

УДК 004.005.584.1:502/504

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2018

Информационное обеспечение мониторинга и рисков развития социально-природно-техногенных систем

В. В. Москвичёв,

Институт вычислительных технологий СО РАН,
Красноярский филиал,
г. Красноярск

В. В. Ничепорчук,

Институт вычислительного моделирования СО РАН,
г. Красноярск

В. П. Потапов,

Институт вычислительных технологий СО РАН,
Кемеровский филиал,
г. Кемерово

О. В. Тасейко,

Институт вычислительных технологий СО РАН,
Красноярский филиал,
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева,
г. Красноярск

М. И. Фалеев,

Центр стратегических исследований МЧС России,
г. Москва

Аннотация

Рассмотрена методология и технологии формирования информационных ресурсов для информационно-аналитических систем территориального управления рисками развития и безопасностью социально-природно-техногенных систем. Предложена структура информационных потоков пространственных данных мониторинга, положенная в основу формирования централизованного хранилища данных и методов информационного обмена. Сформулированы требования к информационным ресурсам для оценки рисков.

Ключевые слова: С-П-Т система, информационный обмен, технологии анализа данных.

Содержание

Введение

1. Проблемность задач информационного обеспечения ИСТУ РБ
2. Общее описание информационной системы территориального управления рисками и безопасностью
3. Структура и описание информационных ресурсов
4. Процессы актуализации данных в хранилище

Заключение

Литература

Введение

В настоящее время в России и в мире проявляются тенденции роста числа опасностей и угроз природного и техногенного характера и связанных с ними рисков для населения и территорий [1—4]. В этих условиях базовой стратегической целью развития страны и регионов является сохранение народонаселения, повышение его жизненного уровня и обеспечение безопасности жизнедеятельности. Достижение этой цели предусматривает принятие научно обоснованных решений на всех уровнях управления территориальными образованиями, инфраструктурой жизнеобеспечения, объектами техносферы, природопользованием в рамках единой социально-природно-техногенной системы (С-П-Т система). В качестве С-П-Т системы может рассматриваться определенная территория, например, субъект РФ, муниципальное образование, промышленная агломерация и др. Необходимость анализа уровня безопасности и перспектив развития С-П-Т системы требует проведения фундаментальных междисциплинарных исследований текущего состояния, процессов развития и взаимовлияния общества, техносферы и природной среды [5].

В работе представлен анализ проблем информационного обеспечения при создании автоматизированной системы территориального управления рисками и безопасностью (ИСТУ РБ) [5], включая комплексный мониторинг пространственных данных, процессы и технологии функционирования подсистем, структуру информационных ресурсов и алгоритмы их актуализации для оценки и управления рисками.

1. Проблемность задач информационного обеспечения ИСТУ РБ

Оценка рисков и безопасности территорий, определение приоритетов управления рисками предполагает формирование гетерогенных информационных ресурсов (ИР) с использованием различных технологий и данных различных информационных систем [6]. Решение проблемы создания информационного обеспечения управления безопасностью территорий требует использования больших массивов данных в следующих направлениях:

- мониторинг объектов техносферы, включая характеристики стратегически и критически важных объектов техносферы, инфраструктуры жизнеобеспечения населения и динамику их функционирования;
- мониторинг природных опасностей и состояния окружающей среды, включая архивные данные и результаты оперативного контроля атмосферы, гидросферы, биосферы и геосферы;
- мониторинг социальной сферы — медико-биологические, демографические, экономические характеристики территорий, различные сценарии социально-экономического развития территорий.

Значительное число параметров, характеризующих состояние С-П-Т систем, их зависимость от многочисленных факторов, сложность комплексного анализа параметров определяют необходимость разработки системы, ориентированной на информационную поддержку управления рисками и безопасностью промышленных агломераций, регионов, муниципальных образований. Преимущества информационной поддержки территориального управления с использованием ИСТУ РБ показаны в таблице.

Преимущества 3-го уровня заключаются в повышении достоверности и оперативности информации, используемой в процессах управления, сни-

жении затрат на обработку данных, учет интересов всех организаций, проводящих мониторинг С-П-Т систем [7, 8].

Построение моделей функционирования сложной С-П-Т системы в рамках ИСТУ РБ предполагает использование технологий data science при определении расчетных зависимостей для описания ее стохастической динамики во времени с целью обоснования основных критериев и показателей развития региона под действием внешних и внутренних неблагоприятных факторов с учетом характеристик эффективности и стратегических рисков развития [4, 9].

Решение задач информационного обеспечения процессов мониторинга и рисков развития С-П-Т систем сопряжено с рядом проблем:

- с доступностью информации, необходимой для принятия решений по управлению территориальной безопасностью;
- с многообразием методов оценки рисков, применяемых в различных сферах деятельности, и, как следствие, использованием большого количества разнообразных исходных данных;
- с необходимостью интегральной оценки социальных, природных и технических компонент системы (территории), с учетом синергетических эффектов взаимодействия;
- с недостаточной проработанностью методов информационной поддержки управления безопасностью территорий, в том числе на основе межведомственного взаимодействия.

Для статистически достоверной аналитической оценки долгосрочных перспектив развития территории, расчетов вероятности и масштабов чрезвычайных ситуаций (ЧС) требуются базы данных временных рядов с длительными наблюдениями. Многообразие факторов, которые необходимо учитывать при решении этих задач, требует привлечения большого количества данных, аккумулируемых в настоящее время в системах мониторинга различных ведомств. Интеграция информационных ресурсов в ИСТУ РБ требует решения организационных и технических проблем. Необходима разработка нормативных документов и технических стандартов межведомственного информационного обмена, включающих требования по защите информации, стандартам и регламентам обмена.

