессов были организованные ВСЕГИНГЕО в 1976 г. комплексные многолетние исследования режима оползней, селей, абразии и эрозии на побережье Черного моря. В дальнейшем наблюдательные сети были включены в территориальные мониторинговые системы. Директива Министерства геологии СССР 1990 года о разработке «Целевой научно-производственной программы «Литомониторинг СССР» явилась основой организации мониторинга геологической среды на различных уровнях.

Развитию службы государственного мониторинга способствовало Постановление Совета Министров Российской Федерации (№ 1229 от 24.11.1993) «О создании Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ)». Позднее в составе Министерства природы России был организован Госцентр «Геомониторинг».

Основы организации мониторинга экзогенных геологических процессов в России, разработанные в 80-е гг. XX в., доведены до уровня методических и технологических решений (Шеко, 1982; Мониторинг..., 1986; Методика..., 1988; Требования..., 1995; Методические рекомендации..., 1997).

Хозяйственное освоение закарстованных территорий связано с риском экономического, экологического и социального характера. Учет этого риска невозможен, если заинтересованные административные структуры и хозяйствующие организации не будут обладать необходимой информацией и планировать свою деятельность с учетом этой информации. В пределах карстоопасных территорий чрезвычайно актуальным для органов административного управления является получение оперативной информации о развитии негативных геологических процессов.

Проблемы организации карстомониторинга затронуты в территориальных строительных нормах Республики Башкортостан (ТСН 302-50-95 РБ, 1996), Нижегородской области (ТСН 22-308-98 НН, 1999), Пермского края (ТСН 11-301-2004 По, 2004) и в более поздних документах (Региональные, 2011). Опыт создания основ карстомониторинга, в том числе и авторский изложен в ряде монографических изданий (Москва: геология и город, 1997; Экзогенные геологические опасности, 2002; Карст Башкортостана, 2002; Геология и карст

города Кунгура, 2010) и в научных статьях (Костарев, 1990, 1997; Толмачев и др., 1999; Зеркаль, Воронина, 2004; Костарев, Катаев, 2007; Катаев, 2008). И в территориальных документах и в научных публикациях отмечается, что проведение карстомониторинга в системе противокарстовой службы является обязательным в пределах населенных пунктов и особо ответственных объектов на территориях с пониженными категориями устойчивости, а также при техногенной активизации карстово-суффозионных процессов.

Рассматривая терминологические и понятийные аспекты в области мониторинга состояния недр и карстомониторинга в частности, следует отметить, что различные авторы практически однозначно, часто буквально однозначно трактуют цели, задачи и сущностное, методическое содержание мониторинга. Отсутствие в литературе терминологических и понятийных дискуссий на тему карстомониторинга свидетельствует о том, что эти понятия приняты научной общественностью, а их практическое содержание не вызывает множественного толкования при реализации. Базовым, в данном случае, является определение *государственного мониторинга состояния недр* (ГМСН) территории Российской Федерации – система регулярного сбора, накопления, обработки и анализа информации, оценки состояния геологической среды и прогноза ее изменений под влиянием естественных природных факторов, недропользования и антропогенной деятельности.

Система ГМСН включает следующие подсистемы:

- мониторинг подземных вод;
- мониторинг опасных экзогенных геологических процессов и, в частности, карста;
- мониторинг опасных эндогенных геологических процессов;
- мониторинг месторождений углеводородов;
- мониторинг месторождений твердых полезных ископаемых;
- мониторинг участков недр, используемых для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых;
- мониторинг участков недр, испытывающих воздействие хозяйственной деятельности, не связанной с недропользованием.

Из приведенного определения следует, что мониторинг карста, являясь одним из элементов подсистемы мониторинга опасных экзогенных геологических процессов, призван осуществлять наблюдение, оценку, контроль и прогноз развития данного процесса (точнее возникновение и развитие деформационных явлений, связанных с этим процессом и влияющих на устойчивость территории).

В более широком понимании карстомониторинг, как часть мониторинга состояния недр – это работы (система мероприятий), включающие выполнение режимных наблюдений, создание банка наблюденных данных, анализ данных в целях оценки современной обстановки развития карста и состояния инженерных объектов на закарстованных территориях, оперативный прогноз развития карста и деформаций сооружений во времени и пространстве, а в случае необходимости – принятие решений по противокарстовой защите.

