

Цифровая экономика и управление

УДК 004.41+004.89

DOI:10.25729/ESI.2025.37.1.010

Технология цифровизации управления безопасностью территорий

Ничепорчук Валерий Васильевич, Кобыжакова Светлана Владимировна

Институт вычислительного моделирования СО РАН,

Россия, Красноярск, valera@icm.krasn.ru

Аннотация. Предложена структура информационных ресурсов для решения разноплановых задач оперативного и стратегического управления природно-техногенной безопасностью территорий. Определены процессы информационной поддержки управления с использованием онтологии. Показан эффект цифровой трансформации процессов принятия решений на основе интеллектуальной обработки данных комплексного мониторинга.

Ключевые слова: интеллектуальная поддержка управления, систематизация информационных ресурсов и процессов, цифровизация управления

Цитирование: Ничепорчук В.В. Технология цифровизации управления безопасностью территорий / В.В. Ничепорчук, С.В. Кобыжакова // Информационные и математические технологии в науке и управлении, 2025. – № 1 (37). – С. 104-113. – DOI:10.25729/ESI.2025.37.1.010.

Введение. Темпы автоматизации территориального управления, в отличие от бизнеса и производства, пока не соответствуют плановым показателям стратегии перехода к цифровой экономике [1]. Среди множества причин выделим излишнюю бюрократизацию процессов обработки данных, слабая формализация которых затрудняет применение современных технологий моделирования ситуаций, методов машинного обучения, прогнозирования результатов принятых решений. В отличие от управления техническими системами с детерминированными процессами, большинство решений на территориальном уровне принимается в условиях частичной неопределённости факторов и вероятностного характера ожидаемых результатов. Сохраняется дефицит данных комплексного мониторинга, недостаточно формализован учёт специфики человеческого фактора, его роли на разных этапах процесса информационной поддержки управления: сбора данных, их трансформации в решения; оценки эффекта управления, контроля качества решений [2].

Автоматизированные системы управления, как направление развития информатизации, развиваются с середины прошлого века. Передовые решения на основе экосистем работают в финансовой сфере [3]. Совершенствуются методы принятия решений по комплексному развитию территорий [4]. Машинное формирование решений при оперативном реагировании на чрезвычайные ситуации (ЧС) реализовано для некоторых видов стихийных бедствий и техногенных катастроф [5]. Управление большими системами в условиях дефицита времени на осмысление ситуации и сбор дополнительной информации, большой цены ошибочных решений, требует внедрения информационно-справочных и консультативных систем. Сервисы оценки динамики опасных факторов и последствий их реализации, оценки уязвимости защищаемых объектов, готовности сил и средств экстренного реагирования реализуются, как правило, для нескольких видов ситуаций на двух-трёх пилотных территориях [6, 7]. Не решена основная проблема – сбор и перманентная актуализация больших объёмов гетерогенных данных приемлемого качества [8]. По этой причине многие системы ситуационного моделирования имеют короткий жизненный цикл. Утрачивается детальность ранее собранных информационных ресурсов.

Информационная поддержка принятия стратегических решений, направленных на предупреждение ЧС, в настоящее время ограничивается статистической обработкой данных о событиях либо характеристиках территорий без комплексного рассмотрения

сложившейся ситуации и её прогнозных параметров. Дефицит размеченных данных затрудняет алгоритмизацию процессов формирования решений по управлению территориями. Как показывает практика применения интеллектуальных систем в медицине, энергетике, на транспорте, наличие структурированных информационных ресурсов повышает эффективность не только машинного формирования решений в условиях частичной неопределённости, но и качество функционирования отрасли в целом [9-12].

Трансформация бизнес-процессов государственного управления является определяющим фактором разработки и эксплуатации систем поддержки принятия решений. Сложность цифровизации территориального управления заключается в необходимости гармонизации нормативно-правовой базы, определяющей стандарты управления и требования к решениям, порядок принятия согласованных решений. Это характерно как при ликвидации масштабных ЧС, так и при формировании решений по защите территорий, реализуемых в длительной перспективе. Формализация описаний процессов и объектов позволяет достичь синергетического эффекта решения технических и организационных проблем, максимального использования преимуществ цифровизации управления.

