

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 004.9:504

*И. М. Янников*, доктор технических наук, доцент  
*И. А. Латыпова*, магистрант  
*М. В. Телегина*, кандидат технических наук, доцент  
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

## ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ АНАЛИЗА РИСКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА ТЕРРИТОРИЙ

*В статье приведен анализ роли геоинформационных технологий в информационной поддержке процесса анализа риска чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при разработке стратегии управления территориями в условиях чрезвычайных ситуаций.*

**Ключевые слова:** анализ риска, прогнозирование чрезвычайных ситуаций, чрезвычайная ситуация, геоинформационные технологии.

В последние годы для моделирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера все шире используются информационные, в частности нейросетевые, технологии и данные космического зондирования земной поверхности. На этой основе разработаны геоинформационные системы (ГИС), предназначенные не только для оценки риска возникновения ЧС различных видов, их анализа и развития, но и прогнозирования последствий опасных событий в случае их возникновения. Созданы как локальные ГИС для обслуживания отдельных регионов, так и мощные системы общего назначения (разработки ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)). Указанные системы включают в себя:

1. Подсистему космического мониторинга (электронные топографические карты и средства работы с ними).

2. Базы данных о потенциально опасных объектах, имеющихся силах и средствах для ликвидации ЧС и их последствий, транспортной инфраструктуре и других данных.

3. Базы математических моделей развития ЧС природного и техногенного характера.

Главным достоинством геоинформационных систем является детальная цифровая, координатная и картографическая привязка объектов производства и социальной сферы, сооружений и коммуникаций, жилого сектора к местности, возможность учета рельефа и метеоусловий, что позволяет улучшить качество прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, повысить эффективность управления силами и средствами, предназначенными для ликвидации последствий ЧС [1].

Решаемая с помощью ГИС-технологий задача оценки корреляции пространственных данных, характеризующих влияние объекта, и данных, характеризующих условия труда и жизнедеятельности населения, способствует принятию обоснованных решений по обеспечению технической и технологической безопасности [2].

Таким образом, для оперативного отображения обстановки, пространственного анализа данных, моделирования процессов управления, визуализации динамики ЧС необходима разработка геоинформационного модуля системы разработки паспорта безопасности территории.

Наиболее подходящими для решения этих задач являются программные продукты ESRI и ERDAS. Геоинформационный модуль, реализуемый на основе инструментов ArcGIS, представляет собой динамическую ГИС с функциями навигации, интерактивного просмотра информации по всем объектам. Картографический анализ позволяет рассчитать оптимальные маршруты выдвигания сил и средств, сделать оценку времени их прибытия.

База пространственных данных содержит набор пространственных и атрибутивных данных. Все данные представлены в виде логически и геометрически связанных таблиц и файлов с реализацией функций правил проверки, геометрической сети и топологии, заданием классов отношений и цифровых классификаторов. База геоданных разработана на основе цифровых карт масштабов М 1:100 000 и М 1:1 000 000. Формат представления данных позволяет задавать наборы топологических правил, определяющие пространственные отношения между объектами.

Для представления топографического слоя «дороги» использован единый граф маршрутной сети. Центры населенных пунктов представлены в виде узлов сети первого порядка, а пересечения и примыкания автодорог – как узлы второго порядка. Узлы и ребра имеют соответствующие атрибуты. Все ребра маршрутного графа разделены на три класса: магистраль, грунтовые и полевые дороги со скоростью передвижения 80, 60 и 40 км/ч соответственно.

В режиме ЧС возможно производить визуализацию порядка прикрытия и реагирования сил и средств подразделений МЧС России и других взаимодействующих структур на ЧС в территориальном образовании. Система осуществляет вывод на экран

состава и местоположения подразделений первого эшелона группировки сил и средств, схемы проезда до места аварии и расчетного времени пути [3].

Интеграция созданной и функционирующей под управлением ArcGIS базы пространственных данных с другими информационными системами осуществляется на основе ArcSDE. Моделирование осуществляется на основе расчетных методик, отвечающих требованиям существующих ГОСТов и руководящих документов для соответствующих сценариев развития чрезвычайных ситуаций. При построении моделей учитываются различные геопространственные факторы, такие как рельеф местности, наличие объектов гидрографии и др., выполняется расчет зон различных степеней поражения людей, зданий и сооружений, производится оценка возможных человеческих потерь и разрушений на территории критически важных объектов обороны [1].