Очевидно, что создание системы карстомониторинга наиболее рационально не для всех территорий развития карста, а только для территорий оперативного или перспективного хозяйственного освоения.

В узкопрактическом смысле *карстомониторинг* – это система оценки и прогноза состояния части карстующегося массива горных пород, взаимодействующей с инженерными сооружениями. Из определения следует, что карстомониторинг должен являться основой оптимизации мероприятий по освоению закарстованных территорий.

В генерализованном виде мониторинг среди прочих включает две главные разновидности мероприятий:

– слежение за текущим состоянием изучаемого процесса и факторами его развития;

– анализ степени развития процесса в перспективной динамике.

Очевидно, что сам процесс наблюдений в мониторинге не является его непосредственной целью. Наблюдения, последующий их анализ и оценка – это всего лишь средство для выполнения процедуры прогноза развития геологической среды и принятие на основе выполненного прогноза рекомендаций и решений по управлению природно-технической системой.

Исходя из основных аспектов содержания мониторинга (наблюдения, оценка, прогноз и управление) *главной целью мониторинга* является установление тенденций развития геологической среды или ее части в пределах природно-технической системы (ПТС) и на основе этого – принятие управляющих решений по оптимизации функционирования ПТС.

Необходимо учитывать и то, что помимо управленческих задач, мониторинг должен решать и исследовательские задачи, связанные с рациональным использованием геологической среды, эколого-геологическими проблемами и т.п. Определение исследовательских задач позволяет свести к минимуму или уменьшить круг параметров, подлежащих контролю, что важно из-за большой стоимости системы наблюдений в мониторинге.

Несмотря на то, что общее определение карстомониторинга и определение цели предусматривают анализ состояния и инженерных сооружений, находящихся на карстоопасных территориях, как правило, *объектами карстового мониторинга* являются многочисленные проявления карстового процесса (как на поверхности земли, так и подземные), участки (земельные участки и участки недр), для которых существует опасность проявления карста, а также природные и природно-техногенные факторы, на основании которых прогнозируется развитие процесса.

Организационные уровни мониторинга и решаемые задачи

Система мониторинга состояния недр территории Российской Федерации включает в себя несколько масштабных иерархически соподчиненных уровней – объектный (локальный), территориальный, региональный и федеральный. Государственное ранжирование уровней мониторинга состояния недр основано в большей степени не на специфике наблюдаемых процессов, а на принципах информационного взаимодействия, в том числе и финансового федеральных, территориальных специально уполномоченных органов в области охраны

окружающей среды и природопользования субъектов Российской Федерации, муниципальных органов управления и специализированных организаций.

Для организации мониторинга карстового процесса на различных иерархических уровнях рекомендуется использовать опыт специалистов Башкортостана (Абдрахманов и др., 2002). Выделение регионального, субрегионального, локального, элементарного и объектного уровней определено логикой зависимости развития карстового процесса от «вековых», многолетних, годовых и внутригодовых режимов изменений тех или иных факторов.

Региональный уровень направлен на выявление общих тенденций развития карста в условиях действия медленнотекущих климатических, геоморфологических, геолого-гидрогеологических, структурно-тектонических и иных факторов.

На субрегиональном уровне предполагается изучение развития карста в пределах его литологических типов и типов сочетания карстующихся и перекрывающих отложений. Активность карста оценивается в условиях режима многолетнего влияния в основном геолого-гидрогеологических факторов.

На локальном уровне изучается годовой режим карста в условиях действия быстроизменяющихся преимущественно геоморфологических и гидрогеологических факторов. Различная интенсивность водообмена в карстовом массиве является определяющим фактором.

На элементарном уровне должна быть определена динамика развития отдельных карстовых форм или их скоплений на фоне сезонных колебаний быстродействующих факторов.

Мероприятия объектного уровня направлены на оценку инженерно-геологических свойств массива в процессе функционирования инженерного сооружения и на оценку состояния самого инженерного сооружения.