Уровни информационной поддержки управления рисками и безопасностью С-П-Т систем

Таблица

Задача	Характеристика информационных ресурсов	Реализация управления
Уровень 1. Современное состояние информационной поддержки управления		
Внутриведомственная оценка и управление безопасностью	<i>Закрытая часть:</i> корпоративная информационная система, детализированные данные мониторинга <i>Открытая часть:</i> государственный доклад, агрегированные данные, простая статистическая обработка <i>Организация ИР:</i> локальные базы данных, вертикаль органов управления	Планирование мероприятий по снижению рисков на основе внутреннего финансирования. Формулировка предложений территориальным органам управления
Уровень 2. Единичные примеры межведомственной интеграции		
Межведомственная оценка и управление безопасностью	<i>Закрытая часть:</i> слабоструктурированные данные межведомственного информационного обмена <i>Открытая часть:</i> протоколы заседаний с анализом ситуации <i>Организация ИР:</i> дублирование информации локальными базами данных, горизонтальное взаимодействие органов управления	Планирование комплексных мероприятий, финансирующихся из бюджета территорий
Уровень 3. Предлагаемый подход		
Комплексная оценка и управление безопасностью	<i>Закрытая часть:</i> нет. Регламентированный доступ для всех участников процесса управления С-П-Т системами <i>Открытая часть:</i> комплексные распределенные информационные ресурсы; микросервисные методики обработки данных, технологии интеллектуального и визуального анализа информации. Автоматизированные процессы актуализации данных. <i>Организация ИР:</i> распределенные базы данных, единая информационная модель описания и процессов их обработки, сетевые технологии, мини-кластеры для обработки больших данных и гетерогенных потоков	Планирование, обоснование и контроль проведения превентивных мероприятий стратегического и оперативного характера, логически увязанных по вертикали муниципальное образование — субъект — РФ в целом. Научно обоснованное принятие управленческих решений

Наряду с единой системой справочников и классификаторов целесообразно использование распределенного хранения информационных ресурсов на основе облачных технологий с организацией необходимых видов сервиса.

В настоящее время разработаны и практически применяются ряд методов оценки и технологий управления рисками. Большое количество нормативных и методических документов разработано в области оценки техногенных рисков потенциально опасных объектов [10—11]. Внедрен стандарт оценки пожарных рисков мест массового пребывания людей [12, 13]. Рекомендации по учету ДТП и повышению безопасности автотранспорта утверждены постановлением Правительства РФ [14]. Широко применяются методы оценки рисков в страховой деятельности [15].

Развитие методов оценки объектовых и территориальных рисков позволило обеспечить создание атласов природных и техногенных опасностей и рисков [16, 17]. При этом важное значение приобретают по-

нятия «коллективный риск», «социальный риск», используемые при разработке деклараций безопасности промышленных объектов и при ранжировании территорий по степени риска [18]. Однако существующее многообразие научных концепций риска затрудняет однозначное определение территориальных рисков, систематизацию методов количественной оценки рисков, требований к структуре и объему используемых информационных ресурсов [19]. Необходимо обоснование количественных значений приемлемых рисков территорий, определение приоритетных направлений снижения рисков с учетом межведомственного взаимодействия.

Информационное обеспечение ИСТУ РБ реализуется с использованием методов системного анализа, технологий больших данных, науки о данных и проектирования. Для оценки рисков развития социально-природно-техногенных систем предусматривается использование аналитических, имитационных и сложных нелинейных моделей обработки регулярно обновляемых данных комплексного мониторинга.

2. Общее описание информационной системы территориального управления рисками и безопасностью

Поскольку оценка территориальных рисков предполагает сбор и обработку больших объемов данных, целесообразно поэтапное формирование информационных ресурсов. Используемые технологии сбора и консолидации данных должны позволять оперативно подключать новые источники данных: базы данных корпоративных систем мониторинга, контроля состояния потенциально опасных объектов, формализованные отчеты о мероприятиях по управлению рисками. Формируемые распределенные хранилища данных, обеспечивающие широкий доступ ведомств к информации комплексного мониторинга, позволят избежать дублирования и противоречий в регистрации опасных событий, наблюдаемых в настоящее время.

ИСТУ РБ создается для информационного обеспечения принятия решений территориального управления на основе данных мониторинга, модельных и прогнозных оценок рисков. Количественная оценка рисков развития С-П-Т систем требует сбора, обработки и анализа больших массивов данных. Значительное число параметров, характеризующих состояние таких систем, их зависимость от многочисленных факторов, сложность комплексного анализа параметров определяют необходимость использования современных технологий сбора, обработки, анализа и представления данных. Система должна основываться на технологиях нового поколения, учитывающих распределенность и объемы информационных потоков.

Информационная система направлена на решение следующих основных задач:

- 1) оценивание различных видов рисков, в том числе технологических, индивидуальных, социальных, экологических и других;
- 2) получение комплексных характеристик состояния социально-природно-техногенных систем различного масштаба;
- 3) ранжирование территорий по уровням рисков с использованием технологий интеллектуальной обработки пространственных данных на основе геопорталов;
- 4) информационная поддержка формирования программ и мероприятий, нацеленных на снижение уровня риска, с разработкой рекомендаций по по-

вышению эффективности управления территориальными образованиями.