Одним из наиболее привлекательных свойств ГИС-технологий для МЧС является их способность интегрировать (увязывать в единую систему) как разнородную информацию, так и различные функциональные (производственные) задачи. Это свойство базируется на том факте, что вся разнородная информация (алфавитно-цифровая, графическая, картографическая, видео- и фотоснимки, математическое описание процессов), необходимая для организации и управления деятельностью МЧС, напрямую или косвенно относится к территории региона и ее окружению и, следовательно, может быть привязана к карте или объектам (объекту) карты территории.

Построение моделей развития чрезвычайных ситуаций (аварий) выполняется по следующим сценариям:

- определение местоположения и характеристик потенциальных опасностей;
- оперативный поиск и выдача подробной информации о потенциально опасных объектах (ПОО);
- оценка возможных сценариев развития ЧС по каждому ПОО;
- отслеживание динамики развития ЧС и прогнозирование дальнейшего развития событий (разлива АХОВ, взрывов, пожаров, наводнений и паводков, разливов нефти и нефтепродуктов);
- оперативный поиск и выдача информации по объектам народно-хозяйственного значения, попадающим в опасные зоны;
- оперативный поиск сил и средств, привлекаемых в процессе ликвидации последствий аварий;
- оперативный поиск и выдача подробной разносторонней информации о защитных сооружениях;
- оценка возможных последствий при строительстве крупных гидротехнических сооружений;
- формирование и издание государственного доклада о защите населения и территории от ЧС природного и техногенного характера;
- разработка типовых рабочих карт обстановки [4].

На территории большинства городов и районов имеются промышленные предприятия, объекты

с массовым пребыванием людей, объекты инфраструктуры, коммуникации. При этом существует постоянный риск возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) с различными последствиями. Прогнозирование возможных ЧС, оценка риска и последующее его снижение является необходимым условием устойчивого развития территории.

Для комплексного решения задач управления рисками ЧС также необходима совместимость разных информационно-аналитических уровней и возможность их взаимодействия.

Необходимо, чтобы специалисты по управлению ЧС на местах (местный муниципальный уровень) обладали всей полнотой информации об опасных объектах в пределах своей территории, а специалисты более высокого уровня управления (территориальный) имели возможность «включаться» в местный контекст с минимальными усилиями и в минимальные сроки. Это может быть достижимо только при использовании общей масштабируемой программной технологии работы с пространственными данными, а также на основе единых стандартов представления пространственной и описательной информации, т. е. при создании единого геоинформационного пространства в системе управления рисками, предупреждения и ликвидации ЧС.

Разработка и внедрение автоматизированных способов работы, связанной с анализом, прогнозированием и моделированием происшествий, аварий и чрезвычайных ситуаций, является непереносимым условием информационно-аналитического обеспечения управления рисками чрезвычайных ситуаций.

Средства моделирования, интегрированные в ГИС-пакеты, позволяют оперативно прогнозировать развитие ситуации с учетом пространственных данных и обеспечивать управление риском возможных ЧС. Цифровая тематическая карта является удобным средством визуализации расчетных и статистических данных и служит неотъемлемой составляющей при принятии управленческих решений.

Основным преимуществом оценки риска с применением ГИС-технологий является автоматизация наиболее трудоемких этапов решения и наглядное представление зон уровней риска (рисунок).

Несмотря на достигнутые успехи в использовании ГИС-технологий при анализе и риске ЧС, на сегодняшний день существует целый пласт нерешенных задач. Если обозначить вектор развития вопросов прогнозирования и ликвидации ЧС с использованием ГИС-технологий, то наиболее актуальными задачами являются:

- Обеспечение доступа к данным мониторинга с использованием стандартов в области информационных технологий. До сих пор такая информация, как уровень воды на гидростоях, концентрация загрязняющих веществ и т. п., поступает в виде графических изображений и печатных форм, что существенно тормозит автоматизированные процессы.



