

APPLICATION OF DATA INFRASTRUCTURE FOR ESTIMATION OF EMERGENCY RISKS

Valery V. Nicheporchuk¹, Natalia A. Chernyakova²

¹Institute of Computational Modelling SB RAS, Federal Research Center Krasnoyarsk
Science Center of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences,
Krasnoyarsk, Russia

²Institute of Computational Technologies SB RAS, Krasnoyarsk Branch,
Krasnoyarsk, Russia

Abstract

This paper presents a method of information resources formation to estimate and manage the territorial risks. The monitoring data classification as a basis for formation of centralized data warehouse is proposed in the paper.

Keywords: data warehouse, information exchange, data analysis technologies

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФРАСТРУКТУР ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ РИСКОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Ничепорчук В.В.⁽¹⁾, Чернякова Н.А.⁽²⁾

¹ Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск

² Красноярский филиал Института вычислительных технологий СО РАН, Красноярск

Предложен метод формирования информационных ресурсов для оценивания и управления территориальными рисками. Дана классификация данных мониторинга, положенная в основу формирования централизованного хранилища данных.

Ключевые слова: хранилище данных, информационный обмен, технологии анализа данных.

В современных условиях проявляются новые и самые различные по характеру опасности и угрозы, а, следовательно, и риски для населения и территорий. Масштабность реализации опасностей природного и техногенного характера в Сибири обусловлены географическими характеристиками, особенностями инфраструктуры и экономики, реализацией крупных инвестиционных проектов в области природопользования. Обеспечение безопасности жизнедеятельности населения является одной из приоритетных задач управления, без решения которой невозможно устойчивое развитие территорий. Для оценивания состояния безопасности территорий, определения приоритетных направлений снижения рисков жизнедеятельности и планирования превентивных мероприятий необходимо формирование информационных ресурсов, разработка методов их обработки и использования в территориальном управлении.

Актуальность решения задач управления рисками обусловлена необходимостью комплексного рассмотрения процессов, происходящих в окружающей среде, техносфере и обществе. Для аналитической оценки долгосрочных перспектив развития территории, прогнозирования вероятности и масштабов чрезвычайных ситуаций (ЧС) требуются базы данных длительных наблюдений, а также результаты их обработки, реализованные в виде, удобном для восприятия и формирования управленческих решений. Помимо традиционных форм (таблиц и диаграмм) широко используются картографические продукты: атласы опасностей и рисков, инфографика, карты оперативной обстановки при техногенных авариях и стихийных бедствиях. Существующий в настоящее время регламент актуализации результатов оценивания территориальных рисков (3-5 лет) не отражает динамичность развития процессов в социально-природно-техногенной системе [1]. Кроме того, методы оценивания и формирования управленческих решений, основанные на данных комплексного мониторинга и реализованные в виде информационно-аналитической системы, позволяют детализировать оценки рисков до регионального и муниципального уровней. В отличие от «статичных» отчетов информационная система позволяет манипулировать анализируемыми данными, изменять представления, наборы данных, угол зрения и т.п.

Проблема формирования комплексных информационных ресурсов заключается в необходимости интеграции большого количества данных ведомственных информационных систем [2]. Однако большинство корпоративных систем управления построено по вертикальному (отраслевому) принципу и ориентировано на решение функциональных задач ведомства. Организация межведомственного обмена и создание интегрированных проблемно ориентированных хранилищ данных (ХД) территориального управления идет недостаточно интенсивно. Примером системы, консолидирующей ведомственные ресурсы, является веб-портал Ростата. Однако степень агрегации и частота актуализации данных позволяет использовать их для обоснования уровней рисков только на федеральном уровне управления. Для создания ХД и информационно-аналитических систем поддержки управления необходимо дальнейшее совершенствование нормативно-правовой базы, разработка стандартов хранения и обмена данными мониторинга, включая архивы наблюдений, справочники и классификаторы, а также

пространственную информацию. Формирование надведомственного информационного пространства должно привести к синергетическому эффекту – повышению оперативности, качества и результативности управления территориями.

