

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ БАЗ ГЕОДАНЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ¹

Ю.И. Шокин¹, В.В. Москвичев², Л.Ф. Ноженкова³, В.В. Ничепорчук³

¹Институт вычислительных технологий СО РАН,

²Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука» КНЦ СО РАН,

³Институт вычислительного моделирования СО РАН

Введение

Разработка новых методов оценки состояния безопасности территорий обусловлена необходимостью эффективного расходования средств на проведение мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС). Требуется разработка показателей, позволяющих количественно оценить опасность, уязвимость и защищенность территорий.

Согласно этой триаде разработаны базы данных, таблицы которых сгруппированы по трем классам: источники риска ЧС; характеристика инфраструктуры территорий и объектов, включая данные по населению как реципиенту риска; данные по силам и средствам предупреждения и ликвидации ЧС (объекты управления). По разным оценкам до 85 процентов такого рода данных содержат географическую информацию [1].

Четвертый класс таблиц – мониторинг обстановки и суточные донесения о состоянии спасательных формирований, не имеет географической привязки, но содержит временную составляющую. Это позволяет проводить комплексный анализ состояния безопасности территорий с использованием средств геоинформационного моделирования и оперативного анализа данных (OLAP).

Состав баз геоданных

Использование геоинформационных систем для управления превентивными мероприятиями по снижению рисков насчитывает более двух десятков лет. Описание функциональных задач различных подсистем, использующих картографический материал приводится в статьях, монографиях, методических материалах [2-5]. Разработанные атласы рисков различного рода ЧС для территории Российской Федерации, федеральных округов и субъектов не содержат методических рекомендации, нормирующих состав и порядок их практического использования. Необходим стандарт, закрепляющий правила создания, хранения и использования картографического материала для анализа и управления территориальными рисками различной природы.

Структура, масштабный ряд, функциональное назначение и полнота пространственных данных определяются решаемыми задачами территориального управления. Часть задач по управлению безопасностью находится в компетенции федеральных органов государственной власти (например, сейсмобезопасность, радиационная безопасность), ограниченное количество задач решают местные органы власти. Основная же часть расходов на превентивные и оперативные мероприятия приходится на региональные бюджеты. Поэтому именно администрации территорий заинтересованы в повышении информационной составляющей в процессах принятия управленческих решений.

Примерный состав базы географических данных, используемых для оценки состояния безопасности территорий представлен в таблице 1.

¹ Работа выполнена в рамках интеграционного проекта СО РАН № 116 "Антропогенные риски угледобывающих и нефтегазодобывающих территорий Сибири"

Таблица 1 – Классификация компонентов базы геоданных

№ п/п	Наименование картографического ресурса	Использование картографического ресурса
I. Топографические основы		
1	Обзорные карты местности масштаба М1:1 000 000 (в 1 см 10 км)	Разработка карт риска на уровне субъектов Российской Федерации
2	Карты местности масштаба М1:100 000 (М1:200 000)	Создание оперативных карт обстановки с детализацией на уровне муниципальных образований
3	Карты местности масштаба М1:25 000 (в 1 см 250 м)	Построение зон опасностей природных ЧС, разработка паспортов территорий
4	Планы населенных пунктов масштаба М1:10 000 (М1:2 000)	Оперативная оценка динамики распространения поражающих факторов техногенных ЧС
II. Тематические слои		
1	Источники опасностей (потенциально опасные объекты и коммуникации, затороопасные участки рек, скотомогильники и т.д.)	Комплексная оценка <i>опасности</i> территории
2	Риски различных видов ЧС (паводковый атлас; карты сейсморайонирования, горимости лесов, очагов размножения вредителей леса и т.д.)	
3	Плотность населения	Комплексная оценка <i>уязвимости</i> территории
4	Интенсивность движения по магистралям	
5	Расположение важных объектов экономики, объектов с массовым пребыванием людей и др.	
6	Сети оперативного мониторинга и контроля обстановки	Комплексная оценка <i>защищенности</i> территории
7	Дислокация сил и средств (спасательные формирования, экстренные службы)	
8	Места эвакуации, безопасные зоны и прочее	
III. Динамические слои		
1	Результаты моделирования распространения опасных факторов ЧС	Оперативное построение карт для принятых решений по ликвидации ЧС. Разработка паспортов безопасности объектов и территорий
2	«Привязка» объектов семантических таблиц по координатам	Построение карт на основе систем распределенного сбора данных
3	Аналитические картограммы	Анализ данных мониторинга и контроля обстановки средствами OLAP
4	Маршруты выдвижения сил и средств, эвакуации и т.д.	Расчет оптимальных маршрутов на основе графов транспортных сетей