Пример информации о газо-, нефте-, продуктопроводах на территории муниципального образования

- Решение прямых и обратных задач при отсутствии информации об источнике ЧС. Необходима доработка методической и технологической базы, чтобы при фиксировании ЧС (например, пятно нефти на космоснимке) можно было установить источник ее возникновения и спрогнозировать дальнейшее распространение ЧС.

- Более тесная интеграция средств мониторинга и моделирования ЧС. При условии доверия к математической модели можно заказать высокоточную съемку только тех участков территории, которые будут охвачены ЧС согласно прогнозу (тот же пример с разливом нефти).

- Использование мобильных устройств для анализа ЧС онлайн и офлайн. Здесь возможно увидеть, с одной стороны, трехмерную визуализацию объектов и сценариев ЧС с использованием дополненной реальности при возможности получения данных от ГИС-сервера (онлайн), с другой – экспресс-оценку зон поражения, в том числе в некомфортных условиях, при отсутствии такой возможности (офлайн).

- Применение методов натурально-естественного интерфейса с использованием голосовых команд, жестов для относительно простых конфигурируемых приложений. Такое сочетание позволяет решать конкретную задачу максимально удобным способом, позволяя эксперту, но не специалисту ГИС, задействовать всю мощь геоинформационного анализа.

- Реализация новых способов математического пространственно-временного моделирования для

реализации ситуационного управления в условиях высокой неопределенности и резких динамических изменений. Перспективными направлениями являются агентное моделирование, нейронные технологии, нечеткая логика, обучение с подкреплением и др. Как наиболее очевидный пример, можно привести задачу эвакуации людей с объектов массового скопления. Все модели, рассчитывающие зоны поражения, условно называют моделями воздействия.

Однако понимание границ ЧС является лишь частью общего процесса. И наиболее важной задачей считается создание и развитие блока моделей реагирования, направленных на поддержку принятия наиболее эффективных решений по ликвидации ЧС.

В более отдаленной перспективе ГИС должна быть не просто набором большого количества инструментов, работать с которыми могут только специально обученные пользователи. ГИС должна стать своего рода интеллектуальным помощником, который в ответ на поставленную задачу, может быть, даже выраженную неформальным языком, проделает всю рутинную работу и предложит набор альтернативных вариантов, на основе которых пользователь примет окончательное решение [5].

#### Библиографические ссылки

1. Шаптал В. Г. Основы моделирования чрезвычайных ситуаций: учеб. Пособие /под общ. ред. В. Г. Шапталы. – Белгород : Изд-во БГТУ, 2010. – 166 с.

2. Телегина М. В., Янников И. М., Габричидзе Т. Г. Методы и алгоритмы оценки воздействия потенциально опасных объектов на окружающую среду. – Самара : Изд-во СамНЦ РАН, 2011. – 152 с.

3. Трофимова Н. В., Антамошкин О. А., Антамошкина О. А., Ничепорчук В. В. Система поддержки принятия решений по реагирования на чрезвычайные ситуации и происшествия на опасных производственных объектах // Технологии гражданской безопасности. – 2011. – № 4.

4. Ипалаков Т. Т., Дранникова Ж. А. Современное применение ГИС-технологий для управления территорией (предупреждения и ликвидации последствий ЧС) // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2012. – Т. 3. – С. 215–219.

5. Митакович С. А. Разработка систем прогнозирования чрезвычайных ситуаций на базе ГИС // Геоматика. – 2014. – № 4. – С. 94–99. – URL: [http://geomatika.ru/pdf/2014\\_04/14\\_94-99.pdf](http://geomatika.ru/pdf/2014_04/14_94-99.pdf).

\*\*\*

*I. M. Yannikov*, DSc in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU

*I. A. Latypova*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU

*M. V. Telegina*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU

#### **Application of GIS technology in the field of risk analysis for emergency situations of natural and man-made territories**

*The article provides an analysis of the role of geographic information technologies in information support of the risk analysis processes for natural and man-made disasters in the development of territory management strategies in emergency situations.*

**Keywords:** risk analysis, forecasting of emergency situations, emergency, geo-information technology.

Получено: 05.05.16