Назначение мониторинга должно быть определено и конкретизировано в соответствующей целевой программе. Для территории Пермского края (на тот период области) в 2004г. согласно пообъектному плану геологического изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы Пермской области по объекту «Мониторинг экзогенных геологических процессов на территории Пермской области» такая программа была разработана по заданию Главного управления природопользования Пермской области (позже Министерство природных ресурсов). Программа была принята под наименованием «Обеспечение безопасной жизнедеятельности населения на закарстованных территориях Пермской области». Был определен период реализации программы – с 2006 по 2010гг.

В программе предлагаемые мероприятия были ранжированы по региональному, субрегиональному, территориальному и объектному уровням. Выбранная структура иерархической соподчиненности уровней мониторинга в большей степени отвечала Государственной системе, но содержала и структурные элементы, предложенные учеными Башкортостана. В генерализованном виде основные разделы программы содержали следующие мероприятия:

Региональный уровень

1. Теоретические и организационные основы создания системы карстомониторинга. Комплексная региональная оценка карстоопасности.

1.1. Создание теоретических и картографических основ организации регионального мониторинга. Организационно-правовые основы создания мониторинга. Оценка геологической компоненты мониторинга.

1.2. Изучение естественных и техногенных условий и факторов развития карста. Оценка гидрогеологической компоненты мониторинга. Оценка современных условий развития карста и состояния закарстованных территорий с учетом типов и степени техногенной нагрузки.

1.3. Разработка критериев и методов количественной оценки карстового риска на различных территориальных уровнях организации мониторинга. Оценка карстового риска.

1.4. Создание единой информационной системы безопасного освоения закарстованных территорий.

1.5. Теоретическое и практическое изучение спелеологических объектов (пещер). Создание кадастра пещер Пермской области и его использование. Создание теоретической модели развития карста.

Субрегиональный уровень

2. Обоснование организации карстомониторинга на субрегиональном уровне. Горнодобывающие районы. Линейные инженерные объекты.

2.1. Территория Кизеловского угольного бассейна.

2.2. Территория Верхнекамского месторождения солей.

2.3. Создание системы карстомониторинга на линейных инженерных объектах. Магистральные продуктофтепроводы. Железные дороги.

Территориальный уровень. Объектный уровень

3. Подготовка организации системы карстомониторинга в пределах действующих промышленных зон и участков городской застройки.

3.1. Оценка степени устойчивости закарстованных территорий. Общие положения.

3.2. Инженерно-геологическая компонента оценки устойчивости закарстованных территорий и организации карстомониторинга.

3.3. Прогноз и локализация участков активного развития карстового процесса в условиях городских и градопромышленных агломераций. Гидрогеологическая компонента организации карстомониторинга.

3.4. Прогноз и локализация участков активного развития подземного карста и провальных явлений в условиях городских и градопромышленных агломераций. Геолого-структурная и инженерно-геофизическая компоненты организации мониторинга.

3.5. Изучение механизма и прогноз развития карстовых деформаций земной поверхности. Обоснование комплекса противокарстовой защиты.

3.6. Территориальные экологические проблемы.

Каждое программное мероприятие сопровождалось разделами: «Постановка проблемы», «Основные предполагаемые результаты», «Потребность в финансовых затратах».

Отметим важное обстоятельство, которое влияет на полноту выполнения программы мониторинга, а именно – *финансирование программных мероприятий*. Как правило, в программу включаются мероприятия ориентированные не только на региональные проблемы, но и на мероприятия, ориентированные на проблемы иных территориальных образований (районы, городские и сельские поселения), а также на объекты государственных корпораций (железные дороги, трансрегиональные продуктопроводы, ЛЭП и др.), объекты частного бизнеса, в частности территории недропользования. Учитывая, что финансирование работ по функционированию и развитию системы ГМСН осуществляется за счет федерального бюджета (федеральный уровень ГМСН); бюджета субъекта федерации (региональный уровень ГМСН); муниципального бюджета (административно-территориальный уровень МСН); собственных средств недропользователей и других субъектов хозяйственной деятельности становится очевидным, что *выполнение программы мониторинга в пределах какого-либо субъекта Федерации возможно только в случае комплексного финансирования всех уровней программных мероприятий* из регионального и муниципальных бюджетов, бюджетов хозяйствующих организаций.

