

УДК 614.8:004.9

Концепция формирования паспортов безопасности территорий с использованием современных информационных технологий

Concept of formation of safety passports of territories with the use of modern information technologies

Бабинцев И.В.

Некрасов И.В.

Ничепорчук В.В.

канд. тех. наук

Институт вычислительного моделирования СО РАН

Babintsev I. V.

Nekrasov I. V.

Nicheporchuk V. V.

Ph.D. of Engineering Sciences

Institute of Computational Modelling, SB RAS

Аннотация:

Описаны преимущества разработки паспортов территорий в новом формате с применением современных информационных технологий консолидации, анализа и визуализации данных. На основе анализа существующих подходов обоснована необходимость доработки методических рекомендаций по ведению паспортов. Предложены алгоритмы формирования, актуализации и использования паспортов территорий на основе межсистемной и межведомственной интеграции информационных ресурсов.

Ключевые слова: характеристики территорий, информационный обмен, пространственные данные современные технологии анализа данных.

Abstract:

This paper presents the convenience of developing passports of territories with the use of modern information technologies for data consolidation, analysis and visualization. Existing approaches are analyzed. Modernization acting methodological recommendations on keeping passports is necessity. Algorithms for the formation, actualization and use of passports on the basis of information resources intersystem and interdepartmental integration are proposed.

Keywords: territory attributes, information exchange, spatial data, modern analytical technologies.

Введение

Процессы управления ликвидацией чрезвычайных ситуаций любого масштаба, включая реагирование на происшествия, сопровождаются обработкой большого объёма разнородной информации. Основной поток данных поступает с места события от его участников, а иерархия органов управления РСЧС включается в его обработку, параллельно используя накопленные ранее данные о защищаемых объектах, силах и средствах экстренного реагирования. Согласно нормативным документам [1, 2], основной массив такой информации сосредоточен в виде паспортов безопасности территорий (ПТ). Форма реализации паспортов в формате MS PowerPoint затрудняет процессы оперативного поиска данных, их актуализации и контроля наполнения. Несмотря на высокий уровень современных технологий анализа и визуализации, не решена

задача аналитической обработки данных о территориях. Отсутствует информационная поддержка стратегического управления – долгосрочного планирования и контроля реализации превентивных мероприятий по снижению рисков ЧС. Низкий уровень формализации описания произошедших событий, их последствий, действий спасательных и пожарных формирований также затрудняет анализ данных, использование средств машинного обучения для извлечения знаний, обобщения и тиражирования опыта экстренного реагирования.

Согласно распоряжению МЧС России [3] в 2018 году во всех органах управления регионального и муниципального уровней должно быть внедрено в эксплуатацию специальное программное обеспечение, автоматизирующее ведение паспортов территорий (ПТ). Предлагаемое решение организовать ведение ПТ с использованием модулей АИУС-2030 [4] не имеет перспектив. Связано это с отсутствием централизованного ведения справочников, средств импорта данных из внешних автоматизированных систем, слабой проработанностью структуры баз данных, подсистемы управления пространственными данными и рядом других проблем. Существующая структура паспортов территорий ориентирована на хранение как первичных данных, так и результатов моделирования ситуаций и оценивания рисков. Невозможность использования информационных технологий из-за отсутствия формализованных данных приводит к необходимости дублирования данных. С учётом большого объёма паспортов расхождения в данных неизбежны. Создание рабочих групп по проверке паспортов приводит к большим затратам рабочего времени, а возможные опечатки влияют на качество принимаемых решений.

Анализ программных систем, зарегистрированных в МЧС России [5], показал, что в системах, предназначенных для оперативного управления в ЧС, средства наполнения и обновления информационных ресурсов развиты слабее, чем функции моделирования. Многочисленные системы учёта объектов и событий ориентированы на решение локальных задач, а данные не интегрированы между системами.

Ещё большие проблемы возникают при организации межведомственного информационного обмена. Интеграция и автоматическая актуализация информационных ресурсов требует согласованных решений на техническом, организационном, нормативно-правовом и других уровнях взаимодействия [6].

В сложившейся ситуации распределение функций территориального управления не позволяет реализовать актуализацию ПТ на муниципальном

уровне. Органы управления муниципального уровня имеют ограниченный доступ к этим ресурсам, обновления данных нуждаются в многоуровневом контроле достоверности. Основной объём информации по характеристикам территорий, объектов, инфраструктуры, происходящим событиям собирается на уровне субъектов. Большинство ведомственных систем мониторинга и автоматизации управления реализовано также для уровня региона. Интеграция первичных данных на федеральном уровне нецелесообразна, поскольку для реализации полномочий по обеспечению природно-техногенной безопасностью используются агрегированные данные.