В статье рассмотрена универсальная структура информационных ресурсов для информационной поддержки управления широким кругом задач обеспечения природно-техногенной безопасности территорий. Компактность представления сущностей упрощает реализацию независимых сервисов получения, обработки и представления данных, работающих по единой схеме. Использование паттернов представления данных и связанных с ними технологий обработки для разных задач управления позволяет системно реализовать управление мероприятиями стратегии повышения безопасности населения территорий [13]. Выполнена алгоритмизация процессов поддержки принятия решений с использованием организационной модели управления.

1. Ресурсы интеллектуальной системы. Для поддержки планирования и реализации оперативных и предупредительных мероприятий необходимо и достаточно информационных ресурсов, структура которых показана на рисунке 1. Согласно [14], задачи ситуационного управления требуют интеграции гетерогенных данных, получаемых из разных источников. Анализ однородной информации (например, только каталогов событий) не позволяет сформировать конкретные управленческие решения на основе оценок рисков. Усложнение предлагаемой структуры также нецелесообразно, поскольку смежные задачи управления, такие, как мониторинг обстановки, управление в режиме повышенной готовности при угрозе чрезвычайных ситуаций (ЧС) можно представить, как экземпляр структуры, без потерь информативности.

Общие части реестров объектов и событий показаны жёлтым фоном; белым – характеристики, изменяющиеся в зависимости от видов ситуаций и масштаба защищаемых объектов (здание, поселение, территория). Зелёный фон показывает сущности, на основе которых формируются управленческие решения. Пространственная привязка позволяет оперативно визуализировать результаты ситуационного и аналитического моделирования. Логическую целостность данных обеспечивают связи через первичные (РК) и вторичные (ФК) ключи. Знаком «+» отмечены показатели, на основе которых строятся аналитические модели. Содержание справочников (знак «-»), таких, как «Вид события», «Категория объекта», «Вид мероприятия» определено нормативно [15].

Атрибуты событий E позволяют проводить оценку и картографирование рисков традиционными методами [16]. В число неблагоприятных факторов включаются неуправляемые (сложные погодные условия), а также факторы, для устранения которых необходимо проведение предупредительных мероприятий PA : например, к условиям, осложняющим тушение пожаров, относят удалённость пожарных частей, водоисточников,

загромождение проездов, наличие взрывоопасных и легко воспламеняющихся материалов/веществ, степень осведомлённости людей о мерах пожарной безопасности и навыках поведения в ЧС.

