

УДК 004.41:614.8:005.334
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-4-64-74>

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2019

Комплексный анализ факторов территориальных рисков для оценивания и управления природно-техногенной безопасностью

Ничепорчук В. В. *,
Пенькова Т. Г.,
Институт вычислительного
моделирования СО РАН,
660036, Россия, г. Красноярск,
Академгородок, д. 50, стр. 44

Аннотация

Предложен подход к комплексному анализу территориальных рисков для оценивания и управления природно-техногенной безопасностью, основанный на учете максимального количества факторов, влияющих на вероятность возникновения и масштаб опасных событий. Описаны принципы информационного обеспечения оценки территориальных рисков на основе формирования информационных ресурсов и применении современных технологий консолидации и обработки мониторинговых данных.

Ключевые слова: комплексный анализ, факторы территориального риска, информационные ресурсы, природно-техногенная безопасность.

Для цитирования: Ничепорчук В. В., Пенькова Т. Г. Комплексный анализ факторов территориальных рисков для оценивания и управления природно-техногенной безопасностью // Проблемы анализа риска. Т. 16. 2019. № 4. С. 64—74, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-4-64-74>

Comprehensive analysis of territorial risk factors for estimating and managing the natural and technogenic safety

Nicheporchuk Valery V.*,

Penkova Tatyana G.,

Institute of Computational Modelling of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 660036, Russia, Krasnoyarsk, Campus, 50, p. 44

Annotation

This paper presents an approach to the comprehensive analysis of territorial risk factors for estimating and managing the natural and technogenic safety based on taking into account the maximum number of factors affecting the possibility of occurrence and scale of hazard events. The authors describe the principles of information support of the assessment of territorial risks based on the creation of information resources and the application of modern technologies for consolidation and analysis of monitoring data.

Keywords: comprehensive analysis, territorial risk factors, informational resources, natural and technogenic safety.

For citation: Nicheporchuk Valery V., Penkova Tatyana G. Comprehensive analysis of territorial risk factors for estimating and managing the natural and technogenic safety // *Issues of Risk Analysis*. Vol. 16. 2019. No. 4. P. 64—74, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-4-64-74>

Содержание

Введение

1. Информационное обеспечение оценки территориальных рисков
2. Исследование факторов территориальных рисков
3. Формирование информационных ресурсов оценки территориальных рисков

Заключение

Литература

Введение

С момента основания МЧС России провозгласило курс на смещение акцентов от реагирования и ликвидации чрезвычайных ситуаций к их предупреждению [1]. 2019 год объявлен годом предупреждения чрезвычайных ситуаций. Создана и интенсивно развивается система комплексного мониторинга оперативной обстановки, активно ведутся исследования в области прогнозирования и оценивания рисков [2]. Большинство экспертных оценок содержат выводы о значительном ресурсном потенциале и возможностях снижения рисков ЧС в России до уровня ведущих зарубежных стран [3]. Однако статистика природных и техногенных опасных ситуаций не показывает существенного снижения потерь, также не прослеживаются устойчивые тенденции уменьшения количества пострадавших и размеров материального ущерба в будущем.

Нормализация ситуации по приведению состояния природно-техногенной безопасности территорий в соответствие с допустимыми значениями рисков требует новых организационных и научно-технических решений, разработки и реализации стратегий снижения рисков чрезвычайных ситуаций на федеральном и региональном уровнях управления [4]. Анализ существующих методов планирования и реализации долгосрочных превентивных мероприятий позволяет сделать вывод, что для выбора места, содержания и объемов мероприятий в основном используются фоновые оценки территориальных рисков. Редукционизм аналитических методов связан с дефицитом статистических достоверных данных мониторинга, приоритетным применением результатов экспертного оценивания состояния безопасности территорий. Недостаточное внимание уделяется анализу причин опасных событий, факторов, влияющих на их масштаб, возможности управления такими факторами. В данной работе под опасными событиями понимаются ситуации или происшествия, сопровождаемые потерями: гибелью людей, утратой их здоровья, нарушением нормальной жизнедеятельности, материальным ущербом (прямым или косвенным).

Существующий порядок распределения бюджетных средств затрудняет реализацию мероприятий по снижению рисков ЧС на муниципальном и региональном уровнях, в том числе из-за отсутствия объективных оценок состояния безопасности территорий. Подобные оценки должны основываться на многолетних данных мониторинга опасностей, каталогах опасных событий, результатах комплексного анализа данных в зависимости от задач управления. Существенным препятствием формирования информационной основы для оценивания рисков является отсутствие полноценного межведомственного информационного взаимодействия [5]. Исследование факторов рисков, представленное в настоящей работе, показывает, что вопросы предупреждения природных и техногенных рисков имеют межотраслевой характер. Неполнота информации о состоянии безопасности территорий затрудняет решение вопросов координации совместных действий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, возложенных на МЧС России и Правительство Российской Федерации [6].