Отсутствие формализованных данных в сфере территориального управления сдерживает внедрение современных технологий интеллектуального анализа данных. Технология OLAP позволяет оперативно кластеризовать данные, использовать функции агрегации и детализации, изменять угол зрения на данные, делать различные срезы многомерных данных [7]. DataMining используется для поиска скрытых закономерностей в данных больших объёмов, что важно для оценивания вкладов факторов рисков ЧС и планирования долгосрочных превентивных мероприятий защиты территорий [8]. Обучаемые на прецедентах и образах нейросети служат для формирования новых знаний в сфере управления, обобщения опыта экспертов, обоснования решений на основе многокритериального выбора [9].

Перечисленные технологии имеют развитые средства динамической визуализации результатов анализа. Визуализация данных дополняет аналитическое моделирование, повышает когнитивную эффективность анализа информации. Как правило, реальный практический анализ заключается в циклическом повторении процессов визуализации и моделирования [10]. Применение средств визуализации улучшает восприятие информации. Большое многообразие современных средств используется для решения задач классификации и кластеризации, сравнения показателей, при выдвижении гипотез о закономерностях и т.д.

Концепция создания информационной системы ведения паспортов территорий

С учётом перечисленных выше проблем и возможностей современных информационных технологий сформулированы основные требования к системе ведения ПТ:

- распределённость информационных ресурсов;
- наличие гибких многофункциональных средств импорта данных, позволяющих формировать основной объём ПТ;

- работа с гетерогенными информационными ресурсами: базами данных, пространственными данными, структурированными текстами, базами знаний и пр.;
 - ориентация на пользователей с низкой квалификацией в области информационных технологий для обеспечения работы дежурных смен ЕДДС муниципальных образований;
 - наличие выходных шлюзов данных – возможность интеграции как с системами ситуационного анализа динамики и последствий событий природного и техногенного характера, так и с внешними системами мониторинга;
 - возможность добавления новых разделов со сложной структурой.
- В результате концептуального проектирования предложены направления работ по созданию системы ведения паспортов территорий, их использования в процессах управления природно-техногенной безопасностью (Таблица 1).

Таблица 1. Сравнение подходов к формированию использованию паспортов территорий

№	Показатель, критерий сравнения	Существующий порядок	Предлагаемый подход
Формирование паспортов территорий			
1	Заполнение ПТ	Вручную операторами ЕДДС	Использование средств консолидации
2	Хранение ПТ	Файлы MS PowerPoint	СУБД
3	Структура ПТ	Общая для всех территорий страны	Определяется на основе риск ориентированного анализа конкретной территории
4	Использование пространственных данных	Растр	Веб-источники, мультимасштабные цифровые карты с атрибутами объектов
Использование паспортов территорий			
5	Подготовка решений по экстренному реагированию	Поиск информации в файловой системе и в содержимом презентации	Интеллектуальная поисковая система
6	Оценки рисков и результаты моделирования ЧС	Непосредственно в паспортах	Динамически формируемые с использованием программно реализованных методик
7	Аналитическое моделирование и контроль данных	Вручную, путём переноса данных в MS Excel	С использованием технологий интеллектуального анализа

Заполнение паспортов территорий. В отличие от ранних этапов развития информационных технологий, когда большинство систем разрабатывались для формирования данных, в настоящее время ценность информационных ресурсов намного превышает стоимость разработки систем. Задачи управления территориями в целом, в том числе в сфере природно-техногенной безопасности эффективно решать при наличии единого информационного пространства. Как показано в работе [9], для создания такого пространства помимо обеспечения технической интероперабельности необходимо принятие организационных решений, доработка нормативно-правовой базы межведомственного информационного обмена.

Единое информационное пространство значительно повышает качество принимаемых решений, согласованность действий органов управления, обеспечивает синергетический эффект от совместного применения всей совокупности сил, средств и ресурсов.

Хранение паспортов территорий. Паспорта территорий состоят из гетерогенных элементов – текстов, таблиц, тематических карт и др. Для хранения информации наиболее удобно использование технологий хранилищ данных, имеющих общий репозиторий метаданных. Выбор СУБД будет

зависеть от характера решаемых задач. Современные информационные технологии позволяют строить распределённые структуры хранения. Малые объёмы данных, используемые на муниципальном уровне управления, могут быть консолидированы на свободно распространяемых платформах типа PostgreSQL, FireBird и др. Региональные системы, для которых важно быстрое действие при обработке больших объёмов данных, требуют использования коммерческих систем, таких как MS SQL, Oracle.