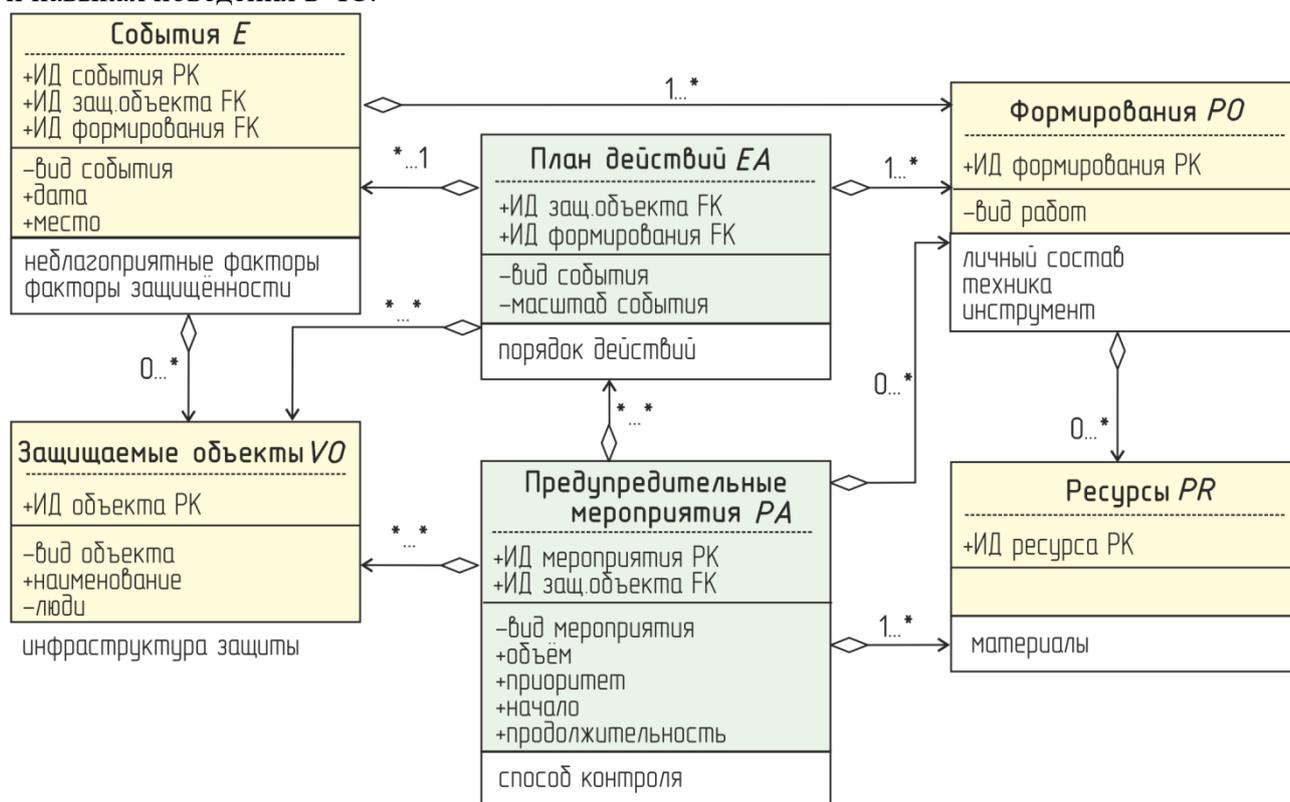


Рис. 1. Базовая структура информационных ресурсов

Реализация барьеров защиты в результате проведения предупредительных мероприятий позволяет более эффективно ликвидировать опасную ситуацию и её последствия, снизить потери. При этом не всегда корректно сопоставлять материальный ущерб и затраты на предупреждение в силу субъективности оценок, долгосрочных изменений внешних факторов, определяющих безопасность объектов и территорий.

Реестр защищаемых объектов *VO* содержит данные о населённых пунктах, СНТ¹, а также сведения о находящихся в них объектах надзора, потенциально опасных производствах, учреждениях с массовым пребыванием людей и т.п. В зависимости от положения в иерархии территориального управления лиц, принимающих решения, система предоставляет информацию разной степени детализации, но примерно одинакового объёма.

Реестр формирований *PO* содержит сведения обо всех формированиях, участвующих в реагировании на *E*, включая спасателей, профессиональных и добровольных пожарных, волонтёрах, а также подразделений министерств, ведомств, организаций. Это накладывает ограничение на ведение каталога событий – силы и средства могут выбираться из списка, а не регистрироваться одновременно с событиями *E*.

Данные о ресурсах *PR* включают расходные материалы, ГСМ, продукты, медикаменты, средства обеспечения жизнедеятельности пострадавших, использующиеся как в режиме ЧС, так и при проведении предупредительных мероприятий. Для контроля установленных нормативов в *PR* и *PO* используются справочники критериев, разработанные на основе нормативных документов.

План действий *EA* содержит описание прецедентов в виде продукций. Совместный анализ описания процессов в *EA* и *E* используется для устранения «нестыковок» и пробелов в

¹ Садовое некоммерческое товарищество

планировании оперативных мероприятий. Прецедентная база знаний описывает процессы ликвидации опасных факторов и последствий ЧС, организацию защиты и жизнеобеспечения населения в виде последовательности атомарных процессов, логически увязанных метриками. Это позволяет конструировать сценарии на основе типовых паттернов с использованием графического и текстового интерфейсов [17].

Результаты решения задач предупреждения отражены в таблице «Превентивные мероприятия» *РА*. Формирование базы реализованных и спланированных работ позволит использовать её в качестве обучающей выборки рекомендательных сервисов, для поиска по аналогам, а также как электронное пособие для лиц, принимающих решения.