В работе предложен подход к комплексному анализу территориальных рисков для планирования и реализации превентивных мероприятий, основанный на учете максимального количества факторов, влияющих на вероятность возникновения и масштаб опасных событий, и применении современных технологий формирования информационных ресурсов и аналитической обработки мониторинговых данных с целью оценки влияния совокупности факторов на общее состояние природно-техногенной безопасности территорий.

1. Информационное обеспечение оценки территориальных рисков

Количественное обоснование выбора места и объемов проведения мероприятий по предупреждению ЧС и смягчению их последствий основывается на оценках территориальных рисков. Использование в процессе оценивания больших объемов данных комплексного мониторинга и методов аналитической обработки позволяет снизить вклад субъективного мнения экспертов. Применение консолидированных информационных ресурсов позволяет минимизировать неэффективные стратегические решения по снижению территориальных рисков, полученных с помощью ограниченного объема исходных данных.

Для процесса оценивания рисков можно выделить три уровня информационного обеспечения. Первый уровень формируется данными статистики чрезвычайных ситуаций и происшествий, которые используются для фоновых оценок рисков территорий. При этом оценивается количество произошедших событий за достаточно длинный период наблюдений. Ввиду неполноты данных о материальном ущербе масштаб событий рассчитывается на основе сведений о количестве погибших, пострадавших, а также показателей продолжительности события, количества объектов в зоне ЧС и т. д. [7]. При этом возникает необходимость введения коэффициентов, определяющих вклад каждого показателя в значение масштаба события. Примером практической реализации данного подхода является ГОСТ [8], в котором приведены оценки приемлемого территориального риска для каждого субъекта Российской Федерации. Приведенные в документе алгоритмы оценок и анализа риска содержат эмпирические

коэффициенты и рекомендации по применению статистических данных по авариям и стихийным бедствиям без указания источников такой информации.

Второй уровень информационного обеспечения формируется дополнительным сбором данных в органах управления МЧС России и взаимодействующих ведомствах. Как правило, это разовая работа, выполняемая в границах одного региона в рамках научно-исследовательской работы [9, 10]. Результаты, представленные в виде набора «статичных» картограмм мелкого масштаба, могут использоваться для ограниченного числа задач управления. Трудность актуализации полученных оценок обусловлена нормативно-правовыми ограничениями межведомственного информационного обмена, а также затратами на очистку и преобработку данных.

Третий уровень предполагает использование данных комплексного мониторинга обстановки, содержащих результаты многолетних наблюдений в форматах, пригодных для аналитической обработки. Такие информационные ресурсы помимо задач оценивания риска и планирования превентивных мероприятий по его снижению позволяют решать большое количество задач оперативного управле-

ния. Информационные технологии, используемые для формирования, актуализации и контроля качества ресурсов, позволяют автоматизировать процессы актуализации, консолидации данных из большого количества источников, а также применять различные представления с учетом установленных требований и предпочтений лица, принимающего решение. На рис. 1 представлена диаграмма IDEF0 информационного обеспечения процесса оценки территориальных рисков с применением информационных технологий.

Исследование факторов рисков реализуется на основе анализа каталога чрезвычайных ситуаций и происшествий, позволяющего количественно обосновать предварительные экспертные оценки о величинах рисков природного и техногенного характера и приоритетности задач по их снижению. Системное исследование рисков детализирует факторы, их вклад, а также определяет требования к информационным ресурсам, необходимым для аналитического оценивания.

Технологии консолидации данных комплексного мониторинга, включающие процедуры импорта, очистки, контроля и преобразования, описаны в работе [11]. Применение средств интеллектуального