К сожалению, опыт организации мониторинга свидетельствует, что идеальный вариант финансирования всех уровней мероприятий не был реализован практически ни на одной из закарстованных территорий. В лучшем случае, были выполнены мероприятия, финансируемые из региональных бюджетов (бюджетов субъектов Федерации).

Именно по такому сценарию и развивались работы 2006-2010гг. по выполнению программы «Обеспечение безопасной жизнедеятельности населения на закарстованных территориях Пермской области». Программные мероприятия помимо решения проблем регионального уровня, предполагали создание электронных баз данных и карт фактического материала масштаба 1:5000 – 1:10000 территорий городов и поселков, расположенных в закарстованных районах; районирование закарстованных территорий по степени потенциальной карстоопасности территориального уровня; оценку состояния зданий и сооружений на урбанизированных закарстованных территориях с разработкой структуры специального кадастра; инженерно-геологическую типизацию закарстованных территорий по степени устойчивости к техногенным воздействиям; оценку эксплуатационной надежности зданий и сооружений повышенного уровня ответственности; обоснование противокарстовых мероприятий; обоснование системы комплексного карстомониторинга территориального и объектного уровней.

Уточненное заказчиком (департамент промышленности и природопользования Министерства промышленности и природных ресурсов края, позже Министерство природных ресурсов Пермского края) техническое задание было ориентировано на решение вопросов преимущественно регионального уровня с детализацией карстологической ситуации на уровне административных районов края и территорий отдельных («пилотных») муниципальных образований. Мероприятия субрегионального уровня,

направленные на территории недропользования, трансрегиональные инженерные коммуникации не финансировались из регионального бюджета. Были исключены и мероприятия собственно объектного уровня.

Принципы реализации программных мероприятий

Исходя из принятого нами определения, наиболее общие задачи создания основ карстомониторинга вне зависимости от организационного уровня были объединены во взаимодополняющие блоки работ, а именно:

✓ **сбор, хранение и обновление** данных о состоянии и изменении свойств геолого-гидрогеологической среды (толщи пород, вовлеченной в процесс карстообразования), карстовых явлениях, подземных и поверхностных формах карста;

✓ **анализ данных** в целях оценки состояния среды и прогноза ее изменений;

✓ **многопрофильную интерпретацию** полученных результатов анализа для принятия оперативных или стратегических решений в целях снижения или устранения рисков комплексного освоения закарстованных территорий, обоснования сети наблюдательных постов, выбора показателей и критериальных интервалов этих показателей;

✓ **создание интегрального информационного ресурса** (рис. 1).



Рис. 1. Основные функциональные элементы системы карстомониторинга

На первом этапе работы по созданию баз данных об особенностях геолого-гидрогеологического строения и закарстованности были сконцентрированы на районах развития сульфатного и сульфатно-карбонатного карста, где интенсивность провалообразования наиболее высока, и где наиболее высоки показатели физических рисков. В качестве «пилотных» для отработки мероприятий по созданию системного карстомониторинга и в первую очередь комплексной оценки опасности карста были определены территории, наиболее изученные в карстологическом отношении. Последующие этапы работ были связаны с территориями развития карбонатного карста.

В процессе выполнения работ для карстологической оценки применялся авторский комплекс методов, апробированный на различных территориальных объектах Пермского края. Это сочетание методов специализированного картографирования (картографическое 2- и 3-мерное моделирование) с использованием ГИС-технологий и последующим выявлением закономерностей пространственного соотношения форм карста и особенностей геологического, структурно-тектонического, гидрогеологического, геоморфологического строения территории; методов математической статистики (обработка числовых параметров), включая графическое моделирование – построение диаграмм и статистических таблиц, двухмерный корреляционный анализ и однофакторный дисперсионный анализ; методов концептуального моделирования (Щербаков, Катаев, 2011). Все графические построения выполнены на основе специфических баз данных, созданных и постоянно возобновляемых по результатам инженерно-геологических, гидрогеологических, геоморфологических, карстологических, спелеологических изысканий и исследований. В качестве «заверочных» применялись буровые работы «на карст», методы электроразведочной и сейсморазведочной геофизики.

Процедура сбора, хранения и пополнения первоначальных данных было сформировано в отдельное направление работ, которое заключалось в создании специализированных территориальных БД, несущих комплексную информацию о геолого-гидрогеологических условиях развития карстового процесса. Базы данных в дальнейшем были преобразованы в электронные банки данных результатов инженерно-геологических и иных изысканий и исследований на конкретных территориях.