Данные реестров имеют картографическую привязку, позволяющую строить карты распределения рисков и динамики ситуаций. Инструменты пространственного анализа могут использоваться для верификации распределения опасных факторов, определения зон ответственности формирований, оценки последствий ЧС для *ВО*. Для снижения трудозатрат на создание интеллектуальной системы территориального управления целесообразно развёртывание аналитических сервисов на базе геопортала.

2. Процессы формирования решений. Представление связей между сущностями в виде онтологии (рисунок 2) позволило спроектировать аналитические и ситуационные модели для формирования решений.

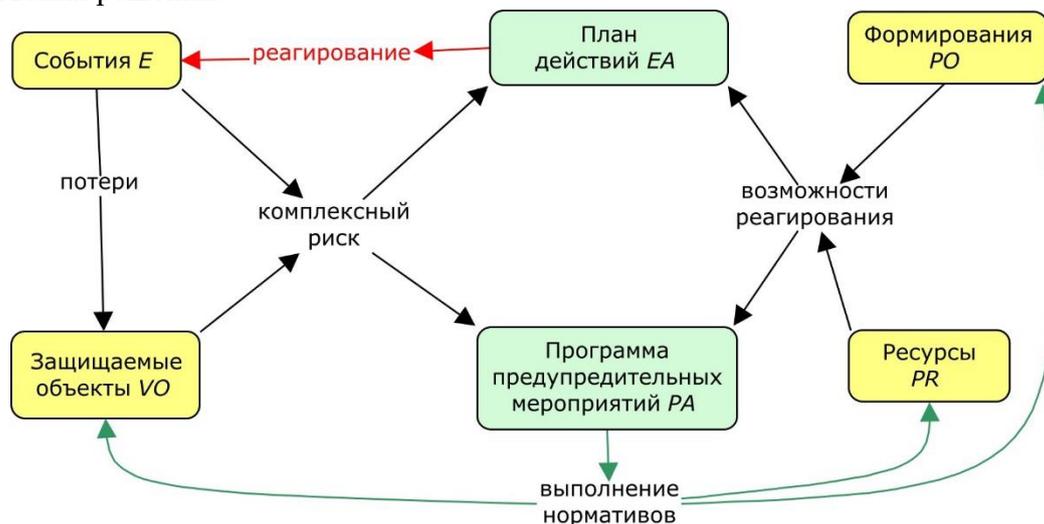


Рис. 2. Онтология связей структуры информационных ресурсов

Информационная поддержка оперативного и стратегического управления базируется на результатах оценок комплексных рисков и уровня готовности к ликвидации опасных ситуаций [18, 19]. Представление этих показателей в одномерной числовой шкале недостаточно для обоснования управленческих решений. При реализации в интеллектуальной системе такие оценки представляются в виде:

- условий реализации процессов реагирования *EA*. Масштабность, последовательность и длительность работ по ликвидации ситуаций, их последствий являются числовыми показателями, определяемым на основе прецедентов либо экспертно;
- списка критериев соответствия показателей норме для вычисления приоритетности предупредительных мероприятий *РА*. При отсутствии утверждённых нормативных значений они рассчитываются путём кластеризации имеющихся данных. Например, в паспортах сельских населённых пунктов (*ВО*) время реагирования на пожар составляет от 10 до 120 минут. Учитывая время горения деревянного дома, полагаем, что поселения с временем прибытия более 20 минут относятся к зоне неприемлемого риска. Караулы федеральной противопожарной службы локализуют очаги возгорания, а загоревшиеся

строения не подлежат восстановлению. Удалённость VO является критерием создания добровольных формирований PO , их оснащения первичными средствами пожаротушения. Наличие безводных зон в поселениях и садоводческих товариществах также считается триггером для PA .