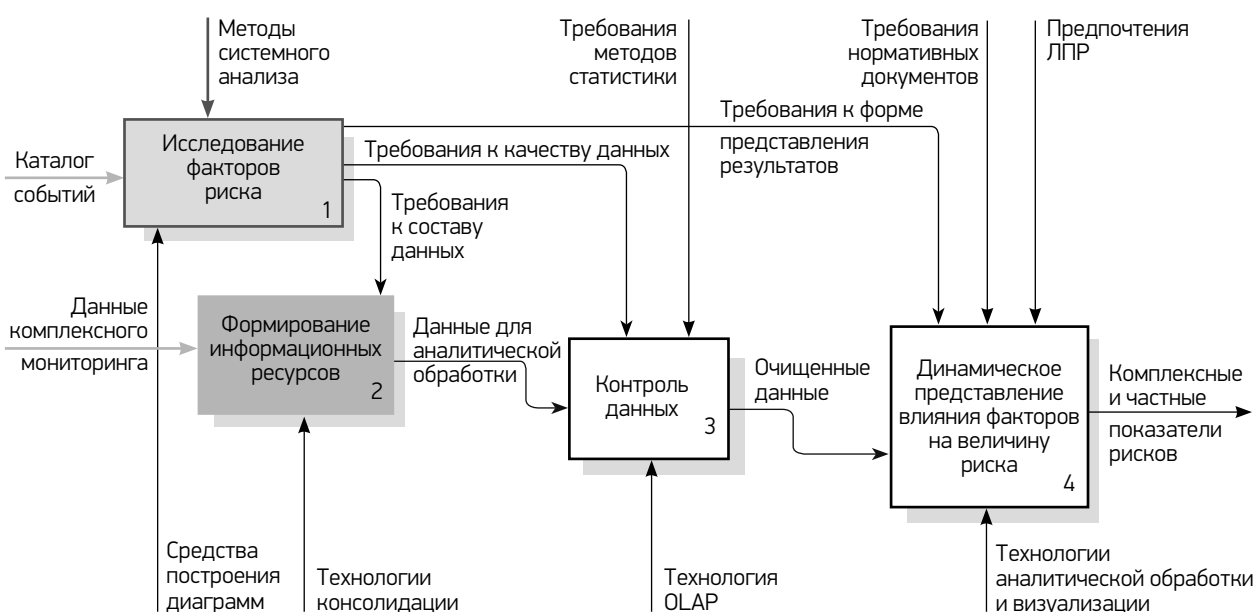


Рис. 1. Диаграмма IDEF0 информационного обеспечения оценки территориальных рисков

Figure 1. Chart IDEF0 of information support of assessment of territorial risks

анализа данных позволяет не только формировать решения на основе Атласов рисков и результатов ранжирования территорий по конкретному показателю (наблюдаемому или вычисляемому), но и использовать мощный инструментарий аналитического исследования. Информационные ресурсы, формируемые в процессе комплексного мониторинга, позволяют создавать формализованное описание состояния природно-техногенной безопасности территорий, а также «цифровой портрет» деятельности территориальной подсистемы РСЧС за длительный период функционирования. Объем и полнота информационной базы позволяют учитывать предыдущий опыт предупреждения ЧС, соотношение предотвращенного ущерба и затрат ресурсов.

Контроль данных с помощью технологии OLAP позволяет оценить качество информационных ресурсов (период наблюдений, наличие пробелов, аномалий и т. п.), влияющих на достоверность используемых статистических методов оценивания.

Динамическое представление результатов оценивания рисков с применением различных технологий анализа (агрегирование, детализация, фильтрация, кластеризация) и визуализации (кросс-таблицы, картограммы, карты данных, инфографика) позволяет повысить информативность оценок, снизить сложность их восприятия, а также адаптироваться к конкретным задачам управления и уровню компетентности лиц, принимающих решения.

2. Исследование факторов территориальных рисков

Высокого уровня информационного обеспечения оценок территориальных рисков можно достичь, используя для аналитической обработки все доступные факторы, влияющие на вероятность возникновения и масштаб опасных событий природного и техногенного характера. В данной работе анализ факторов риска выполняется с помощью диаграмм Исикавы, позволяющих в наглядном графическом виде представить и исследовать причинно-следственные связи между факторами и последствиями сложившейся ситуации. Основная задача в построении диаграмм — учет всех возможных факторов, влияющих на величину конкретного риска, реализуемого на исследуемой территории. С помощью диаграмм можно показать не только группировку

факторов, но и их атрибутивные характеристики. В работе [12] предложено при построении диаграмм Исикавы ранжировать факторы, усугубляющие или нейтрализующие проблему. Таким образом, в качестве метаинформации указываются:

- тип влияния на величину риска — фактор определяет вероятность возникновения или масштаб опасной ситуации;
- управляемые и неуправляемые факторы с оценкой относительной стоимости мероприятий по предотвращению и смягчению рисков;
- источники информации и периодичность актуализации значений факторов;
- ведомства, в компетенции которых находится планирование и проведение мероприятий по предупреждению ЧС.

Предлагается следующая последовательность исследования факторов рисков на основе диаграмм Исикавы.