Выделены три основных компонента базы геоданных: топографическая основа, разработанная подразделениями Роскартографии; тематические слои, созданные на основе анализа данных мониторинга различными ведомствами и организациями; динамические слои, получаемые в режиме on-line на основе семантической информации, результатов математического моделирования, картографического и OLAP-анализа. В четвертый блок входят растровые материалы, космические снимки, цифровые модели рельефа, сетевые

модели. В отличие от остальных элементов, эти географические представления сильно зависят от используемой ГИС (форматы данных, логические связи), поэтому включение данных информационных ресурсов в платформонезависимую геобазу («читаемую» большинством ГИС) затруднительно.

Представление пространственных данных

Для большей эффективности пополнения и использования геоинформационных баз данных разработан банк пространственных данных (БПД) Сибирского отделения РАН.

Банк пространственных данных призван обеспечить решение следующих задач:

– создание распределенной системы идентификации, адресации и позиционирования объектов управления на территориях Сибири с использованием средств цифровой картографии и геоинформатики;

– ведение и хранение цифровых картографических материалов, растровых снимков территории;

– визуализация и анализ пространственно-ориентированных данных на унифицированных цифровых картах;

– навигация по информационным картографическим ресурсам.

В основу банка пространственных данных положены принципы распределенных хранилищ данных и web-технологий. Фрагменты банка находятся в Новосибирске, Кемерово, Красноярске, Иркутске. В основном это картографические результаты исследований по оценке безопасности отдельных регионов Сибири и смежной тематике.

Доступ к топографическим основам цифровых карт, тематическим слоям, космическим снимкам организован через иерархический каталог данных и многокритериальную систему поиска. База геоданных постоянно пополняется разработками различных ведомств агрегированного и оперативного характера. Это позволяет обновлять и детализировать оценки различных аспектов состояния безопасности территорий, разрабатывать новые методы анализа данных.

Инструментарий для работы с геоданными

Банк пространственных данных предназначен для решения задач визуализации готовых карт и организации доступа к распределенным библиотекам данных. Наличие подробного метаописания каждого объекта, развитая система каталогизации (поиска, выборки интересующих исследователя данных) делают БПД универсальным инструментом оперативного обмена картографическими данными.

Для создания геоданных, анализа и преобразования картографического материала требуется комплекс геоинформационных систем универсального и специализированного назначения. Приведем краткие характеристики наиболее распространенных ГИС, используемых в задачах управления безопасностью территорий.

Одной из самых мощных и универсальных ГИС является комплекс программ *ArcGIS* компании ESRI. Системы линейки ArcGIS имеют богатый инструментарий для работы с наборами геоданных: настольные системы, серверные технологии, системы хранения геоданных в базах данных под управлением SQL-серверов, системы web-публикации карт. Прямое локальное редактирование пространственных данных – самый распространенный способ работы. ArcGis Server обеспечивает многопользовательский режим работы, отвечает за публикацию карт для пользователей настольных систем, web-публикацию. Недостатком продуктов ESRI является высокая интеграция продуктов между собой. При использовании одного компонента ArcGIS необходимо использовать только решения и форматы ESRI.

MapInfo – прямой конкурент компании ESRI, но с более упрощенными решениями. Настольные редакторы уступают продуктам ArcGIS по возможности редактирования гео-

данных, табличных данных, построении легенды и отображения картографической информации. MapInfo также имеет серверные решения, одно из которых – MapXTreme. В качестве системы хранения пространственных данных в основном используется Oracle, с дополнительным лицензируемым модулем Oracle Spatial Locator. К недостаткам относится некорректная работа с системами координат и проекциями, слабо развитый табличный редактор.

Панорама – продукт отечественной разработки, предназначавшийся первоначально для работы с наборами данных для территории бывшего СССР. По умолчанию Панорама работает со своим форматом файлов. Редактор геоданных, табличный редактор и редактор стилей, неудобны в работе, что требует определённых навыков использования.