В работе описаны методы создания и использования инфраструктур данных для оценивания территориальных рисков на основе больших объёмов мониторинговой информации и современных технологий анализа данных.

Этапы создания системы информационной поддержки мероприятий по управлению территориальными рисками. Как показано в [3], математическое описание предельных состояний технических систем хорошо разработано в математике и механике. Применение этих методов к описанию событий и процессов в региональном масштабе требует использования методов системного анализа и синтеза модели социально-природно-техногенной системы с привлечением данных комплексного мониторинга, включая данные дистанционного зондирования. При этом должно быть обеспечено совмещение аналитических, имитационных и сложных нелинейных моделей системы с регулярно обновляемыми базами данных наблюдений.

В обобщенном виде этапы разработки информационной системы оценки и управления территориальными рисками представлены на рис. 1.

Перечень показателей, используемых для оценки рисков, аналогичен используемым при оценивании устойчивого развития территорий [4]. Однако информационная система, постоянно используемая в процессах территориального управления, должна иметь автоматически актуализируемые информационные ресурсы. Иными словами, добавление нового источника данных приводит к расширению перечня анализируемых характеристик территории, большей обоснованности формируемых управленческих решений. Информационная модель системы при этом не изменяется.

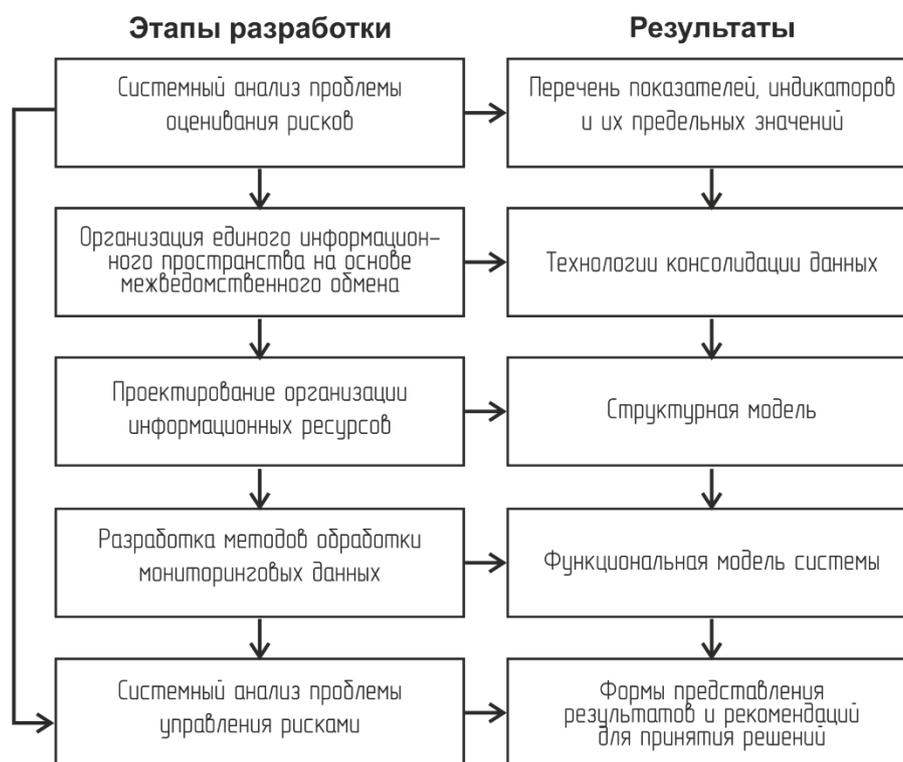


Рис. 1. Этапы и результаты элементов информационной системы.

Технологии консолидации данных в централизованное ХД должны отвечать следующим требованиям:

- работать со всеми распространенными СУБД;

- содержать универсальные процедуры формализации пакетов данных в обменных форматах (xml, json, kml и др.);
- выполнять оценку качества, коррекцию ошибок и обогащение данных, загружаемых в виде html-страниц;
- выполнять автоматическую актуализацию данных на основе настраиваемого регламента.