1. Выявление и сбор факторов и причин, влияющих на исследуемый результат [13].
2. Группировка факторов по смысловым и причинно-следственным блокам. Построение видов диаграмм в зависимости от содержания метаинформации.
3. Экспертное ранжирование факторов внутри каждого блока.
4. Построение диаграммы.
5. Сбор и формализация данных, характеризующих факторы.
6. Построение аналитических моделей на основе различных представлений диаграммы.
7. Аналитическое исследование факторов и представление результатов в виде, удобном для восприятия.
8. Интерпретация результатов, планирование мероприятий по снижению рисков, оценка траекторий их реализации.
9. Контроль результатов мероприятий. Переход к пунктам 4 и 5.

Факторы риска определяются на основе результатов анализа нормативных документов, методик оценки рисков, данных паспортов безопасности территорий и другой информации. Факторы, оказывающие влияние на уровень риска, предварительно группируются по категориям:

- статистика опасных событий;

• характеристики территорий, содержащиеся в паспортах безопасности объектов и территорий [14, 15];

• данные комплексного мониторинга природных факторов, оказывающих влияние на вероятность реализации и масштаб опасных событий;

• результаты социального мониторинга, позволяющего оценить вклад человеческого фактора в величину риска [16].

Среди множества параметров, характеризующих опасное событие, для оценивания рисков наиболее значимыми являются место, время и масштаб. Место определяет территорию, время — вероятность возникновения события. В оценках масштаба присутствует субъективный фактор, поскольку размер материального ущерба и потери в результате реализации события определяются экспертным путем. К объективным факторам, позволяющим сравнивать события одного вида по масштабу, относятся: продолжительность (действие опасных факторов, нарушение нормальной жизнедеятельности людей, эвакуация населения) и количество объектов (разрушенных, приостановивших функционирование, нуждающихся в ремонте). Характеристики террито-

рии позволяют применить ситуационное моделирование при разработке сценариев развития событий и их ликвидации.

Основными природными факторами, оказывающими влияние на вероятность реализации и масштаб опасных событий, являются метеорологические параметры обстановки [17]. В зависимости от вида рисков их может быть от четырех (для техногенных рисков) до восьми (природные пожары, затопление территорий). Социальный мониторинг предусматривает проведение анкетирования населения, социальных опросов, работу с имеющимися социально-экономическими данными, а также данными органов управления МЧС о проведении обучения населения и руководящего состава, пропаганды безопасности жизнедеятельности и поведения в критических ситуациях.

Рассмотрим пример построения диаграммы Исикавы для анализа территориальных рисков. На рис. 2 показана группировка факторов риска техногенных и бытовых пожаров.

В верхней части диаграммы отображаются факторы, единые для всех событий, в нижней части — уникальные для каждого произошедшего события.

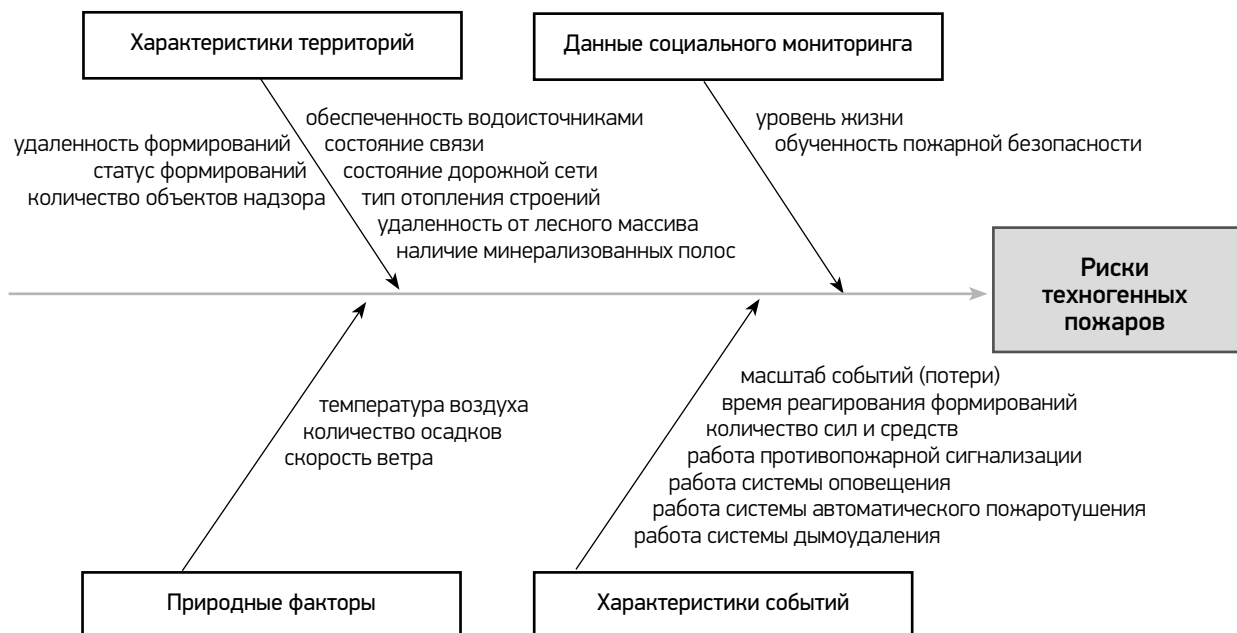


Рис. 2. Диаграмма Исикавы для анализа факторов риска техногенных и бытовых пожаров