В последнее время наметилась тенденция к использованию свободно распространяемых систем (например, *PostGIS*) или условно бесплатных (*Tatuk GIS*). По спектру решаемых функциональных задач они пока значительно уступают ArcGIS и MapInfo. Кроме того, использование их для информационной поддержки управления безопасностью территорий требует значительных доработок, с задействованием высококвалифицированных проектировщиков и программистов. Однако высокая цена профессиональных ГИС, доступность и растущий объем универсальных программных библиотек говорит о хороших перспективах систем с открытым кодом.

К специализированным ГИС можно отнести программы расчета последствий чрезвычайных ситуаций, оценки рисков с модулями отображения результатов на цифровых картах местности. Например, ГИС «Экстремум», разработанная Центром исследования экстремальных ситуаций, позволяет провести оценку риска и возможных последствий природных и техногенных катастроф на локальном, региональном и федеральном уровнях [6-7].

С ростом объемов картографических ресурсов возникает проблема быстрой визуализации цифровых карт как на уровне персонального компьютера, так и для web. Поиск, выбор объектов требует просмотра миллионов записей, а изменение масштаба карт - генерализации объектов, подписей, изменения стилей отображения и так далее. Работа с детальными картами больших территорий (например, субъектов Сибирского федерального округа) приводит к необходимости разработки новых способов представления картографических данных. Одно из перспективных направлений – создание общих хранилищ пространственных данных, использование технологий кэширования изображений, перенос большей части вычислительных задач на уровень сервера.

Примеры комплексного использования информационных ресурсов

Технологии и алгоритмы построения карт территориального риска приведены в [8]. Описаны алгоритмы построения карт риска для территорий различных масштабов (субъект, муниципальный район, индустриальный центр). Полученные результаты рекомендуется использовать для проведения превентивных (заблаговременных) мероприятий по снижению риска ЧС.

Комплексно решить задачи поддержки оперативного управления можно только при использовании систем, интегрирующих различные технологии. Профессиональные ГИС обычно содержат в своем составе СУБД, однако имеющийся набор встроенных программных средств не позволяет реализовать сложные математические модели оценки обстановки при возникновении ЧС (например, ТОКСИ-3). Специализированные расчетные программы, как правило, имеют примитивную ГИС с минимумом функций.

Институтом вычислительного моделирования СО РАН разработана экспертная геоинформационная система ЭСПЛА-ПРО информационной поддержки управления в рамках территориальных подсистем МЧС РФ в различных режимах функционирования [9]. При работе в режиме ЧС комплексная система поддержки принятия решений использует программные модули, разработанные на основе различных технологий (Рисунок 1).

Такой подход позволяет решать широкий спектр задач управления аварийно-спасательными и других неотложными работами в зоне техногенных катастроф и стихийных бедствий.