Обоснование решений по проведению превентивных мероприятий применяется в отношении сущностей ($PA \rightarrow VO$; $PA \rightarrow PO$; $PA \rightarrow PR$) и реализуется с использованием ситуационного моделирования. Целесообразно применение обратного порядка проектирования процессов формирования решений: содержание управления определяет вид аналитических моделей, которые, в свою очередь, состоят из атомарных сущностей, получаемых из конкретных источников. Тем самым реализуется принцип компактности информации: «если отсутствуют или недостаточно полномочий и ресурсов для управления ситуацией, то информация игнорируется или к ней предоставляется доступ в фоновом режиме». Важным аспектом верификации машинных решений является экспертная оценка их качества применимости для ЛПР при отсутствии части исходных данных или низкой достоверности информации.

Систематизации информационных ресурсов посвящено множество научных исследований [20, 21]. Структура информационных систем для формирования отчётных документов определена нормативными документами [22, 23]. Смена целей – сбор только показателей, использующихся для формирования решений PA и EA – позволит избежать избыточности собираемых данных, уменьшит трудозатраты на их актуализацию, информационный обмен.

Формирование решений для оперативного управления ($EA \rightarrow E$) реализуется на основе ситуационного моделирования опасностей E , уязвимости VO и защищённости $PO+PR$. Детализация сценариев масштабных ситуаций требует построения разветвлённой семантической сети или других представлений, сложных для понимания ЛПР.

Важным аспектом создания баз знаний, детализации и корректировки планов действий является изменение форм оперативных донесений о реагировании на ЧС и опасные ситуации и статистической отчётности. Максимизация сходства описаний сценариев реагирования в планах действий и динамики реальных ситуаций позволяет снизить трудоёмкость формализации принятых решений в базах знаний и тиражирования уникального опыта, полученного в экстремальных условиях.

3. Реализация сценарного моделирования в экспертной системе. Формализованный сценарий ситуации содержит паттерны, описывающие место и вид ситуации, а также последствия, участников, задействованные ресурсы и последовательность действий в зависимости от масштаба события. В отличие от известной системы ЭПЛА-ПРО [24], переменные словаря экспертной системы формируются из сущностей E , VO , PO , PR . Связывание показателей с правилами «ЕСЛИ ... ТО ...» обеспечивает компактность представления информационных ресурсов, полноту их использования в виде процессов в EA или показателей в PA . Например, изменение оснащения противопожарных формирований требует корректировки тактики тушения и отражается в статистических показателях пожаров. Мероприятия по созданию новых водоисточников (гидрантов, ёмкостей, пирсов и прорубей для естественных водоёмов) также изменяют способ и время ликвидации загораний вследствие экономии времени на подвоз воды.

Для формирования решений путём логического вывода помимо «стандартных» типов переменных («Целое», «Действительное», «Строка», «Дата/Время») используются специализированные: «Список», «Один из списка», «Процедура», «Фрейм»; операции

с переменными: «Очистить», «Обработать», «Перейти», «Определить», «Разрешить ввод», «Установить значение», «Если», «Выполнить запрос», «Сформировать решение» и другие.

Паттерны сценариев состоят из слотов, описывающих свойства объектов и процессов. Спецификация слота включает переменную словаря и присоединённую процедуру в виде действий, выполнение которых зависит от значения слота. Например:

```
если [слот] (< / > / = / !=) [слот / значение] то [действие 1] иначе [действие 2];  
запросить данные у пользователя;  
очистить слот;  
обработать слот;  
выполнить [запрос к базам данных] и заполнить [слот];  
записать в [слот] [значение];  
сформировать текст решения [шаблон].
```

В процессе работы экспертная система заполняет слоты фрейма конкретными данными. Уточнение обстановки, включая информацию об особенностях ситуации и параметрах внешней среды, происходит через диалог с пользователем. Решения формируются последовательным выполнением процедур. Стандартизация действий в виде паттернов необходима для многократного использования в сценариях ситуаций различного вида. Например, эвакуация и жизнеобеспечение населения, восстановление коммуникаций проводятся по схожему алгоритму при паводках, авариях теплоснабжения, массовых пожарах и др.