Figure 2. Isikava's chart for the analysis of risk factors of the technogenic and household fires

Совместный анализ факторов позволяет выявить их влияние на вероятность возникновения события и на его масштаб. Использование информационных технологий позволяет представить риск не числовым значением, а в виде динамической модели с различными способами отображения. Доступность всех этапов оценивания повышает объективность результатов аналитического оценивания, что особенно важно при применении экспертных коэффициентов, определяющих значимость каждого фактора риска, а также используемых для приведения различных показателей к единой шкале оценивания.

Оценки риска пожаров на основе приведенного информационного обеспечения используются при обосновании размещения вновь создаваемых пожарных частей, контроле работоспособности и обустройства источников водоснабжения, оборудовании защищаемых объектов противопожарной сигнализацией, проведении обучения населения и других противопожарных формирований. Тот же состав целесообразно использовать для оценки эффективности уже действующей системы обеспечения пожарной безопасности.

При ранжировании мероприятий по снижению рисков техногенных и бытовых пожаров на основе количественных значений факторов рисков диаграмму можно представить в виде: $R = \{U, Mp, Ms, Mt\}$, где R — величина риска, U — группа неуправляемых факторов; Mp — множество факторов, влияющих на вероятность возникновения события; Ms — множество факторов, влияющих на масштаб события; Mt — множество факторов, имеющих синергетический эффект. В случае техногенных и бытовых пожаров U — погодные условия; Mp — мероприятия по профилактике пожаров с привлечением СМИ и координацией государственного пожарного надзора; Ms — уязвимость объектов защиты (степень огнестойкости, пожарная нагрузка, другие факторы, влияющие на величину объектового пожарного риска [18]), удаленность, оснащенность и квалификация противопожарных формирований; Mt — мероприятия, имеющие межведомственный характер (организация связи, водоснабжения, доступности поселений).

Аналогичные диаграммы построены для рисков затоплений территорий, дорожно-транспортных

происшествий, аварий на системах жилищно-коммунального хозяйства, природных пожаров. Перечисленные виды опасных событий происходят в масштабе региона с высокой частотой и являются источниками наибольших потерь.

3. Формирование информационных ресурсов оценки территориальных рисков

Потребность формирования информационных ресурсов обусловлена необходимостью использования многомерных представлений как в процессе оценивания рисков, так и при решении других задач управления природно-техногенной безопасностью территорий. На этапах предварительной обработки данных неизбежно возникает задача представления данных комплексного мониторинга в различных разрезах: время, территория, вид ситуации. Динамическое представление возможно только при использовании «атомарных» сущностей, находящихся в хранилищах мониторинговых данных. Иными словами, подготовка к оцениванию рисков включает процессы трансформации описаний объектов и событий в данные, пригодные для использования технологиями аналитической обработки. Технологии, в свою очередь, формируют динамические представления, позволяющие экспертам оценить состояние и динамику сложных систем, таких как территории, потенциально опасные объекты, инфраструктура, социум. Помимо возможности представления результатов аналитической обработки с разных точек зрения динамические представления позволяют агрегировать оценки в единственный комплексный показатель, а при необходимости детализировать результаты оценивания, спускаясь до исходных данных мониторинга.

Многообразие процессов трансформации информационных ресурсов R можно представить через описание их видов в виде подмножеств R_1, R_2 , где $R_1, R_2 \subset R$; R_1 — виды информационных ресурсов, используемых для информационной поддержки управления природно-техногенной безопасностью территорий, отражающие понятийный аппарат лиц, принимающих решения; R_2 — виды информационных ресурсов, используемых при построении информационно-аналитических систем поддержки управления.

Множество $R_1 = O_1 \cup O_2 \cup O_3 \cup E$, где O_1 — объекты контроля, потенциальные источники опасностей природного и техногенного характера, O_2 — защищаемые объекты, O_3 — объекты управления (элементы территориальной подсистемы РСЧС), E — опасные события. При оценивании безопасности объектов и территорий используется аналогичное разделение критериев состояния на опасность, уязвимость (устойчивость), защищенность или потенциал противодействия [19, 20].