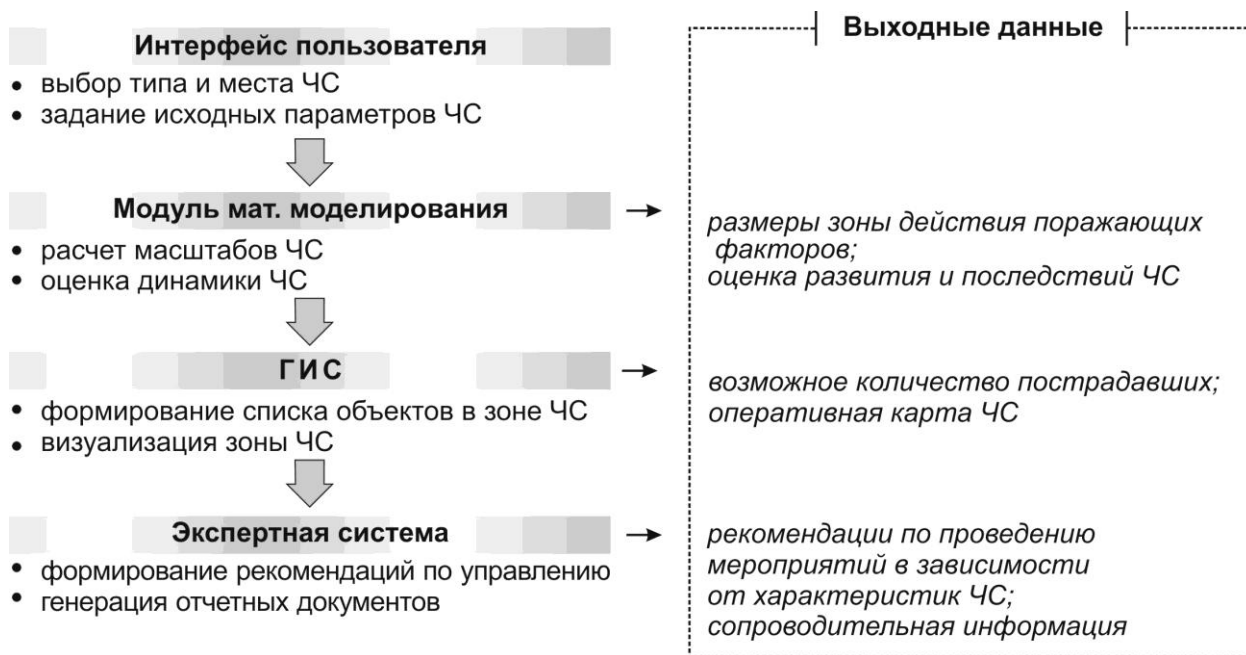


Рисунок 1. Алгоритм оперативной оценки обстановки с использованием ГИС

Для формирования оперативных карт и другой информации для принятия решений, необходимо развивать на одном уровне все компоненты интегрированной системы, а именно:

- использовать клиент-серверные технологии для хранения картографического материала, баз данных и баз знаний;
- интегрировать в систему математические модели расчета последствий ЧС с последующим отображением результатов с ГИС;
- формализовать методические рекомендации в виде баз знаний, на основе которых формируются рекомендации по действиям в ЧС в зависимости от масштаба и особенностей места возникновения ЧС;
- разрабатывать специальные функции для интегрированной геоинформационной подсистемы.

Интеграция современных информационных технологий в качестве программных приложений конечных пользователей (экспертов и руководителей, принимающих решения), позволяет более эффективно использовать имеющиеся ресурсы для повышения безопасности территорий, увеличения их социального и экологического потенциала.

Заключение

Картографические базы, также как семантические, являются основой для оценки территориальных рисков, информационной поддержки мероприятий по их снижению, а также при управлении процессами ликвидации ЧС [10]. Большие объемы картографического материала, разнообразие методов обработки и представления пространственных данных требуют формирования стандартов их описания, разработки алгоритмов создания и использования цифровых карт. Опыт реализации интеграционного проекта СО РАН № 116 «Антропогенные риски угледобывающих и нефтегазодобывающих территорий Сибири» показывает, что информационная поддержка управления позволяет планомерно снижать природные, техногенные риски территорий. Использование описанных методов при оценке воздействия на окружающую среду новых промышленных объектов и урбанизации

рованных территорий позволило наметить пути приведения деятельности по добыче и переработке природных ресурсов в соответствии с международным стандартам безопасности.

Литература

1. Берлянт А.М. Картография: Учебник для студентов вузов, обучающихся по географическим и экологическим специальностям. - М.: Аспект Пресс, 2001.- 336 с.
2. Куренева Н.И., Коровин А.И., Гутарев С.В. Формирование картографического обеспечения МЧС России в условиях модернизации отрасли геодезии и картографии Российской Федерации // Технологии гражданской безопасности. Т. 7, 2010, №1-2. – С. 132-134.
3. Информационно-коммуникационные технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности: монография / под общ. ред. П.А. Попова, МЧС России. – М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. С. 149-184.
4. Рекомендации по картографическому обеспечению МЧС России // Нормативно-методические документы по вопросам организации выполнения НИОКР.- М.: ВНИИ ГОЧС, 2008. – 69 с.
5. Анисимова Т.Б., Плотникова Т.В. и др. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации (под ред. Шойгу С.К.), М. 2004. – 272 с.
6. Разработки ЦИЭКС [Электронный ресурс] / < <http://www.esrc.ru/>>.
7. Студия анализа риска [Электронный ресурс] / <<http://www.pro-diar.ru>.
8. Шокин Ю.И., Москвичев В.В., Ничепорчук В.В. Методика оценки антропогенных рисков территорий и построения картограмм рисков с использованием геоинформационных систем // Вычислительные технологии. 2010. – Т. 15. №1. – С. 120-131.
9. Ноженкова Л.Ф., Исаев С.В., Ничепорчук В.В., Евсюков А.А., Морозов Р.В., Марков А.А. Средства построения систем поддержки принятия решений по предупреждению и ликвидации ЧС // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – №4. – 2008. – С. 46-54.
10. Рекомендации по картографическому обеспечению МЧС России/ Нормативно-методические документы по вопросам организации выполнения НИОКР.- М.: ВНИИ ГОЧС, 2008.-69 с.