

УДК 004.94:005.334/.584.1

## Информационное обеспечение управления природно-техногенной безопасностью

### Information Management Software natural and technogenic safety

**В.В. Ничепорчук**

канд. техн. наук,  
Институт вычислительного  
моделирования СО РАН

valera@icm.krasn.ru

**V. V. Nicheporchuk**

Candidate of Engineering  
Sciences,  
Institute of Computational  
Modelling, Siberian Branch of  
the Russian Academy of Sciences

#### Аннотация:

Рассмотрены прикладные аспекты оценивания и управления рисками чрезвычайных и кризисных ситуаций на основе данных комплексного мониторинга. Представлены результаты анализа процессов формирования и использования информационных ресурсов. Описаны результаты работы интегрированного программно-аппаратного комплекса мониторинга в Территориальном центре мониторинга и прогнозирования ЧС Красноярского края.

**Ключевые слова:** комплексный мониторинг, информационные ресурсы, консолидация и обработка данных, технологии информационной поддержки управления.

#### Abstract:

This paper presents the applied aspects of risk assessment and control of the emergencies and crisis situations based on the comprehensive data monitoring. The processes of consolidation and application of information resources for risk management are considered. The results of implementation of automated system in the Center of Emergency Monitoring and Prediction of Krasnoyarsk Region are described in the paper.

**Key words:** comprehensive data monitoring, information resources, data consolidation, data analytical processing, informational support of the territory management.

Обеспечение природно-техногенной безопасности территорий подразумевает решение задач оценивания рисков чрезвычайных ситуаций (ЧС), проведение эффективных мероприятий по защите населения и объектов техносферы. Содержание оперативных, тактических и стратегических задач управления определяет характеристики информации, на основе которой принимаются решения. Наиболее важные из них: объём, структура, степень актуализации, возможность обработки различными методами.

В процессе решения оперативных задач (реагирование на ситуацию), когда наиболее важным фактором является время принятия решений, используются: методы автоматической обработки информации, экспресс-методики оценки обстановки, оперативный доступ к заранее рассчитанным сценариям ситуаций. Для принятия тактических и стратегических решений по повышению уровня безопасности территорий, подразумевающих длительные сроки реализации, необходима обработка больших объёмов данных с использованием различных методов и технологий. Результатом оценивания рисков ЧС в этом случае является интегральный показатель, включающий характеристики опасностей, объектов защиты, сил и средств реагирования. Корректное обоснование

**Таблица.** Анализ возможностей оценивания и информационной поддержки управления рисками, характерными для города Красноярска

№	Риски и характеристики	V	P	C	F	M	U
<b>Природные</b>							
1а	Затопление территории (р. Енисей)	10 <sup>-1</sup>	3	3	3	3	3
1б	Затопление (притоки р. Енисей)	10 <sup>-1</sup>	3	3	3	3	3
2	Землетрясение (4, 5, 6 баллов)	10 <sup>-1</sup> , 10 <sup>-3</sup>	3	3	0	3	0
3	Опасные метеорологические явления	10 <sup>1</sup>	3	1	1	1	0
4	Падение небесных тел	10 <sup>-6</sup>	0	0	0	0	0
<b>Техногенные</b>							
5а	Крупные автотранспортные аварии	10 <sup>1</sup> , 10 <sup>2</sup>	к	к	к		2
5б	Авиационные, железнодорожные катастрофы	10 <sup>-2</sup>					1
5б	ЧС на речном транспорте	10 <sup>-2</sup>					1
6а	Пожары на промышленных объектах	10 <sup>2</sup>	к	к	к	3	3
6б	Пожары в жилых зданиях	10 <sup>3</sup>	к	к	к	3	3
6в	Пожары на объектах с массовым пребыванием людей	10 <sup>1</sup>	к	к	к	3	3
7	Обрушения элементов коммуникаций, зданий и сооружений	10 <sup>1</sup>	1	1		1	1
8	Химические аварии на объектах	10 <sup>-1</sup>	3	3	0	3	3
9а	Разлив нефтепродуктов на территории	10 <sup>0</sup>	3	1	0	3	3
9б	Разлив нефтепродуктов (акватория)	10 <sup>-1</sup>	3			3	3
10	Аварии коммунальных сетей снабжения	10 <sup>2</sup>	2	1	к	1	2
11	Биолого-социальные	10 <sup>0</sup>	к	1			2
<b>Экологические</b>							
12	Переполнение хранилищ отходов	10 <sup>-1</sup>	2				2
13	Превышение ПДК вредных примесей в атмосфере	10 <sup>1</sup>	3	3		2	2
15	Повышенное загрязнение акваторий	10 <sup>0</sup>	3	3		3	2
16	Информационной безопасности						1