Множество $R_2 = \{r_1, r_2, \dots, r_7\}$, где r_1 — данные датчиков инструментального контроля, r_2 — данные, собираемые операторами с помощью подсистем сбора данных, r_3 — данные внешних систем мониторинга; r_4 — данные статистической отчетности; r_5 — системообразующие элементы (справочники, классификаторы, реестры); r_6 — пространственные данные; r_7 — базы знаний.

Логический переход от R_1 к R_2 реализуется при формировании ресурсов программных систем, а $R_2 \rightarrow R_1$ при формировании представлений.

Структура справочников r_5 имеет вид (s, t) , где s — элемент списка, t — время актуализации. Справочники могут иметь дополнительные элементы, расположенные в основном массиве или таблице свойств: p — пространственная характеристика, d — числовые значения (например, предельные значения показателя).

Структура данных мониторинга r_1, \dots, r_4 представлена набором элементов (t, p, s, d) , где t — характеристика времени, p — пространственная характеристика, s — наименование показателя (элемент

соответствующего справочника), d — значение показателя (число, элемент из справочника и др.).

На основе приведенной формализации происходит перегруппировка факторов риска в диаграммах, соответствующая подмножествам R_1 и R_2 , определяются доступные информационные ресурсы либо их источники. Процесс информационного обеспечения оценивания территориальных рисков, представленный на рис. 1, является циклическим. Консолидация новых источников данных и актуализация имеющихся позволяют уточнять оценки рисков. При расхождении результатов оценивания с мнением экспертов осуществляется пошаговая проверка этапов обработки.

В качестве примера применения описанного подхода рассмотрим задачу оценки эффективности мероприятий по снижению пожарных рисков в сельских населенных пунктах Красноярского края. Одной из мер, направленных на снижение ущерба и предотвращение гибели в бытовых пожарах, является установка автономных дымовых и пожарных извещателей с возможностью передачи сигнала по каналам GSM связи. За четыре года установлено 32 000 устройств в местах проживания многодетных семей. Ежегодно на приобретение и установку извещателей расходуется 3 млн рублей и дополнительно 20 млн рублей на ремонт печного отопления и электропроводки в местах проживания малообеспеченных, социально неадаптированных и маломобильных групп населения [21].

Аналитическая модель проверки эффективности решения включает:

Таблица. Примеры представления исходных данных для оценивания территориальных рисков

Table. Examples of representation of basic data for estimation of territorial risks

Элементы подмножеств		Время, t	Место, p	Параметр, s	Число, d
R_1	R_2				
O_1	r_1, r_3	Момент измерения	Пункт наблюдения	Физический параметр	Значение параметра
O_2	r_3, r_4	Время актуализации	Географические координаты, код территории, адрес	Характеристика защищаемого объекта	Значение показателя
O_3	r_3, r_4	Регламент представления донесений о готовности	Место нахождения, реквизиты для связи	Показатель (личный состав, техника, ресурсы, виды работ)	Значение показателя
E	r_3, r_4	Период	Территория, объект, участок	Вид события, вид работ	Масштаб события, объем работ

- адреса установки устройств;
- расчет расходов на техническое обслуживание извещателей в течение всего периода функционирования и стоимость аренды каналов связи;
- статистику пожаров за восемь лет и более;
- характеристику сил противопожарной охраны, включая расписание выездов;
- данные социального мониторинга территорий.

Из-за непродолжительного периода эксплуатации данные о срабатывании извещателей и масштаб предотвращенных потерь могут быть статистически недостоверны. Однако расширение охвата на большее количество регионов России позволит обосновать решение о продолжении или сворачивании работ в данном направлении.

Сбор информационных ресурсов с использованием технологий автоматической консолидации для оценки рисков и контроля эффективности на порядки дешевле мероприятий по снижению рисков. Кроме того, свойство «атомарности» ресурсов, представленных в виде элементов R_2 , позволит успешно решать смежные задачи управления природно-техногенной безопасностью территорий, такие как: оперативная идентификация опасностей и угроз, прогнозирование обстановки различной срочности, ликвидация опасных ситуаций и проведение мероприятий защиты.

Заключение

Существующие в МЧС России нормативные документы регламентируют использование оценок рисков при разработке и уточнении Паспортов безопасности территорий муниципальных образований, Атласов рисков ЧС субъектов Российской Федерации, Планов действий по предупреждению и ликвидации ЧС муниципальных образований. Кроме этого, оперативные оценки рисков подготавливаются к заседаниям Комиссий по чрезвычайным ситуациям и пожарной безопасности любого уровня управления, планируется деятельность постоянно функционирующих органов управления природно-техногенной безопасностью на средне- и долгосрочный период.