Функциональная модель системы должна предусматривать модульное подключение различных подсистем анализа и отображения данных. В качестве формы представления результатов должны использоваться как офисные документы, так и динамически изменяемые веб-страницы. Основным элементом отчётных форм помимо таблиц и диаграмм являются карты. С использованием ГИС-технологий строятся картограммы распределения рисков по территории, отображаются зоны концентрации опасных событий, результаты моделирования ЧС, данные тематического дистанционного зондирования и др.

Формирование информационных ресурсов для оценивания рисков. Наиболее значимым элементом, определяющим архитектуру системы территориального управления рисками, являются информационные ресурсы. Состав, объём, детализация и другие характеристики исходных данных в значительной мере определяют степень обоснованности управленческих решений. Описание кризисных баз данных и алгоритмы обработки статистической и экспертной информации для получения количественных оценок территориальных рисков приведены в работе [5]. Технологии автоматической консолидации гетерогенных данных на момент написания работы (2011) находились в стадии формирования. Тогда же разработана концепция формирования инфраструктур пространственных данных (ИПД) федерального и регионального уровней, которые позиционировались как элементы общегосударственных информационных ресурсов [6]. На основе терминологии ИПД, инфраструктуру данных для оценивания рисков можно определить, как совокупность информационных ресурсов, технологий создания, обработки и обмена данными, а также организационных структур и нормативно-правовых механизмов, обеспечивающих доступ лицам, принимающим решения по управлению территориальной безопасностью.

В качестве способа организации информационных ресурсов использована технология хранилищ данных. Данная технологии позволяет использовать современные методы интеллектуального анализа данных (OLAP, ГИС, Data Mining), позволяющих обнаруживать в сырых данных ранее неизвестных, практически полезных и доступных к интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах деятельности [7].

Структурная модель хранилища данных наряду с «сырыми» данными мониторинга включает системообразующие ресурсы (справочники и классификаторы). Справочная система имеет ряд особенностей:

- общероссийские классификаторы, такие как ОКАТО, используются совместно с оглавлениями (выборка данных за конкретный регион);
- записи в справочниках не удаляются, а отменяются, позволяя тем самым проследить динамику характеристик объекта;
- поддерживается расширенное описание объектов с возможностью хранения дополнительной атрибутивной информации в таблице свойств.

В процессе системного анализа методов оценивания рисков сформулированы критерии мониторинговых данных, которые интегрируются в единое хранилище. Содержание данных должно отвечать одному из следующих требований:

- базы данных опасных событий или их фрагменты – содержать показатели смертности и травматизма от неестественных причин (аварийные риски);
- базы обстановки – содержать показатели мониторинга окружающей среды (в том числе данные дистанционного зондирования) и контроля объектов техносферы, выход значений которых за предельные состояния повышает вероятность ЧС и влияющие на нормальную жизнедеятельность населения (напряженность);

- статистические базы – должны содержать социально-экономические характеристики территорий (показатели урбанизации), используемые для оценивания конкретных видов рисков. Например, аналитические модели оценивания и управления лесопожарной обстановкой помимо базы данных природных пожаров должны учитывать площади лесной территории, характеристики повреждений растительности, показатели деятельности в лесу, климатические характеристики территории.

Предложенный подход оправдан по следующим причинам: консолидация ведомственных данных обо всех опасных событиях позволяет избежать грубых оценок состояния безопасности территорий, присущих оценкам на основании информации о единичных случаях ЧС, различные представления данных можно использовать для решения широкого спектра задач управления; привлечение к анализу дополнительных характеристик территории, позволяет сформировать перечень управляемых факторов и оценить стоимость мероприятий снижения рисков.