Структура паспортов территорий должна иметь следующий состав основных ресурсов: справочники, классификаторы, реестры; характеристики объектов и инфраструктуры, пространственные данные. В качестве вспомогательных средств хранилище данных должно содержать средства импорта данных с функциями очистки и обогащения, сервис контроля поступающих данных и выходной шлюз экспорта данных с обеспечением безопасности. Для проведения оценок рисков требуются данные мониторинга событий. Однако вопрос хранения таких данных непосредственно в базе системы ведения паспортов территорий требует дальнейшего изучения.

Использование пространственных данных в ПТ. Разнообразие геоинформационных систем различного назначения, используемых для поддержки

оперативного управления, привело к значительному количеству форматов хранения пространственных данных. Для веб-публикации результатов картографического моделирования, выполненного с использованием профессиональных ГИС или специального программного обеспечения, необходимо провести конвертирование форматов. В виду отсутствия универсального формата данных, «понимаемого» всеми ГИС и сервисами, необходимо использовать универсальные средства преобразования пространственных данных.

Решение задач визуализации мест размещения объектов и результатов моделирования зон ЧС может быть реализовано с использованием внешних веб-источников (YandexMap, Google, OSM, Енисей-ГИС). Их преимущества: простота использования, актуализаций информации, не зависящая от пользователя, мультимасштабность, возможность переключения подложек.

Однако для моделирования ситуаций природного и техногенного характера необходимы цифровые карты с возможностью управления слоями и свойствами объектов. Поскольку внешние картографические веб-ресурсы состоят из тайлов (массивов растровых изображений на несколько масштабных линеек), они неприменимы для моделирования процессов распространения [13]. Например, моделирование затоплений территорий требует данных о рельефе, природных пожаров – данных о препятствиях на пути горящей кромки (водотоков, дорог, просек), химических аварий – сведений о характере застройки. Как показал анализ существующих паспортов территорий, важнейшей их частью являются сведения о пространственном размещении источников опасности, защищаемых объектах, силах и средствах РСЧС. Формирование тематических слоев атласов рисков должно реализовываться параллельно с наполнением баз данных.

Оперативный поиск информации в режиме ЧС. Основными пользователями паспортов территорий являются специалисты дежурных смен ЦУКС регионального уровня. Работа в режиме ЧС требует оперативного оформления донесений о произошедшей ситуации, динамике её развития, оценки возможных последствий. На основе донесений принимаются и корректируются решения о применении сил и средств, реализации мероприятий защиты. Проектируемая система должна осуществлять поиск необходимой информации по ключевым словам (например, вид ситуации, место, масштаб и т.п.). Шаблоны типовым запросов, формируемых в процессе эксплуатации электронных паспортов территорий позволят повысить эффективность

использования данных, реализовать обмен донесениями между органами управления в виде ссылок на соответствующие информационные ресурсы.

Ситуационное моделирование. Реализация ситуационного моделирования определяется наличием расчётных методик и исходных данных, в том числе данных об опасностях и пространственных данных цифровых карт с атрибутивной информацией об объектах и инфраструктуре. Для моделирования техногенных опасных событий в ПТ должны использоваться крупномасштабные планы промышленных объектов или важных участков коммуникаций. При моделировании техногенных и бытовых пожаров возможно использование 3D-моделей строений с поэтажными планами и расчётными сетками. Модели природных ЧС используют данные ландшафтов и рельефа.

Существующие модели природных и техногенных процессов разделяются на два класса: фоновые, ориентированные на оперативные расчёты с минимальным количеством исходных данных и уточнённые, обрабатывающие большие массивы информации и требующие вычислительных мощностей. Первые могут использоваться в работе дежурных смен для экспресс-оценки обстановки. Несмотря на неточные результаты (как, правило, завышенные), они ориентированы для конкретной обстановки, сложившейся на месте ЧС. Вторые предназначены для моделирования типовых сценариев (наиболее вероятных и с наибольшими потерями), а расчёты проводятся экспертами длительное время. Целесообразна разработка специальных разделов паспортов территорий для хранения результатов расчета ситуаций по уточнённым моделям.