В качестве отдельного направления работ был выделен и анализ баз данных с целью выявления закономерностей пространственного соотношения показателей состояния геолого-гидрогеологической среды, поверхностных и подземных карстопроявлений. Наш опыт свидетельствует о том, что данное направление в оптимальном варианте должно включать следующие блоки мероприятий:

✓ экспертную оценку качественных и количественных данных состояния геологической среды исследуемой территории и выявление оптимальных параметрических интервалов возникновения и развития карстовых явлений;

✓ картографическое моделирование – анализ строения массива пород и создание комплекса тематических карт и трехмерных моделей по различным параметрам его состояния, с отражением пространственного сочетания с зафиксированными карстопроявлениями;

✓ графическое моделирование – установление закономерностей количественного распределения карстовых форм в зависимости от их принадлежности к участкам с различными параметрами строения массива путем построения специализированных диаграмм;

✓ математическое моделирование – обоснование имеющихся зависимостей между изучаемыми показателями и количеством карстовых

форм, а также выделение критериев опасности с использованием математического аппарата.

Экспертная оценка подразумевает выделение в составе всей совокупности признаков-факторов, действующих в рамках конкретного показателя и влияющих на распределение карстовых форм, трех интервалов – одного опасного и двух неопасных. Границы между условно опасным и неопасными интервалами устанавливаются по резкому уменьшению (увеличению) количества карстопоявлений на гистограммах частоты их встречаемости соответственно значениям конкретного показателя строения территории. В пределы опасного интервала «попадает» наибольшее количество карстопоявлений. В случае нескольких максимумов встречаемости карстовых форм по значениям исследуемого показателя (неоднородность распределения) может быть выделено два и более опасных интервалов значений. Результаты экспертной оценки оформляются в виде соответствующих таблиц.

Картографическое моделирование предполагает построение тематических карт, комплекс которых позволяет провести пространственный анализ и сопоставление тех или иных показателей в пределах анализируемой территории. Как правило, для муниципальных образований создаются картографические комплексы в масштабе 1:10 000. Содержание картографических комплексов может дополняться в зависимости от специфики геологического строения территории, конкретной карстологической ситуации или конкретной решаемой задачи (рис. 2).

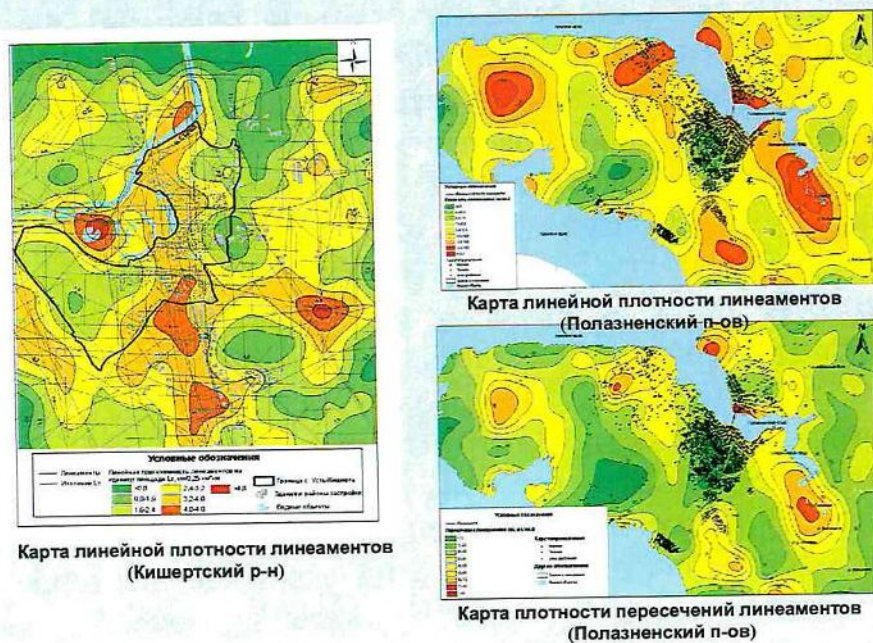


Рис. 2. Примеры тематических карт

Помимо специализированных картографических моделей создаются карты, построенные по традиционно используемым показателям карстовой опасности, например, по интенсивности провалообразования и среднему диаметру провалов.