Экспертная система используется для формирования решений при пожарах и взрывах на промышленных объектах, химических авариях, затоплениях территорий разного генезиса. Для полноценной замены бумажных планов действий необходима миграция сервисов и информационных ресурсов на открытые платформы распределённого доступа. Единообразие информации будет эквивалентно оперативному согласованию действий, поскольку доступ к сценариям ситуаций обеспечен и для руководителей территорий, и для реагирующих подразделений.

4. Результаты цифровой трансформации управления. Основной эффект цифровой трансформации с использованием предложенного подхода состоит в реализации полного цикла обработки данных: от получения системами мониторинга до принятия решений и контроля их реализации. Функции экспертов по обобщению информации, анализу статистики минимизируются как за счёт повышения доступности данных, автоматизации рутинных операций, так и введения требований о необходимости обратной связи (принятия решений по управлению) при получении информации. Это позволит снизить нагрузку с нижних уровней иерархии управления (объектовых формирований, органов местного самоуправления), увеличив степень их самостоятельности и автономности. Построение территориального управления со связующим звеном между уровнями «муниципалитет – субъект РФ – федеральные органы» в виде распределённых интеллектуальных систем приведёт к более эффективным решениям по достижению стратегических целей при ограниченных ресурсах.

Цифровая трансформация изменяет не только территориальное управление безопасностью, но и управление жизненным циклом программных систем. В быстро меняющихся внешних условиях, росте социальных, природных и техногенных рисков традиционные подходы к разработке и сопровождению систем через короткие госконтракты теряют актуальность. Технологии распределённых данных, конструирования систем с использованием библиотек сервисов позволяют оперативно внедрять интеллектуальные системы в разных регионах и ведомствах.

Реализация информационных ресурсов на основе вышперечисленных принципов требует трансформации всей системы информационного обеспечения управления. Изменение

форм отчётности, отказ от решения задач, не свойственных конкретному ведомству, является основой глубокой цифровизации управления. Опыт корпораций мирового уровня показал возможность выработки нетривиальных решений в кризисных ситуациях малыми группами экспертов, владеющих гибким инструментарием работы с большими данными. Алгоритмизация повседневной деятельности, стабильность структур данных и отчётных форм позволяет снизить требования к квалификации специалистов, принимающих решения. Интеграция новых методов территориального управления и интеллектуальных технологий позволит достичь приемлемого уровня безопасности всех территорий страны [13].

Заключение. Выполнено структурирование информационных ресурсов мультизадачной интеллектуальной системы поддержки территориального управления. Показана необходимость комплексного анализа характеристик объектов и событий для обоснования управленческих решений. Специфика предметной области ограничивает применение «классических» методов поддержки принятия решений с формированием нескольких альтернатив с последующим выбором оптимальной стратегии. Как показывает опыт реагирования на ЧС, для снятия неопределённостей ситуации достаточно небольшого числа продуктов. Дефицит исходной информации частично компенсируется статистическим анализом прецедентов. Реализация процессов цифровизации, в результате которых появятся большие объёмы формализованных данных и распределённые сервисы их полной обработки, позволит нивелировать современные вызовы обществу и цивилизации.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта государственного задания ФИЦ КНЦ СО РАН программы фундаментальных исследований Российской Федерации (рег. FWES-2021-0004).