ИСТУ РБ промышленного региона должна удовлетворять следующим требованиям:

- 1) универсальность структуры информационных ресурсов, позволяющая интегрировать новые источники данных с использованием общей системы справочников и классификаторов;
- 2) использование унифицированных алгоритмов обработки данных, реализующих как стандартные методики оценивания рисков и расчета ущербов, так и гибкие аналитические модели, позволяющие представить результаты обработки в виде, максимально удобном для принятия управленческих решений;
- 3) обеспечение автоматической актуализации данных мониторинга и динамического отображения результатов анализа, формирование рекомендаций по управлению рисками;
- 4) возможность встраивания новых элементов, технологических решений, вычислительных алгоритмов и процедур;
- 5) открытость и доступность информационных ресурсов и вычислительных процедур для потенциальных потребителей.

Общая схема функционирования ИСТУ РБ представлена на рис. 1. Система должна интегрировать большое количество информационных ресурсов ведомственных и объектовых систем мониторинга техногенной, природной и социальной сферы. Преимуществом системы является использование современных технологий интеллектуального анализа данных, включая BIG DATA, позволяющих формировать управленческие решения на основе выявленных синергетических закономерностей. Проведение оценок рисков с использованием таких закономерностей позволит обосновать превентивные мероприятия по снижению рисков С-П-Т систем, удовлетворяющие требованиям максимальной эффективности и малой ресурсоемкости.

Оценивание рисков и состояния безопасности территории основывается на использовании многофакторных моделей [3, 19]. Одним из методов, используемых для получения интегральных характеристик сложных систем, является использование наборов индексов, показателей и индикаторов. Подходящая методология, основанная на системном анализе характеристик территорий, разработана для

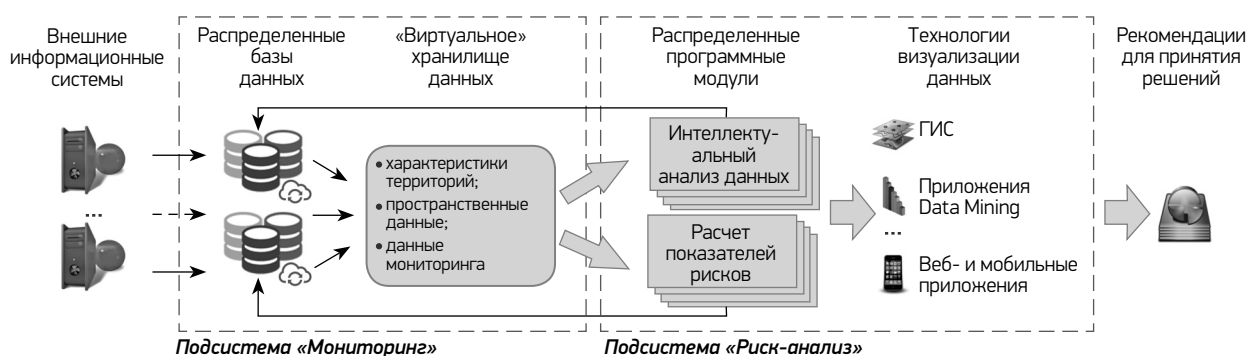


Рис. 1. Схема функционирования информационной системы

оценки устойчивого развития территорий [21, 22], социального благополучия [23].

Структурная модель хранилищ исходных данных проектируется с учетом расширения перечня источников данных, добавления аналитических показателей, что должно привести к большей обоснованности формируемых управленческих решений. Состав информационных ресурсов определяется тремя факторами:

- содержанием данных корпоративных систем;
- требованиями методик оценки рисков;
- содержанием рекомендаций по управлению рисками территорий.

Процессы функционирования ИСТУ РБ и составляющих подсистем «Мониторинг» и «Риск-

анализ» показаны на рис. 2—4. Верхний уровень функционирования системы (рис. 2) показывает входные и выходные данные, используемые ресурсы и правила работы.

Функциональная модель системы должна предусматривать подключение новых модулей, реализующих задачи подсистем. В качестве формы представления результатов должны использоваться как офисные документы, так и динамически изменяемые веб-страницы. Основным элементом отчетных форм помимо таблиц и диаграмм являются карты. С использованием ГИС-технологий строятся картограммы распределения рисков по территории, отображаются зоны концентрации опасных событий,