Построение картографических моделей сопровождается графическим моделированием – установлением пространственных закономерностей

количественного распределения карстовых форм в зависимости от их принадлежности к участкам с различными параметрами строения массива путем построения специализированных диаграмм. В итоге строятся графические модели вариаций показателей (спектра значений), адаптированных в пространстве (участок с привязкой, геологическое строение – тип разреза, литологически однородная толща, литологический комплекс, отдельное внимание на близость карстовых деформаций, близость деформированных зданий) и во времени (изменчивость по годам) (рис. 3).

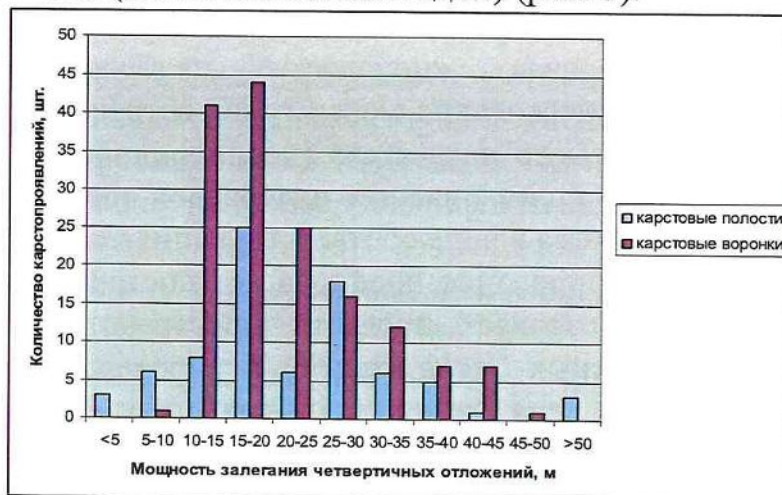


Рис. 3. Гистограмма частоты встречаемости карстовых форм в пределах территорий с различными мощностями залегания четвертичных отложений

Математическое моделирование – обоснование имеющихся зависимостей между изучаемыми показателями и количеством карстовых форм, а также выделение критериев опасности с использованием математического аппарата реализовано через комплекс математических показателей и расчетных формул для выявления степени карстовой опасности:

В итоге, на основе разработанной математической модели и алгоритма расчета оценки карстоопасности урбанизированных территорий с использованием двух расчетных методов оценки – балльного и вероятностно-статистического, изучаются основные особенности строения закарстованных территорий и определяется их влияние на активность карста с комплексным использованием показателей состояния геологической среды по пяти блокам: геологическое строение, структурно-тектоническое строение, гидрогеологическая обстановка, карстовые формы, инженерно-геологические показатели (физико-механические, водно-физические свойства). Пример интегральной карты карстоопасности, как основы размещения территориальной наблюдательной системы мониторинга, представлен на рис. 4.