**Обозначения:** 3 – реализовано в виде программно-аппаратных комплексов; 2 – разработано на уровне методик или в виде результатов научных исследований; 1 – реализовано на уровне отдельных ведомств, возможно использование в процессах управления природно-техногенной безопасностью при адаптации информационных ресурсов и методов их обработки; 0 – не рассматривается; к – количество событий за период времени

структуры интегрального показателя безопасности территорий является сложной методологической задачей. Для оценивания безопасности территорий необходим учёт большого числа детерминированных показателей, имеющих физическую природу, а также степени влияния человеческого фактора [2].

Обработка многомерных показателей безопасности территорий потребовала применения различных информационных технологий, включая технологии оперативной аналитической обработки данных, консолидированных хранилищ данных, ведения единых справочников и классификаторов. Результаты исследований положены в основу системы комплексного мониторинга ЧС в Красноярском крае. В работе представлено краткое описание проектных решений и используемых технологий информационной поддержки управления природно-техногенной безопасностью.

Начальный этап процесса проектирования информационно-аналитических систем поддержки управления природно-техногенной безопасностью представляет собой анализ каждого вида рисков

территории по критериям, определяющим возможность создания средств получения и обработки данных. В таблице приведены результаты экспертного оценивания возможности автоматизации управления рисками на примере города Красноярска [8].

Для каждого вида рисков выбраны шесть критериев оценки: V - вероятность проявления негативного события а территории муниципального образования (порядок величин, год-1); P - наличие числового показателя, измеряемого средствами мониторинга и определяющего возможность разработки критериев опасностей и угроз; C - наличие или возможность создания систем оперативного мониторинга; F - наличие моделей прогноза наступления и оценки последствий (M) реализации рисков; U - возможность проведения превентивных мероприятий по снижению рисков.

Перечень рисков возникновения кризисных ситуаций и происшествий на территории муниципального образования шире, чем классификатор чрезвычайных ситуаций МЧС России. Для управления рисками предусматривается взаимодействие всех



Рис. 1. Процесс консолидации данных оперативного мониторинга

оперативных служб различных ведомств. Таблица показывает возможности и ограничения существующих методов мониторинга, прогноза и моделирования последствий опасных событий. Например, для оценивания и управления рисками техногенного характера необходимо использование различных корпоративных информационных систем, описывающих характеристики инфраструктуры, прецеденты опасных событий, способы оперативного реагирования, алгоритмы планирования и реализации предупредительных мероприятий.

Рассмотрим подробнее критерии, выбранные для анализа.

*Оценка вероятности опасных событий* определена на основе базы событий, включающей данные по ЧС, чрезвычайным происшествиям, пожарам, авариям систем ЖКХ, затоплениям территорий и др. Данные мониторинга различных ведомств за 15 и более лет собраны в консолидированное хранилище данных и проанализированы с использованием OLAP и ГИС технологий.

*Системы оперативного мониторинга* строятся на основе технологий консолидации данных (Рисунок 1) и технологий обработки данных с целью информационной поддержки управленческих решений (Рис. 2).

Реализованы три технологии консолидации данных различных источников.

Источники данных 1 и 1а (инструментальные средства контроля обстановки). Данные пунктов автоматизированного контроля обладают наибольшей степенью оперативности. Наличие обратных связей позволяет управлять работой сенсоров, приборов и локальных систем первичной обработки данных. Интеграция приборов различных типов на постах наблюдения даёт возможность проводить комплексный контроль обстановки. В Красноярском крае накоплен большой опыт эксплуатации автомати-

ческих метео- и сейсмостанций, газоанализаторов различных типов, датчиков контроля радиационной обстановки, состояния технологических систем.

В большинстве случаев приборный мониторинг органов управления МЧС России является расширением существующих ведомственных сетей наблюдений. Для эффективного использования инструментальных средств контроля обстановки требуется обоснование мест установки, типов и чувствительности сенсоров, порядка обработки данных для информационной поддержки задач управления безопасностью территорий. Необходима доработка нормативно-правовой базы, регламентирующей порядок установки и эксплуатации приборов непосредственно на потенциально опасных объектах независимо от форм собственности. Пока же вопросы обслуживания, охраны, электропитания, связи решаются для каждого объекта контроля индивидуально.