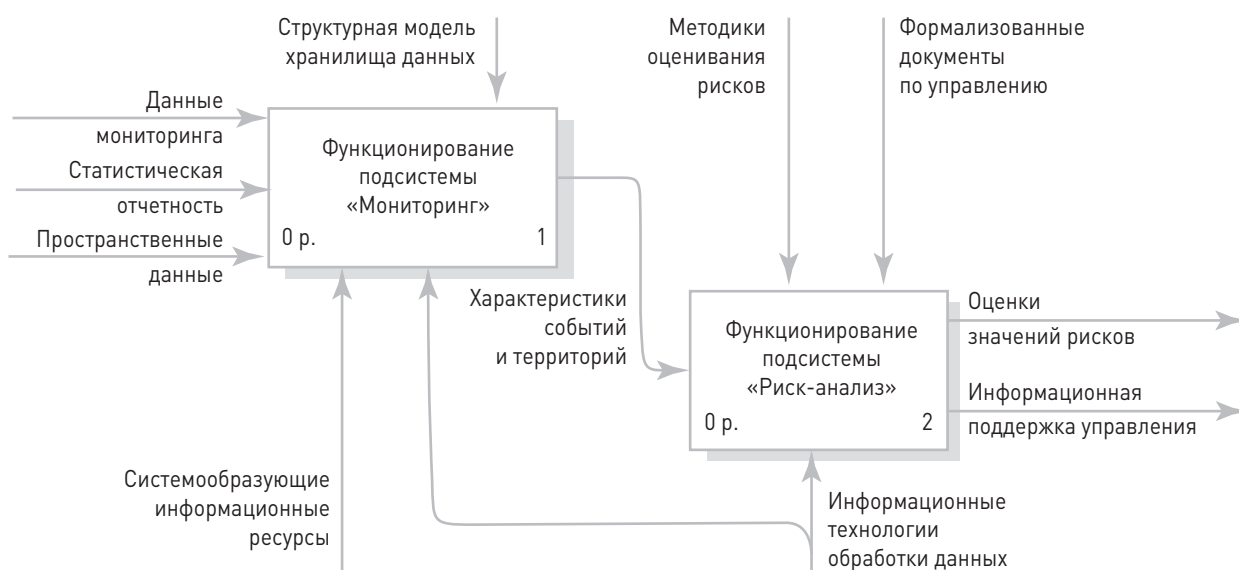


Рис. 2. Направленность информационных ресурсов при функционировании подсистем ИСТУ РБ

результаты моделирования ЧС, данные тематического дистанционного зондирования и др.

Подсистема «Мониторинг» предназначена для формирования информационной базы, обеспечивающей принятие решений о проведении превентивных и оперативных мероприятий по снижению воздействия антропогенных факторов на окружающую среду, прогнозированию ЧС, обоснованию управленческих решений, касающихся развития территорий.

Перечень показателей, используемых для оценки территориальных рисков, включает сведения о событиях, повлекших за собой гибель или травмирование людей, материальный ущерб, нарушение жизнедеятельности населения, угрозу повреждения объектов техносферы. Помимо чрезвычайных ситуаций и происшествий к таким событиям относятся техногенные, бытовые и природные пожары, аварии систем ЖКХ, дорожно-транспортные происшествия, опасные метеорологические явления и другие события или их угрозы. Для формирования надведомственного информационного пространства подсистема «Мониторинг» консолидирует данные эксплуатирующихся информационных систем, принадлежащих различным ведомствам. Перечислим некоторые из них:

- чрезвычайные ситуации и происшествия — МЧС России;
- техногенные и бытовые пожары — МЧС России;
- дорожно-транспортные происшествия — ГИБДД МВД России и дорожные управления Министерства транспорта;
- аварии жилищно-коммунального хозяйства — региональные органы управления Министерства строительства и ЖКХ;
- аварии на системах электроснабжения — региональные сетевые операторы ПАО «Россети»;
- метеорологические, гидрологические наблюдения, радиационный, сейсмический и экологический мониторинг — организации Министерства природных ресурсов РФ, Росгидромет, Росатом;
- природные пожары — территориальные органы Рослесхоза РФ, МЧС России.

Для оценивания группы социальных рисков С-П-Т систем, таких как потенциальные риски (канцерогенные и неканцерогенные риски от загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды), реализованные риски (профзаболеваний и др.), планируется использовать информационные ресурсы Министерства

природных ресурсов, Министерства здравоохранения, Ростехнадзора РФ, верифицированные данные экологического мониторинга из социальных сетей.

Проблема консолидации данных объектовых систем контроля производственных процессов и технического состояния объектов техносферы в ИСТУ РБ требует дополнительных исследований. Такие данные обладают особыми характеристиками: большим объемом, необходимостью онлайн-обработки для выявления отклонений, сложностью интерпретации при оценке территориальных рисков, повышенными требованиями к обеспечению безопасности информации.

Подсистема «Риск-анализ» включает расчетные модели анализа и расчета рисков с визуализацией результатов. Методическая основа анализа территориального риска должна базироваться на соответствующих научных и информационных ресурсах, нормированных расчетных моделях и предполагать возможность построения атласов рисков, сопровождаемых необходимыми рекомендациями. В подсистеме планируется реализация методов интеллектуального анализа слабо структурированной информации.

Аналитические модели ориентированы на оценивание факторов риска, влияющих на здоровье и благополучие населения, а также уровень индивидуальных, социальных, коллективных и экономических рисков. Технология OLAP позволяет визуализировать данные в виде динамических кросс-таблиц и картограмм, используемых для уточнения вклада каждого показателя мониторинга в значение рисков [24].

В качестве базовых элементов для отображения результатов хранения и аналитической обработки данных в подсистеме «Риск-анализ» будут использованы технологии геопорталов и инфографики с микросервисными сервисами запуска расчетных моделей, управления динамическими картами, кросс-таблицами, диаграммами.

3. Структура и описание информационных ресурсов

Обширность задач оценки и управления рисками и безопасностью территорий требует использования большого числа различных информационных ресурсов: данных мониторинга опасных событий, пространственных данных, формализованных по-

казателей статистической отчетности. Неопределенность конечного перечня источников данных приводит к необходимости построения динамической структуры информационных ресурсов. При этом добавление нового источника данных должно быть реализовано без существенного изменения модулей консолидации, хранения и анализа данных, а результаты совместной обработки информации должны уточнять конечные оценки рисков С-П-Т систем.

ИСТУ РБ использует два типа доступа к информационным ресурсам: пополняемое централизованное хранилище данных (ХД) с банком пространственных данных и распределенные узлы (шлюзы ведомственных информационных систем), доступ к которым осуществляется через метаданные [7]. Обмен и доступ к данным мониторинга, пространственным данным и метаданным предоставляется различным организациям через сервисы по спецификациям открытого пространственного консорциума OGC (WMS, WCS, WFS, CSW) [25, 26].