Аналитическое моделирование. Процесс аналитического моделирования предваряется созданием проекта анализа, описывающего гипотезу исследований, перечень данных для анализа, используемые справочники, примерный вид выходных представлений для визуализации. При обосновании и подготовке превентивных мероприятий целесообразно использование диаграмм Исикавы, отображающих иерархию иерархических факторов, влияющих на вероятность реализации и масштаб опасных событий и комплексных рисков.

Различные типы моделей, построенных на основе паспортов территорий, будут отличаться объёмом используемых данных и частотой использования результатов. Например, модели контроля достоверности данных используются ежемесячно, а уникальные оценки состояния безопасности территорий могут потребоваться при составлении ежегодных государственных докладов о состоянии

защиты территорий либо обоснования долгосрочных мероприятий снижения рисков, контроля их эффективности.

3. Алгоритм ведения паспортов территорий

На рисунке 1 представлены этапы проектирования и формирования данных паспортов территорий. На начальном этапе (1) происходит выбор вида риска, аналогично методике [2]. Приоритет должен отдаваться базовым рискам, характерным для данной территории [14]. Для обоснования видов рисков, сопровождающихся наибольшими потерями, необходимо использовать данные о ЧС и происшествиях за длительный период.

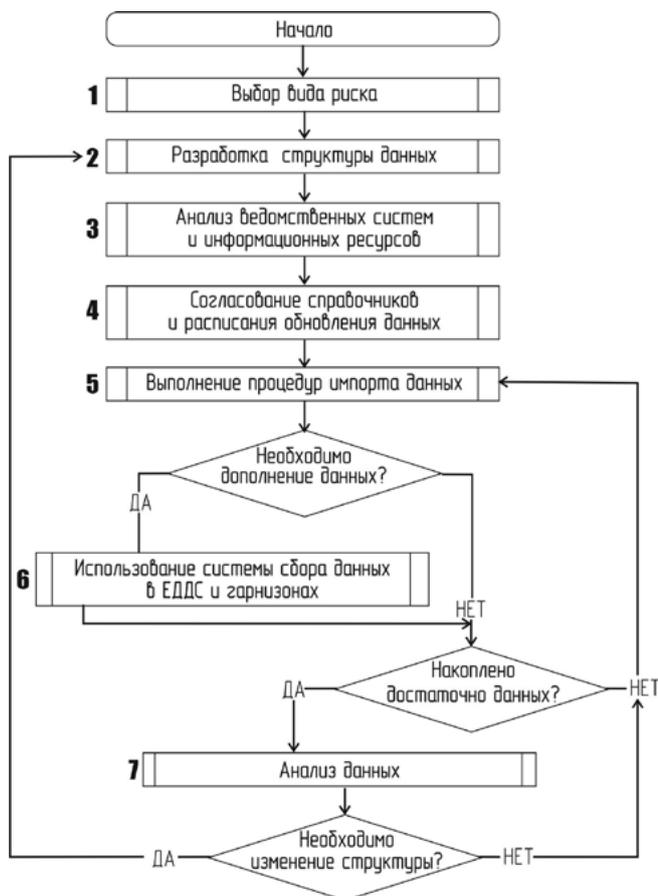


Рис. 1. Алгоритм разработки и поддержания в актуальном состоянии паспортов территорий

Разработка и модернизация структуры базы данных должна основываться на результатах анализа информационного обеспечения задач управления оперативными и предупредительными мероприятиями. Множество данных, входящих в паспорта территорий целесообразно разделить на три класса: $R = \{o_1, o_2, o_3\}$, где o_1 – объекты контроля, потенциальные источники опасностей природного и техногенного характера, o_2 – защищаемые объекты, o_3 – объекты управления (элементы территориальной подсистемы РСЧС). При оценивании безопасности объектов и территорий ис-

пользуется аналогичное разделение критериев состояния на «опасности», «уязвимость», «защищённость» [15]. Результатом выполнения этого этапа является метаописание всех сущностей, из которых формируется паспорт территории.

На третьем и четвёртом шагах предлагаемого алгоритма должен выполняться анализ существующих систем мониторинга и поддержки управления, консолидирующих основной объём данных о характеристиках территорий. Необходимо также внесение изменений в существующие соглашения о межведомственном информационном обмене [6]. Помимо создания единой системы справочников и классификаторов, необходимо согласование форматов обмена данными (в том числе пространственными), средств защиты конфиденциальной информации.