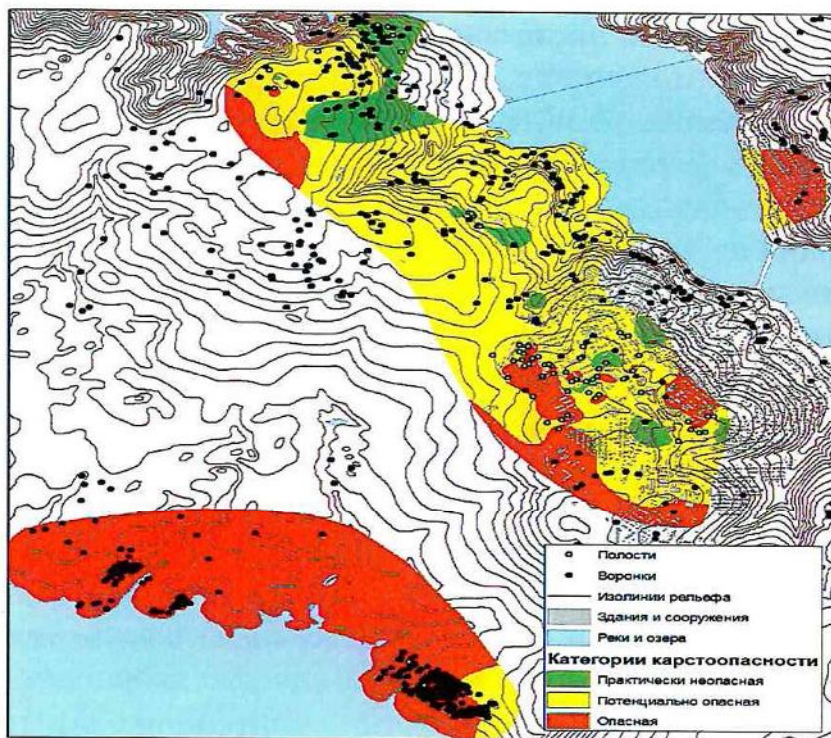


Рис. 4. Интегральная карта карстоопасности Полазненского полуострова

Логическим завершением работ по созданию основ системы карстомониторинга является информационный модуль «Карстоопасность», выполненный в формате ГИС-проекта (рис. 5).

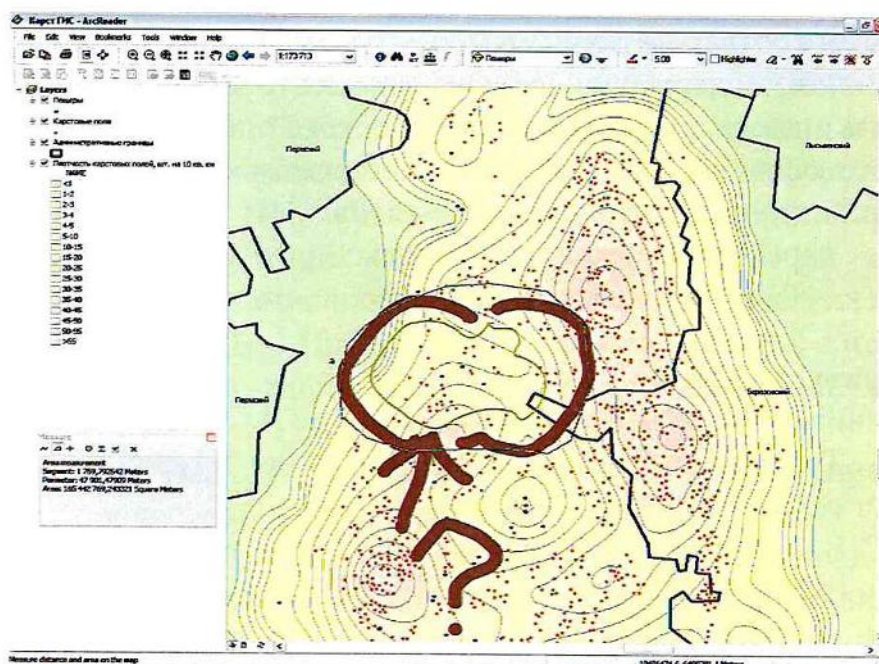


Рис. 5. Фрагмент пользовательской среды ГИС-проекта «Карстоопасность»

Для создания, обработки и анализа пространственных данных и последующего формирования картографического материала в качестве основной была использована ГИС ESRI ArcGIS 9.3.1. Конечные, оформленные в среде ArcGIS ArcMap электронные карты переводились в общедоступный формат посредством встроенного в программу дополнительного модуля

Publisher. ArcGIS Publisher предоставляет возможность легко обмениваться и совместно использовать электронные карты и географические данные. Publisher конвертирует документы ArcMap (с расширением .mxd) и ArcGlobe (с расширением .3dd) в формат .pmf – опубликованные файлы карт, с которыми работает ArcReader. Опубликованные из ArcMap карты являются двумерными (2D), а публикации из ArcGlobe – трехмерными сценами (3D).