Преимущество централизованного хранилища данных состоит в нереляционной организации данных, реализующей многомерную модель данных. Это позволяет организовать оперативную обработку больших объемов информации различными методами интеллектуального анализа данных. В зависимости от конкретных задач информационной поддержки управления это могут быть прогностические методы, такие как классификация, анализ временных рядов, регрессия, деревья решений, метод опорных векторов, а также описательные методы: кластеризация, кросс-таблицы, самоорганизующиеся карты и другие. Информация в ХД должна использоваться при оценке базовых рисков и в случаях, когда необходимо оперативно получить фоновые оценки состояния безопасности территорий.

Облачные технологии должны использоваться при более детальных оценках с применением сложных расчетных моделей. Кроме того, распределенный способ хранения данных гарантирует своевременную актуализацию информационных ресурсов, включая пространственные данные больших объемов. Сервисы обмена данными, например, SAAS, DAAS, IAS и другие, а также принципы организации пространственных данных и метаданных описаны в [27]. Реализация принципов обработки данных без создания копий в централизованном ХД может решить проблемы правообладания и защиты данных.

Одним из ключевых этапов проектирования автоматизированных систем является описание информационного обеспечения, каталога базы данных, системы классификации и кодирования. Как правило, «статическую» структуру системы описывают в нотации ErWin. Отдельные представления в виде метаданных удобно представлять в виде объектных диаграмм UML. При этом аналитические системы мониторинга, рассчитанные на продолжительный жизненный цикл, должны позволять модернизировать структуру данных и модули их обработки с учетом появления новых источников информации и расширения функциональных задач поддержки управления.

Проблему неопределенности содержательной структуры данных предлагается решить путем описания основных требований к информационным ресурсам, подлежащим консолидации и обработке для решения задач территориального управления рисками и безопасностью. Описание «ядра» информационных ресурсов можно представить в виде нескольких типов.

1. Данные мониторинга состояния окружающей среды и контроля объектов техносферы, опасностей и угроз целесообразно привести к виду (t, p, s, d) , где элементы каждого кортежа t — характеристика времени, p — пространственная характеристика, s — наименование показателя (элемент соответствующего справочника), d — значение показателя (число, элемент из справочника и др.). Например, запись данных о метеорологической обстановке содержит поля «дата/время», «пункт измерения», «погодное явление», «количественное значение». Параметров s и d в полях записи может быть несколько.

2. Характеристики событий целесообразно фиксировать в виде нескольких логически связанных таблиц (рис. 3). Это позволяет выполнять многокритериальную обработку прецедентов, дает возможность автоматически формировать различные отчеты и аналитические обзоры, а также проектировать возможные сценарии действий с учетом реально произошедших событий. Несмотря на большое разнообразие видов опасных ситуаций, характерных для Сибирского региона и России в целом [28], предлагаемая структура записи события имеет универсальный характер.

Информация о месте события может быть изначально представлена в нескольких видах — географические или условные координаты, расстояние по ли-