Применение «классической» формулы оценки рисков, как произведения вероятности на ущерб, для большинства баз данных опасных событий возможно только при определённых допущениях. Статистически достоверная оценка вероятности реализуется для достаточно длинных рядов наблюдений (20 лет и более). Однако за это время программное обеспечение неоднократно модернизировалось, изменялась структура информационных ресурсов. Автоматизировать интеграцию годовых архивов затруднительно. Стандартизация инфраструктур данных позволяет сформировать ресурсы централизованного хранилища с минимальными потерями информативности.

Анализ большой совокупности разнородных данных приводит к необходимости использования экспертных коэффициентов, использующихся для перевода характеристик опасных событий к единой шкале ущербов для последующего вычисления интегрированных показателей опасности территорий. Коэффициенты применяются для перевода в денежный эквивалент человеческой жизни, ущерба здоровью, продолжительности и пространственных характеристик опасных событий. Они же позволяют учесть нелинейность масштабов произошедших опасных событий. Экспертные коэффициенты включаются в аналитические модели с возможной корректировкой в зависимости от необходимости информационного обоснования управленческих решений.

Перечень информационных ресурсов ведомственных систем, консолидируемых в централизованном хранилище данных мониторинга территорий Красноярского края (фрагмент).

База данных	Начало периода, год	Собственник (источник) информации
Опасные события		
Чрезвычайные ситуации и происшествия	1999	МЧС России
Бытовые и промышленные пожары	1994	
Аварии систем ЖКХ	2006	
Дорожно-транспортные происшествия	2015	КРУДОР
Природные пожары	1994	МинПрироды
Затопления территорий	1969	
Землетрясения	1900	СО РАН
Данные оперативного мониторинга		
Метеорологическая обстановка	1936	МинПрироды (Росгидромет)
Гидрологическая обстановка	2001	
Загрязнение атмосферного воздуха	1997	
Радиационная обстановка	2011	Росатом
Статистические сведения		
Состояние здоровья населения	2013	Минздрав
Демография	2007	Росстат
Социально-экономические паспорта	2013	МинЭкономРазвития

Заключение. На основании анализа существующих подходов к оцениванию и управлению территориальными рисками можно сделать вывод, что ощутимый прогресс в поиске путей достижения приемлемых значений рисков может быть достигнут при комплексном системном подходе к многофункциональному мониторингу территорий. Перечень показателей, используемых для оценки состояния социально-природно-техногенных систем должен формироваться не только на основе анализа предметной области, но и с учётом доступности актуализируемых данных мониторинга территорий, объёмов и качества архивов наблюдений. Разнообразие современных технологий обработки и представления данных, включая средства ГИС, OLAP, Data Mining, Веб должно позволить лицам, принимающим решения по более полному «осознанию» информации о состоянии безопасности на отдельных территориях и в регионе в целом.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №16-37-00014).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] 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.
- [2] Бычков И.В., Ружников Г.М., Хмельнов А.Е. и др. Интеграция информационно-аналитических ресурсов и обработка пространственных данных в задачах управления территориальным развитием. ИСДТУ СО РАН. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. 369 с.
- [3] Бондур В.Г., Крапивин В.Ф., Савиных В.П. Мониторинг и прогнозирование природных катастроф. – М.: Научный мир, 2009. 692 с.
- [4] Левкевич В.Е., Лепихин А.М., Москвичёв В.В., Никитенко В.Г., Ничепорчук В.В., Шапарев Н.Я., Шокин Ю.И. Безопасность и риски устойчивого развития территорий. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. 224 с.
- [5] Шокин Ю.И., Москвичев В.В., Ноженкова Л.Ф., Ничепорчук В.В. Кризисные базы данных для управления безопасностью территорий // Вычислительные технологии. 2011. Т.16. – №6. С.115-126.
- [6] Бычков И.В., Ружников Г.М., Хмельнов А.Е., Гаченко А.С. и др. Инфраструктура пространственных данных для создания информационно-аналитических систем территориального управления. ИСДТУ имени В.М. Матросова СО РАН. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. 242 с.
- [7] Чубукова И.А. Data Mining: учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 382 с.