Шаги 5-7 выполняются по циклу, что позволяет поддерживать в актуальном состоянии данные R. Органы управления МЧС муниципального уровня являются источниками дополнительной информации, используемой для управления природно-техногенной безопасностью. Например, характеристики объектов социальной сферы (здравоохранения, образования, культуры и спорта), импортирующиеся из корпоративных систем соответствующих ведомств, дополняются информацией о возможностях обустройства пунктов временного размещения населения в случае ЧС, карточками тушения пожара, планами антитеррористической защиты, 3D-моделями. После выполнения нескольких процедур импорта данных экспертами должен выполняться анализ их достаточности для решения задач управления. Контроль актуализации также необходим для отслеживания изменений в структуре данных и справочников, консолидируемых из внешней среды.

Заключение

Представленная концепция формирования паспортов безопасности территорий с использованием современных информационных технологий предполагает ведения работ в следующих направлениях:

- совершенствование нормативной базы по вопросам регламентированного межведомственного информационного обмена и совместного использования информационных ресурсов. Соглашения, заключённые на сегодняшний день, касаются только режима ЧС и не оговаривают форматы представления данных;
- внедрение перспективных технологий, таких как средства облачного хранения, контейнерные вычисления на всех уровнях управления РСЧС [16]. Это позволит не только планомерно

сформировать единое информационное пространство обеспечения территориальной безопасности, но и снизит нагрузку на сети передачи данных;

- разработка методик и распространение специализированного программного обеспечения анализа данных, прогнозирования обстановки, оценки динамики и последствий техногенных и природных ЧС;
- проведение многоуровневого обучения специалистов, создание или адаптация пособий, тренажеров, видеороликов и другой учебной продукции.

Литература

1. Приказ МЧС России от 04.11.2004 № 506 «Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта».
2. Методические рекомендации по порядку разработки, проверки, оценки и корректировке электронных паспортов территорий (объектов)» от 15.07.2016 №2-4-71-40.
3. Распоряжение МЧС России от 16.05.2018 № 220 «Об автоматизации электронных паспортов территорий (объектов)».
4. Специальное программное обеспечение АИУС РСЧС-2030 (I очередь). Руководство пользователя. / Утверждено генеральным конструктором АИУС С.А. Качановым / МЧС России. - М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. - 85 с.
5. Информационные системы, банки данных, реестры, регистры, [Электронный ресурс], URL:<http://www.mchs.gov.ru/ministry/infosystems>, (дата обращения: 3.07.2018).
6. Жирков П.А., Иванов А. В., Раевская М.Г. О правовом регулировании функционирования и развития информационно-технологической основы межведомственного информационного взаимодействия – «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», 2017. - №6. – С. 14-25
7. Cios J. Krzysztof. Data Mining: A Knowledge Discovery Approach. Springer 2007. ISBN 978-0-387-33333-5.
8. Чубукова И.А. Data Mining: учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 382 с.
9. Горбань А.Н., Миркес Е.М., Россиев Д.А., Сенашова М.Ю., Царегородцев В.Г. и др. Нейроинформатика. – Новосибирск: Наука, 1998. – 296 с.
10. Бабёнышев С.В., Двойцова И.Н., Матеров Е.Н. Математические методы и информационные технологии в научных исследованиях: учебное пособие. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – 215 с.
11. Ничепорчук В.В. Современные подходы к прогнозированию чрезвычайных ситуаций // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник». – 2018, №1. – С.89-95.
12. Tatiana Penkova, Valeriy Nicheporchuk, and Anna Metus. Comprehensive Operational Control of the Natural and Anthropogenic Territory Safety Based on Analytical Indicators //International Joint Conference, IJCRS 2017. Olsztyn, Poland, July 3–7, 2017. Proceedings, Part I. P. 263-270, DOI 10.1007/978-3-319-60837-2.
13. Коморовский В.С. Модель организации и управления при борьбе с лесными пожарами. Монография. – М.: Инфра-М, 2012. – 130 с.
14. Москвичёв В.В., Бычков И.В., Потапов В.П., Тасейко О.В., Шокин Ю.И. Информационная система территориального управления рисками развития и безопасностью // Вестник РАН, 2017. – том 87, №8. – с. 696-705.
15. Махутов Н.А. Безопасность и риски: системные исследования и разработки. – Новосибирск: Наука, 2017. – 724 с.
16. Christopher Negus With William Henry. Docker Containers. Build and Deploy with Kubernetes, Flannel, Cockpit, and Atomic. – Indiana US: Pearson Education, Inc., 2015. – 319 pp.