Источники данных 2 (Ведомственные системы мониторинга). Основной объём данных о состоянии окружающей среды и контроле объектов техносферы собирается ведомственными системами мониторинга: Росгидрометом, сейсмологической службой РАН, автоматизированными системами контроля радиационной обстановки, системами контроля инженерных сооружений и другими. Объектовые системы контроля ориентированы на информационную поддержку управления как в штатном, так и в аварийном режимах функционирования. Создание web-порталов данных наблюдений, использование стандартных форматов хранения и обмена данными позволяет реализовать различные виды межведомственного информационного обмена.

Проблема интеграции корпоративных систем муниципального уровня (как это предусмотрено программами «Безопасный город», «Развитие Системы 112») осложняется отсутствием регламентов актуализации информационных ресурсов, доступа к данным ограниченного пользования [4, 7].



Рис. 2. Технологии обработки данных мониторинга

Источник данных 3 - веб-система распределённого сбора данных. Представляет собой универсальное средство, реализующее функции создания форм сбора, администрирования доступа к данным, аналитической обработки, ведения журналов событий [5]. Веб-система сбора служит для актуализации формализованной информации оперативного и статистического характера: ежедневного мониторинга обстановки, данных о произошедших опасных событиях, характеристиках объектов защиты, данных о силах и средствах ТП РСЧС. Благодаря использованию единой информационной модели предметной области, реализована функция гибкой настройки форм сбора данных с поддержкой режима безопасности. Подсистема также использует локальную базу данных, что повышает отказоустойчивость системы оперативного комплексного мониторинга в целом.

Полномасштабную реализацию веб-системы распределённого сбора данных сдерживает отсутствие стандартов, регламентирующих форматы, количество, состав и периодичность донесений.

Весь объём предварительно обработанных данных, полученных из разных источников, консолидируется в едином хранилище данных. Технологии ведения единых справочников и управления хранилищем данных позволяют гибко настраивать систему для получения данных различных форматов, выбирать регламент актуализации данных, создавать и корректировать процедуры их очистки и обновления. Структура справочников консолидированного хранилища данных спроектирована с учётом организации двустороннего информационного обмена с внешними информационными системами. Универсальность разработанных решений для системы мониторинга позволяет оперативно подключать новые

источники данных – приборы контроля обстановки, ведомственные информационные системы контроля обстановки.

Для большинства видов рисков, показанных в таблице, отсутствуют математические модели прогнозов реализации опасных событий. Поэтому основу методов обработки мониторинговых данных составляют аналитические технологии: оперативного анализа многомерных данных OLAP (On-Line Analytical Proctssing), геоинформационных систем, Data Mining и другие. Уровень развития современных технологий информационной поддержки управления позволяет снизить затраты времени на обработку данных при непрерывном возрастании рост объёмов информации.

На Рисунке 2 приведена общая схема обработки данных для оперативной поддержки принятия решений при возникновении угроз, факте опасного события, а также для обоснования долгосрочных мероприятий по предупреждению ЧС на основе анализа прецедентов, характеристик объектов и территорий.

В процессе идентификации опасностей и угроз оперативные данные, поступающие из различных источников, сравниваются с предельными значениями числовых критериев для каждого из контролируемых параметров. Набор критериев разработан с целью раннего предупреждения о возможных опасностях и постоянно пополняется. Угрозой реализации опасности может быть не только приближение контролируемого параметра к максимальному или минимально допустимым пределам, но и резкое изменение параметра за анализируемый промежуток времени.

Использование технологии OLAP позволяет формализовать сложные критерии угроз (например, переход температуры через «0°C»), интенсивность

осадков, другие способы индикации опасностей, необходимые для контроля транспортной обстановки). Разработанная технология сигнализации в виде «семафоров» (зелёный – норма, жёлтый – угроза, красный – опасная ситуация) позволяет акцентировать внимание оператора дежурной смены на конкретном пункте измерений. «Подсвеченные» данные оперативной обстановки представляются в виде цветной таблицы, графика, динамической карты. Имеющиеся в централизованном хранилище данные по территории, объектам защиты, аварийно-спасательным формированиям позволяют оценить складывающуюся ситуацию и определить способы реагирования на неё.

В процессах информационной поддержки тактического управления наиболее эффективно применение технологии OLAP, интегрированной с геоинформационной системой. Анализ больших объёмов архивных данных мониторинга циклических ЧС позволяет оценить распределение опасностей по территориям, времени наступления на основе методов поиска года-аналога, статических закономерностей и т.д. Методы Data Mining нашли применение при решении многокритериальных задач оценивания территорий с помощью интегральных показателей [6]. Это необходимо при решении задачи стратегического управления, связанных с высокочрезвычайными мероприятиями по снижению уязвимости территорий, объектов, инфраструктуры, повышению готовности звеньев ТП РСЧС.