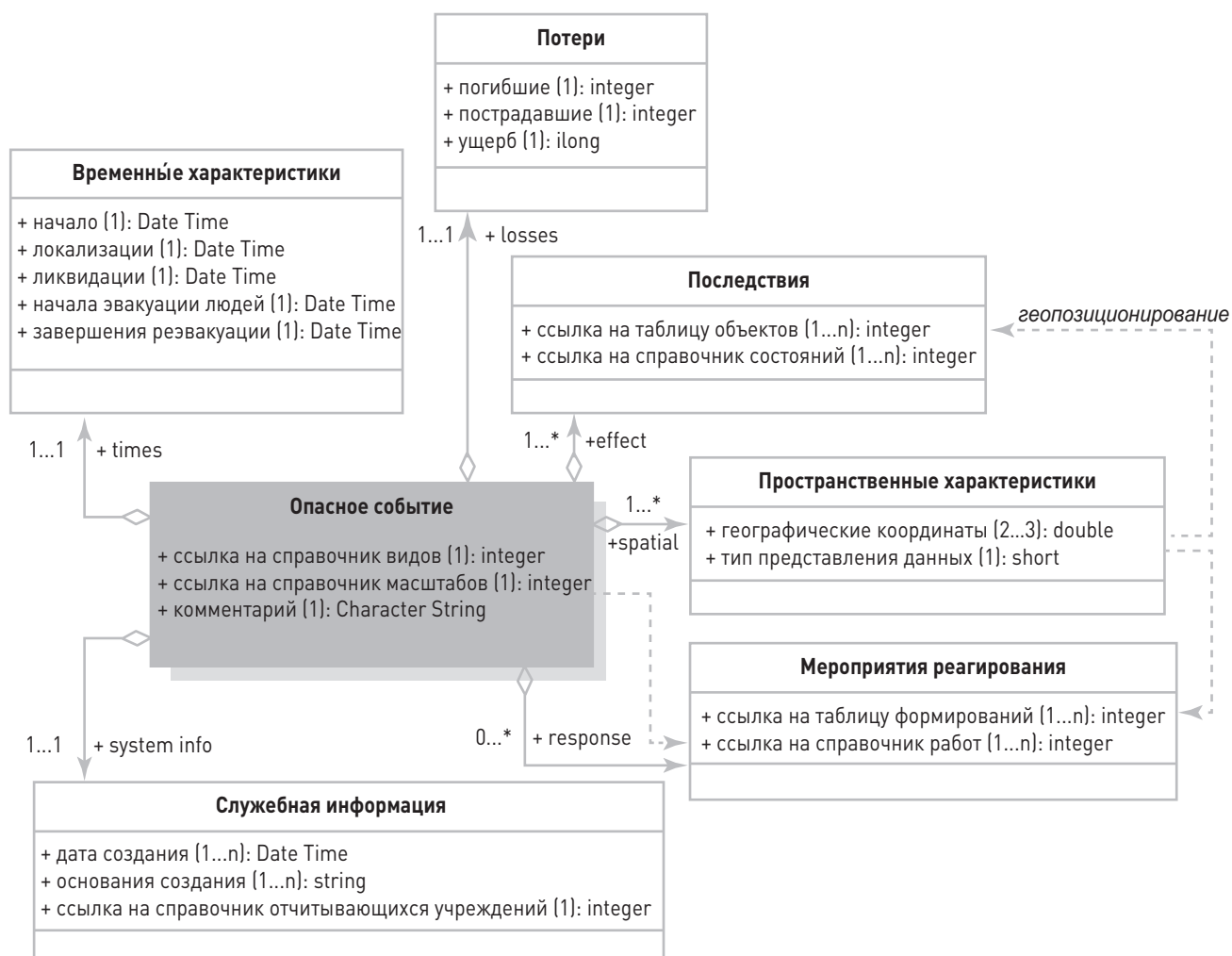


Рис. 3. Описание структуры данных с характеристиками опасного события

нейному объекту, почтовый адрес, ссылки на территориальный классификатор и др. [25]. Однако наиболее удобным для хранения и отображения в ГИС является запись в виде географических координат с указанием исходного типа представления данных. Это позволяет использовать сервисы конвертации местоположения объекта и события в наиболее приемлемую форму в зависимости от конкретной задачи.

3. Важной составляющей интеллектуальной обработки данных мониторинга является процесс визуализации результатов расчетов и аналитической обработки. Наиболее удобным способом представления информации для лиц, принимающих решения, является картографическое отображение. Технология геопортала, включенная в ИСТУ РБ, позволит представить выходные данные в виде интерактивных карт,

содержащих динамические ссылки на кросс-таблицы, графическую аналитику, метамодели и онтологии.

Пространственные данные, используемые в системе, могут быть представлены в виде кортежа элементов B , DEM , ThL , LS , где B — топографическая основа; DEM — цифровые модели рельефа (необязательный элемент); ThL — тематические слои; LS — легенда или картографические представления пространственных объектов. Векторные данные B и ThL состоят из графических элементов и табличной информации. В большинстве задач оценки и управления рисками для отображения результатов аналитической обработки в качестве B допускается использование внешних ресурсов (YandexMap, Google, OSM и др.), состоящих из файловых слоев для отображения различных масштабов. В состав банка пространственных данных

должна входить мультимасштабная цифровая топооснова, необходимая для моделирования опасных процессов и проведения операций пространственного анализа. Тематические слои линейного и площадного типа удобнее хранить в открытых форматах (shp, kml, geojson), а цифровые модели рельефа — в виде текстовых файлов (регулярная сетка высот).

Кроме перечисленных типов информационных ресурсов централизованное хранилище данных может содержать данные, структурированные по иным правилам. Они будут определены после детального анализа источников данных мониторинга, включая ведомственные информационные системы, новые веб-ресурсы и т. п.

4. Процессы актуализации данных в хранилище

Информация о внешней среде, загружаемая в ХД, для удобства разделена на несколько видов по различиям в регламенте обновления, объемах и порядке использования (рис. 4). Данные мониторинга, включающие фиксацию опасных событий, аварийных ситуаций, неблагоприятных природных явлений (кризисные базы данных [6]), составляют основной объем хранилища данных. Применительно к данным, поступающим онлайн после непосредственного измерения или импортируемым из открытых веб-ресурсов, требуются процедуры очистки и контроля. Статистическая отчетность, содержащая общую информацию

о территории, актуализируется один раз в год. Загрузку одновременно большого массива данных целесообразно проводить с использованием процедур контроля качества и ошибок, поскольку структура исходных данных периодически изменяется.

Использование средств инструментального контроля объектов техносферы и состояния окружающей среды позволяет минимизировать интервалы обновления данных. Процедуры фильтрации для выявления предельных состояний позволяют избежать лавинообразного роста информации [24]. Получаемые выборки мониторинговых данных достаточны не только для выполнения стратегических оценок рисков, но и для решения других задач, например, раннее предупреждение об опасностях и угрозах, оперативное реагирование, краткосрочное прогнозирование.

Технология консолидации предназначена для получения и первичной обработки разнородных данных из разных источников. Мониторинговые данные консолидируются в хранилище путем загрузки информационных ресурсов внешней среды в автоматическом режиме (по расписанию). Процесс консолидации представляет собой объединение исходных данных из различных источников, выполнение стандартизированной проверки и приведение к единому виду. Это реализовано с помощью специальных процедур загрузки ETL (extraction, transformation, loading). Процесс ETL решает задачи извлечения данных из разнотипных источ-