В данной работе показана возможность повысить достоверность результатов анализа территориальных рисков на основе использования информационных ресурсов и технологий. Авторами выполнено исследование факторов, оказывающих

влияние на величину рисков опасных ситуаций природного и техногенного характера. Показано, что систематизация факторов рисков и визуализация их в виде диаграмм позволяют целостно представить их значимость и оценить вклад в значение риска.

Анализ факторов рисков позволяет обосновать решения по проведению превентивных мероприятий на различных уровнях управления. Такой подход дополняет традиционные методы формирования решений с использованием нормативных значений, определенных в методических рекомендациях, приказах и постановлениях федерального уровня, или пороговых критериев, заданных экспертами, исходя из особенностей территорий. Структура информационных ресурсов, разработанная с использованием диаграмм Исикавы, положена в основу формирования хранилища мониторинговых данных, направленного на решение задач повседневного и оперативного управления территориальной безопасностью и применение современных методов обработки данных.

Литература [References]

1. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» № 68-ФЗ от 21.12.1994. [Federal Law “Protection of the population and territories from natural and technogenic emergencies”, No. 68-FZ, 21.12.1994.]
2. Фалеев М.И., Малышев В.П., Макиев Ю.Д. Раннее предупреждение о чрезвычайных ситуациях / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. 232 с. [Faleyev M. I., Malyshev V. P., Makiev Yu. D. and etc. Early warning about emergency situations. Moscow: FGBU VNII GOCHS(FC), 2015. 232 p. (Russia).]
3. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Научные основы техногенной безопасности. М.: МГОФ «Знание», 2015. 936 с. [Safety of Russia. Law, socio-economic, scientific and technical aspects. Scientific foundations of technological safety. Moscow: MGOF “Knowledge”, 2015. 936 p. (Russia).]
4. Москвичев В.В., Бычков И.В., Потапов В.П., Тасейко О.В., Шокин Ю.И. Информационная система территориального управления рисками развития и безопасностью // Вестник РАН. Т. 87. 2017. № 8. С. 696—705. [Moskvichev V. V., Bychkov I. V., Potapov V. P., Taseiko O. V., Shokin Yu. I. Information system for territorial management of development and safety risks // Bulletin

- of the Russian Academy of Sciences. Vol. 87. 2017. No. 8. P. 696—705 (Russia).]
5. 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. [Zhirkov P. A., Ivanov A. V., Raevskaya M. G. On the law regulation of the functioning and development of the information technology base of interdepartmental information interaction // Problems of safety and emergency situations. 2017. No. 6. P. 14—25 (Russia).]
 6. Указ Президента РФ от 11 января 2018 г. № 12 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года». [President's Decree No. 12, 11.01.2018 "On the Approval of the Fundamentals Policy of the Russian Federation in the Field of the Protection of the Population and Territories from Emergencies for the Period until 2030".]
 7. Олтян И. Ю., Коровин А. И. Оценка состояния защиты населения субъектов Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера // Технологии гражданской безопасности. Т. 13. 2016. № 4 (50). С. 32—37. [Oltyan I. Yu., Korovin A. I. Assessment of the state of population protection of the constituent entities of the Russian Federation against natural and technogenic emergencies // Civil Security Technologies. Vol. 13. 2016. No. 4 (50). P. 32—37 (Russia).]
 8. ГОСТ Р 22.10.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций. М.: Стандартинформ, 2016. 13 с. [GOST R 10.22.02-2016. Safety in emergency situations. Emergency risk management. Admissible risk of emergency situations. Moscow: Standardinform, 2016. 13 p.]
 9. Крым. Комплексное исследование влияния рисков природных и техногенных чрезвычайных ситуаций на безопасность жизнедеятельности населения Республики Крым и г. Севастополя. М.: ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. 207 с. [Crimea. Comprehensive study of the impact of natural and technogenic emergency risks on the population life safety the Crimea Republic of and the city of Sevastopol. Moscow: VNII GOCHS (FC), 2015. 207 p. (Russia).]
 10. Москвичев В. В., Тасейко О. В., Иванова У. С., Черных Д. А. Базовые региональные риски развития территорий Сибирского федерального округа // Вычислительные технологии. Т. 23. 2018. № 4. С. 95—109. [Moskvichev V. V., Taseiko O. V., Ivanova U. S., Chernykh D. A. Basic regional risks of development of territories of the Siberian federal district // Computational Technologies. Vol. 23. 2018. No. 4. P. 95—109 (Russia).]
 11. Ничепорчук В. В., Ноженков А. И. Архитектура территориальной системы мониторинга чрезвычайных ситуаций // Информатизация и связь. 2018. № 2. С. 35—41. [Nicheporchuk V. V., Nozhenkov A. I. Architecture of the territorial system for monitoring emergencies // Informatization and communication. 2018. № 2. P. 35—41. (Russia).]
 12. Исикава К. Японские методы управления качеством. М.: Экономика, 1988. 214 с. [Ishikawa K. Japanese methods of quality management. Moscow: Economy, 1988. 214 p. (Russia).]
 13. Ничепорчук В. В., Пенькова Т. Г., Метус А. М. Формирование стандарта природно-техногенной безопасности территорий Красноярского края // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2018. № 2. С. 41—52. [Nicheporchuk V. V., Penkova T. G., Metus A. M. Formation of the standard of natural and technogenic safety of the territories of the Krasnoyarsk Territory // Problems of safety and emergency situations. 2018. No. 2. P. 41—52 (Russia).]
 14. Методические рекомендации МЧС России «Порядок разработки, проверки, оценки и корректировки электронных паспортов территорий (объектов)» № 2-4-71-40 от 15.07.2016. [Methodical recommendations of the Ministry of Emergency Situations of Russia "Procedure for the development, verification, evaluation and adjustment of electronic passports of territories (objects)" No. 2-4-71-40, 15.07.2016.]
 15. Ничепорчук В. В., Пенькова Т. Г. Паспорт территории — динамический инструмент анализа опасностей // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2014. № 1. С. 3—8. [Nicheporchuk V. V., Penkova T. G. Passport of the territory — is a dynamic tool for analysis of hazards // Scientific and educational problems of civil protection. 2014. No. 1. P. 3—8. (Russia).]
 16. Безопасность России. Человеческий фактор в проблемах безопасности. М.: МГФ «Знание», 2008. 688 с. [Safety of Russia. The human factor in security issues. Moscow: MGF "Knowledge", 2008. 688 p. (Russia).]
 17. Ничепорчук В. В. Современные подходы к прогнозированию чрезвычайных ситуаций // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный

- вестник». 2018. № 1. С. 89—95. [Nicheporchuk V.V. Modern approaches to the prediction of emergency situations // Scientific-analytical journal “Siberian Fire and Rescue Bulletin”. 2018. № 1. P. 89—95 (Russia).]
18. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123-ФЗ от 22.07.2008. [Federal Law “Technical Regulations on Fire Safety Requirements” No. 123-FZ, 22.07.2008.]
19. Махутов Н. А. Безопасность и риски: системные исследования и разработки. Новосибирск: Наука, 2017. 724 с. [Makhutov N.A. Safety and risks: system researches and developments. Novosibirsk: Nauka, 2017. 724 p. (Russia).]
20. Информация о риске стихийных бедствий в мире. Index for risk management. Results 2015. INFORM, 2015 Постоянный комитет по обеспечению готовности Европейской комиссии [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.inform-index.org>. [Information about the risk of natural disasters in the World. Index for risk management. Results 2015. INFORM, 2015 European Commission Readiness Standing Committee [Electronic resource]: Access mode: <http://www.inform-index.org>]
21. Постановление Правительства Красноярского края «Об утверждении Государственной программы Красноярского края “Развитие системы социальной поддержки населения на 2014—2030 годы»» № 507-п от 30.09.2013. [Resolution of the Krasnoyarsk Territory Government “On the approval of the State program of the Krasnoyarsk Territory “Development of the system of social support for the population for 2014–2030” No. 507-p, 30.09.2013.]

Сведения об авторах

Ничепорчук Валерий Васильевич: кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук (ИВМ СО РАН)

Количество публикаций: 159

Область научных интересов: геоинформационные системы, системы поддержки принятия решений, комплексный мониторинг чрезвычайных ситуаций

Контактная информация:

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

Тел. +7 (391) 290-74-53

E-mail: valera@icm.krasn.ru

Пенькова Татьяна Геннадьевна: кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук (ИВМ СО РАН)

Количество публикаций: 77

Область научных интересов: методы и системы искусственного интеллекта в поддержке принятия решений, методы аналитической обработки больших объемов данных, территориальное управление

Контактная информация:

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

Тел. +7 (391) 249-53-56

E-mail: penkova_t@icm.krasn.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 16.04.2019

Дата принятия к публикации: 15.05.2019

Дата публикации: 30.08.2019

The authors declare no conflict of interest.

Came to edition: 16.04.2019

Date of acceptance to the publication: 15.05.2019

Date of publication: 30.08.2019