Пользовательская часть модуля состоит из набора электронных карт, связанных с соответствующими базами данных. Одна из особенностей организации ГИС-проекта – сведение всех картографических слоев воедино методом послойного наложения. Структурно модуль состоит из трех подсистем:

– *региональной*, состоящей из электронных картографических слоев в пределах территории Пермского края, служащих для привязки и размещения геологической, карстологической и иной информации общего назначения, векторизованных в масштабе 1:200 000. Все 26 слоев подсистемы для территории Пермского края представлены в системе координат Пулково 1942 года, зона 10;

– *территориальной*, состоящей из электронных карт, созданных в пределах границ административных районов края и содержащих всю имеющуюся на период создания геолого-карстологическую информацию. Подсистема призвана детализировать информацию регионального уровня. Здесь приведены итоговые результаты оценки карстоопасности, полученные различными методами: балльным, вероятно-статистическим, методами, рекомендованными соответствующими нормативными документами;

– *специальной*, содержащей отдельные электронные карты, отражающие специфическую информацию общегеологического плана.

В процессе освоения закарстованных территорий, при получении новых данных состояния карстующегося массива в структуре ГИС-модуля производится переинтерпретация итоговых материалов (аналитических, картографических) в целях получения более объективной картины.

Список литературы

Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И., Попов В.Г., Рождественский А.П., Смирнов А.И., Травкин А.И. Карст Башкортостана. Уфимский научный центр РАН, Институт геологии. Уфа, 2002.

Зеркаль О.В., Воронина Н.Е. Мониторинг карстового процесса в составе государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации // Карстоведение – XXI в.: теоретическое и практическое значение: матер. Междунар. симп. / Перм. ун-т. Пермь, 2004.

Катаев В.Н. Особенности организации карстомониторинга на территории Пермского края // Проблемы и задачи инженерно-строительных изысканий. Проблемы инженерной геологии карста урбанизированных территорий и водохранилищ: матер. Всеросс. науч.-практ. конф. / Перм. ун-т; ВерхнекамГИСИЗ и др. Пермь, 2008.

Катаев В.Н., Кадебская О.И. Геология и карст города Кунгура / Перм. гос. ун-т; ГИ УрО РАН. – Пермь.

Костарев В.П. Карстомониторинг – основа оптимизации строительного освоения закарстованных территорий // Охрана геологической среды в связи с народнохозяйственным освоением Прикамья. Пермь, 1990.

Костарев В.П. Обязательный элемент мониторинга на территории Западного Урала // Инженерно-геологическое обеспечение недропользования и охраны окружающей среды. Пермь, 1997.

Костарев В.П., Катаев В.Н. О карстомониторинге на трассах газо- и нефтепроводов Пермского края / ГеоРиск. М., 2007.

Методика изучения и прогноза экзогенных геологических процессов./Под ред. А.И. Шеко, В.С. Круподерова. М.: ВСЕГИНГЕО, 1988.

Методические рекомендации по организации и ведению государственного мониторинга экзогенных геологических процессов/Под ред. А.И. Шеко, Круподерова В.С. и др. М.: ВСЕГИНГЕО, 1997. 39 с.

Мониторинг экзогенных геологических процессов. М.: ВСЕГИНГЕО, 1986.

Москва: геология и город / Гл. ред. В.И. Осипов, О.П. Медведев. – М.:АО «Московские учебники и Картолитография», 1997.

Региональные нормативы по проведению инженерных изысканий, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области. Нижний Новгород, 2011.

Толмачев В.В., Иконников Л.Б., Леоненко М.В. Опыт проектирования карстологического мониторинга в г. Дзержинске Нижегородской области // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1999. № 5.

Требования к составу информации для ведения государственного мониторинга экзогенных геологических процессов / сост. А.И. Шеко. М.:ВСЕГИНГЕО, 1995.

ТСН 11-301-2004 По. Инженерно-геологические изыскания для строительства на закарстованных территориях Пермской области. Пермь, 2004.

ТСН 22-308-98 НН. Инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области. Нижний Новгород, 1999.

ТСН 302-50-95 РБ. Инструкция по изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях/Госстрой Респ. Башкортостан. Уфа, 1996.

Шеко А.И. Методологические основы мониторинга экзогенных геологических процессов. М.: ГКНТ, 1982.

Щербаков С.В., Катаев В.Н. Интегральная оценка карстоопасности урбанизированных территорий (на примере г. Кунгура) // Уч. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2011.

Экзогенные геологические опасности. Тематический том / Под ред. В.М. Кутепова, А.И. Шеко. М.: Изд. фирма «КРУК», 2002.