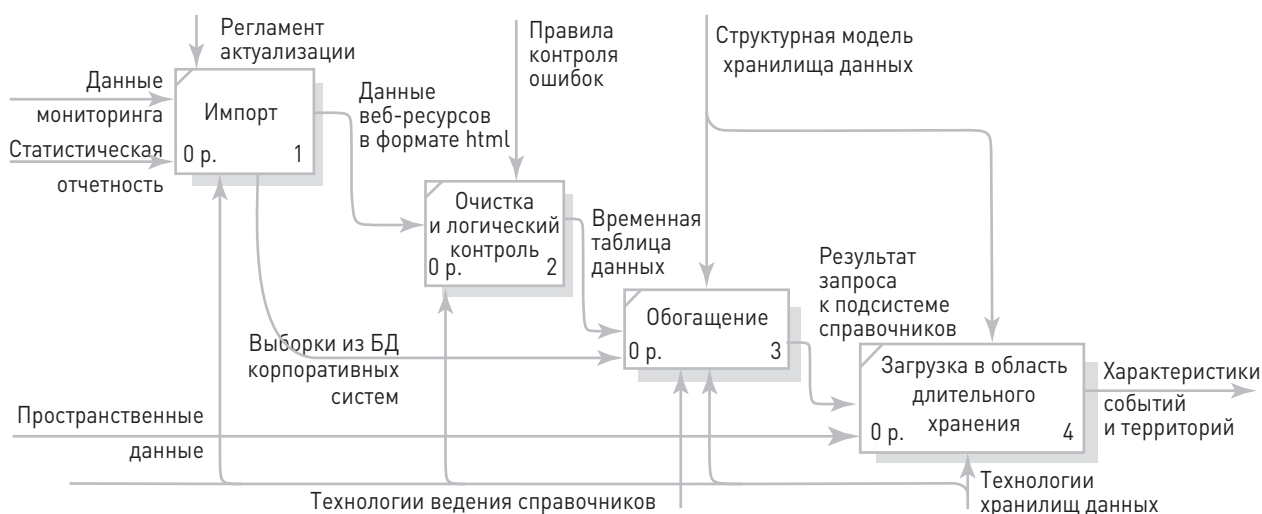


Рис. 4. Процесс актуализации и консолидации информационных ресурсов в централизованном хранилище данных

ников, преобразования их к виду, пригодному для хранения в определенной структуре, а также загрузки в хранилище данных. Сопутствующими задачами консолидации являются оценка качества данных и их обогащение. ETL реализует принцип распределенных систем, когда при формировании ХД опрашивается каждый узел распределенной системы. При возникновении сомнений в качестве и информативности исходных данных задействуются процедуры оценки их качества, очистки или обогащения. Консолидация данных является сложной многоступенчатой процедурой и важнейшей составляющей аналитического процесса, обеспечивающей высокий уровень аналитических решений.

Альтернативный способ хранения данных с использованием облачных технологий в ИСТУ РБ актуален не только по причине больших объемов данных, но и в силу множества и разнообразия источников информации, имеющих различный правовой статус. Например, пространственные данные о характеристиках строений, земельных участков для больших регионов целесообразно использовать в задачах оценивания рисков и безопасности, обращаясь к ресурсам Росреестра непосредственно в момент проведения расчетов и аналитических операций. Аналогичные решения могут использоваться при оценке состояния лесных ресурсов (данные лесоустроительных работ), мониторинга социальной сферы (распределение населения в мегаполисах) и ряде других задач.

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 учетом доступности актуализируемых данных мониторинга территорий, объемов и качества архивов наблюдений. Проектирование информационной системы территориального управления рисками и безопасности реализуется с учетом неопределенности конечного перечня источ-

ников информации, нескольких способов хранения информационных ресурсов.

Использование современных технологий обработки данных, таких как OLAP, Data Mining, ГИС, Веб, других методов интеллектуального анализа данных будет способствовать «прозрачности» информации о состоянии безопасности территорий в течение длительного периода наблюдений, решению задач поиска скрытых зависимостей, долгосрочных трендов, периодичности появления опасностей и др. Разнообразие способов визуализации результатов расчетов и аналитического оценивания данных мониторинга на геопортале должно способствовать более полному «осознанию» информации о состоянии безопасности на отдельных территориях и в регионе в целом.

Реализация информационной системы оценивания территориальных рисков в контексте социально-природно-техногенных систем позволит решить ряд прикладных и научных задач, в том числе:

- объединение информационных ресурсов систем мониторинга различных ведомств и регионов Сибири;
- обеспечение прозрачности и доступности данных в сфере природно-техногенной безопасности и благополучия населения, используемых как для принятия управленческих решений, так и для информирования общественности;
- отработка новых методов сбора, обработки и представления данных комплексного оперативного мониторинга опасностей и статистической отчетности;
- апробация современных технологий анализа данных и методов оценивания состояния территориальной безопасности на основе комплексных и детализированных показателей.

Таким образом, информационное обеспечение системы территориального управления впервые предлагается реализовать по взаимосвязанной схеме «территориальное образование — объект — комплексный мониторинг — анализ риска — оценка безопасности — принятие управленческих решений». Принципиальное отличие от существующих подходов в этой области заключается в создании единого информационного пространства анализа рисков на базе данных мониторинга и формулировке наиболее эффективных мероприятий по защищенности населения, природной среды, объектов техносферы с минимизацией рисков территориального развития.