Проблемы оценивания последствий реализации рисков аналогичны проблемам прогнозирования и связаны с дефицитом расчётных методик, позволяющих рассчитать масштабы опасных ситуаций и динамику распространения поражающих факторов. Допущенные к использованию в сфере обеспечения природно-техногенной безопасности можно разделить на 4 группы.

1 Методики оценки последствий техногенных ЧС объектового уровня - разливов и пожаров нефтепродуктов, взрывов топливовоздушных смесей, оценки рисков. Для уровня специалистов дежурных смен они сложны, поскольку требуют знания особенностей производства, параметров оборудования (например, ТОКСИ).

2 Методики оценки последствий природных ЧС (затоплений, ураганов, землетрясений) не получили широкого распространения, поскольку предназначены для оценки ущерба, структуры потерь и требуют в качестве исходных данных параметры застройки, распределения населения. Такие методики сложно использовать для оперативного управления, когда необходима экспресс-оценка си-

туации и принятие безотлагательных решений по реагированию.

3 Методы высокоточного моделирования природных и техногенных пожаров, требующие большого количества исходных данных и вычислительных ресурсов для проведения расчётов. Также используются для тактического управления безопасностью территорий и объектов.

4 Средства картографического анализа, встроенные в профессиональные ГИС. Например, сетевой анализ можно использовать для гидрологических расчетов, моделирования отключений потребителей систем жизнеобеспечения, движения транспорта и других задач. Они также требуют большого количества исходных данных с гарантированной актуализацией, их предварительной обработки и сложны для понимания на уровне ОДС.

Наиболее приемлемый вариант оценивания последствий реализации рисков – использование формализованных сценариев ситуаций, содержащих результаты расчётов последствий ЧС, описание ситуаций и наиболее приемлемые действия по локализации, ликвидации и смягчению последствий. При этом определяющим параметром ситуаций будет являться количество сил и средств, необходимых для ликвидации последствий события заданного масштаба.

В процессах информационной поддержки проведения превентивных мероприятий по снижению рисков эффективна интегрированная обработка оперативных данных, базы прецедентов и элементов мониторинга, входящих в интегрированный показатель уровня безопасности территорий. Угрозы большинства видов опасных ситуаций природного и техногенного характера идентифицируются по косвенным признакам. Прогнозирование техногенных и биолого-социальных рисков возможно только в виде количества событий в определённый период времени с их классификацией. Результаты прогнозов целесообразно представлять в трёх- либо пяти интервальной шкале, планированием мероприятий, соответствующих каждому интервалу. В качестве примера можно привести государственный стандарт по определению класса природной пожарной опасности [3] и исследования систем управления регламентом противопожарных мероприятий в регионе [1].

Представленная система комплексного мониторинга чрезвычайных ситуаций, разработанная с использованием принципов технологической интеграции, обеспечивает информационную поддержку всех процессов управления природно-техногенной

безопасности. Вследствие специфики предметной области приоритетным методом оценивания риска является аналитическое моделирование больших объёма формализованных данных. Смещение акцентов построения средств информационной поддержки управления на технологии консолидации и интегрированной обработки данных позволило создать эффективную систему комплексного оперативного мониторинга в Красноярском крае.

#### Литература:

1. Батуро А.Н. Управление регламентом противопожарных мероприятий в регионе на основе прогнозирования количества пожаров с учетом климатических факторов // Дисс. канд. тех. наук. – СПб, 2014. – 128 с.
2. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Человеческий фактор в вопросах безопасности. – М.: МГОФ «Знание», 2008. – 704 с.
3. ГОСТ Р 22.1.09-99. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. – М.: Госстандарт России, 1999. – 18 с.
4. Концепция региональной информатизации. Утверждена Распоряжением Правительства РФ от 29 декабря 2014 г. № 2769-р.
5. Коробко А.А., Ничепорчук В.В., Ноженков А.И. Динамическое формирование интерфейса WEB-системы сбора данных мониторинга чрезвычайных ситуаций // Информатизация и связь. – 2014. – №3. – стр. 59-64.
6. Пенькова Т.Г., Ничепорчук В.В. Комплексный анализ природно-техногенной безопасности территорий Красноярского края на основе методов интеллектуальной обработки данных // Мониторинг. Наука и технологии, 2016. №2 (27). – С.64-71.
7. Письмо Министерства экономического развития РФ от 29 июня 2015 г. № Д23и-3004 «О перечне сведений, подлежащих засекречиванию».
8. Техническое задание на построение АПК «Безопасный город» в г. Красноярске.- Красноярск: Главное управление по делам ГО, ЧС и ПБ города Красноярска, 2016. –105 с.