Литература

1. Указ Президента РФ от 31 декабря 2015 г. № 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации».
2. Osipov V.I., Larionov V.I., Burova V.N., Frolova N.I., Sushchev S.P. Methodology of natural risk assessment in Russia. *Natural hazards*. № 8, 2017. Vol. 88. P. 17—41. DOI: 10.1007/s11069-017-2780-z.
3. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Многотомное издание. М.: МГФ «Знание», 1999—2017.
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. 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. Т. 87. № 8. С. 696—705.
6. 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.
7. Полотнюк И.С. Межведомственная интеграция: пути оптимизации // *Информационные ресурсы России*. 2006. № 5. С. 10—12.
8. 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.
9. Moskvichev V.V., Shokin Yu.I. Anthropogenic and Natural Risks on the Territory of Siberia // *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2012. V. 82. № 1. P. 69; Москвичев В.В., Шокин Ю.И. Антропогенные и природные риски на территории Сибири // *Вестник РАН*. 2012. № 2. С. 131—140.
10. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 13 мая 2015 г. № 188 «Об утверждении руководства по безопасности “Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах”».
11. Сборник методических документов, применяемых для независимой оценки рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Союз организаций, осуществляющих экспертную деятельность в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, промышленной, пожарной и экологической безопасности. Ч. 1. М.: Типография Полимаг, 2008. 704 с.
12. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
13. Методология проведения статистического анализа обстановки с пожарами в Российской Федерации. М.: ВНИИ ПО, 2014. 20 с.
14. Постановление Правительства РФ от 29.06.1995 № 647 (ред. от 04.09.2012) «Об утверждении Правил учета дорожно-транспортных происшествий».
15. Страхование от чрезвычайных ситуаций: Монография / Под общ. ред. С.И. Воронова / МЧС России.
16. Анисимова Т.Б., Плотникова Т.В. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации / Под ред. С.К. Шойгу). М., 2004. 272 с.
17. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации / Под общ. ред. С.К. Шойгу. М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2006.
18. ГОСТ Р 55059-2012. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения.
19. Махутов Н.А. Безопасность и риски: системные исследования и разработки. Новосибирск: Наука, 2017. 724 с.
20. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике. МЧС России. М.: Деловой экспресс, 2004. 352 с.
21. Шапарев Н.Я. Введение в проблемы устойчивого развития. Красноярск: Изд-во КГПУ им. В.П. Астафьева. 2010. 368 с.
22. Пенькова Т.Г. Методика комплексной поддержки процессов подготовки, формирования и реализации решений в территориальном управлении // *Дисс. ... канд. техн. наук*. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2009. 144 с.
23. OpenGIS Web Processing Service (WPS). Implementation Specification, v 1.0.0. Release date: June 08, 2007. <http://www.opengeospatial.org/standards/wps>
24. 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.
25. Бычков И. В., Ружников Г. М., Хмельнов А. Е. и др. Инфраструктура информационных ресурсов и технологии создания информационно-аналитических систем территориального управления. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. 242 с.
26. OpenGIS Web Processing Service (WPS). Implementation Specification, v 1.0.0. Release date: Feb 04, 2018. <http://www.opengeospatial.org/standards/wps/>.
27. Интеграция информационно-аналитических ресурсов и обработка пространственных данных в задачах управления территориальным развитием / Под ред. И. В. Бычкова. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. 369 с.
28. Приказ МЧС России № 329 от 08.07.2004 «О критериях информации о чрезвычайных ситуациях».
29. Ничепорчук В. В. Формирование базы показателей природно-техногенной безопасности территорий Красноярского края // Образовательные ресурсы и технологии. 2016. № 4. С. 226—234.
30. Онищенко Г. Г., Зайцева Н. В., Май И. В. и др. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития / Под общ. ред. Г. Г. Онищенко, Н. В. Зайцевой. М., Пермь: Изд-во Перм. нац. иссл. политехн. ун-та, 2014. 738 с.

Сведения об авторах

Москвичёв Владимир Викторович: доктор технических наук, профессор, директор Красноярского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук (СКТБ «Наука» ИВТ СО РАН)

Количество публикаций: 457

Область научных интересов: природно-техногенная безопасность населения и объектов экономики

Контактная информация:

Адрес: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, д. 53

Тел. +7 (391) 227-29-12

E-mail: krasn@ict.nsc.ru

Ничепорчук Валерий Васильевич: кандидат технических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук (ИВМ СО РАН)

Количество публикаций: 140

Область научных интересов: геоинформационные системы, комплексный мониторинг чрезвычайных ситуаций, интеллектуальный анализ данных, системы поддержки принятия решения

Контактная информация:

Адрес: 660036, г. Красноярск, Академгородок, д. 50, стр. 44

Тел. +7 (391) 290-74-53

E-mail: valera@icm.krasn.ru

Потапов Вадим Петрович: доктор технических наук, профессор, директор Кемеровского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук (ИВТ СО РАН)

Количество публикаций: 212

Область научных интересов: анализ данных дистанционного зондирования земли, DataScience, микросервисные системы, ГИС, BigData

Контактная информация:

Адрес: 650025, г. Кемерово, ул. Рукавишниковая, д. 21

Тел. +7 (3842) 21-14-00

E-mail: vadimptpv@gmail.com

Тасейко Ольга Викторовна: кандидат физико-математических наук, доцент, научный сотрудник Красноярского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук (СКТБ «Наука» ИВТ СО РАН)

Количество публикаций: 76

Область научных интересов: математическое моделирование в задачах охраны окружающей среды

Контактная информация:

Адрес: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, д. 53

Тел. +7 (391) 227-49-86

E-mail: taseiko@gmail.com

Фалеев Михаил Иванович: кандидат политических наук, руководитель Центра стратегических исследований МЧС России (ЦСИ МЧС РФ)

Количество публикаций: более 200

Область научных интересов: управление рисками, защита населения, риски чрезвычайных ситуаций

Контактная информация:

Адрес: 121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7

Тел.: +7 (495) 400-90-65

E-mail: csi430@mail.ru