Список источников

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р. – URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FНj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения 09.01.2025).
2. Тасейко О.В. Мониторинг безопасности территорий / О.В. Тасейко., В.В. Ничепорчук., У.С. Постникова. – Красноярск, СибГУ им. Решетнёва, 2024. – 186 с.
3. Васильева Е.В. Методология исследования возможностей цифровых платформ и экосистем: опыт применения Platform Innovation Kit / Е.В. Васильева // Современные информационные технологии и ИТ-образование, 2023. – Т.19. –№1. – С. 24-35. – DOI:10.25559/SITITO.019.202301.024-035.
4. Дранко О.И. Управление развитием региона. Моделирование возможностей / О.И. Дранко, Д.А. Новиков, А.Н. Райков, И.В. Чернов. – М.: Ленард, 2023. – 452 с.
5. Рыбаков А.В. Технологии применения искусственного интеллекта для прогнозирования чрезвычайных ситуаций на урбанизированных территориях / А.В. Рыбаков., Е.В. Иванов. / Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы обеспечения экологической безопасности, мониторинга окружающей среды и прогнозирования чрезвычайных ситуаций». – М., 2024. – С. 61-66.
6. Акимов В.А. Прогнозно-аналитические решения по природным, техногенным и биолого-социальным угрозам единой системы информационно-аналитического обеспечения безопасности среды жизнедеятельности и общественного порядка «Безопасный город» / В.А. Акимов, А.В. Мишурный, О.В. Якимюк и др. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2022. – 316 с.
7. Акимов В.А. Модели и методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера на урбанизированных территориях / В.А. Акимов, Е.В. Арефьева, И.Ю. Олтян, и др. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2024. – 132 с.
8. Коробко А.В. Технология информационно-аналитической поддержки принятия решений на основе федерализации разнородной информации в концепции многомерного представления данных: специальность 2.3.8. «Информатика и информационные процессы»: автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора технических наук / Коробко Анна Владимировна; Сибирский федеральный университет. – Красноярск, 2024. – 39 с.
9. Переволоцкий В.С. Подход к автоматическому формированию баз знаний на основе онтологий / В.С. Переволоцкий, В.В. Грибова // Научный аспект, 2023. – Т. 2. – №2. – С. 213-221.
10. Кобринский Б.А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: реперные точки / Б.А. Кобринский / Избранные научные труды XXIV Международной научной конференции «Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2021)», 2022. – С. 38-45.

11. Массель Л.В. Семантическое моделирование при построении цифровых двойников энергетических объектов и систем / Л.В. Массель, А.Г. Массель // *Онтология проектирования*, 2023. – Т. 13. – №1 (47). – С. 44-54.
12. Юрин А.Ю. Авиатехпом: состояние и перспективы / А.Ю. Юрин, Ю.В. Котлов. // *Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык*, 2024. – № 1. – С. 146-156.
13. Указ Президента РФ от 16 октября 2019 г. № 501 «О Стратегии в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на период до 2030 года» URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72771784/> (дата обращения 11.01.2025).
14. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков – М: МПСИ, 2005. – 584 с.
15. Приказ МЧС России от 5 июля 2021 г. № 429 «Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера» – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402707588/> (дата обращения 11.01.2025).
16. Олтян И.Ю. Оценка состояния защиты населения субъектов Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера / И.Ю. Олтян, А.И. Коровин // *Технологии гражданской безопасности*, 2021. – Т. 18. – № 5. – С. 29-34. – EDN: EBQXIX.
17. Головин О.К., Технологии адаптивного планирования в системах поддержки принятия решений / О.К. Головин, А.С. Супрун. – СПб: Университет ИТМО, 2020. – 88 с.
18. Ничепорчук В.В. Система аналитических показателей для стратегического контроля природно-техногенной безопасности территорий // В.В. Ничепорчук., Т.Г. Пенькова // *Проблемы анализа риска*, 2018. – Т.15. – №1. – С. 34-41.
19. Пенькова Т.Г. Комплексный анализ природно-техногенной безопасности территорий Красноярского края на основе методов интеллектуальной обработки данных / Т.Г. Пенькова, В.В. Ничепорчук // *Мониторинг. Наука и технологии*, 2016. – №2 (27). – С.64-71.
20. Шокин Ю.И. Кризисные базы данных для управления безопасностью территорий / Ю.И. Шокин, В.В. Москвичев., Л.Ф. Ноженкова, В.В. Ничепорчук // *Вычислительные технологии*, 2011. – Т.16. – № 6. – С. 115-126.
21. Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации. – URL: <http://www.gisa.ru/file/file780.doc> (дата обращения 13.01.2025).
22. Методические рекомендации по порядку разработки, проверки, оценки и корректировки электронных паспортов территорий (объектов), утв. от 15.07.2016 № 2-4-71-40, с изм. от 14.06.2017 № 2-4-71-28 и 29.12.2017 № 2-4-71-28. – URL: <https://bazanra.ru/mchs-rossii-metodicheskie-rekomendatsii-ot15072016-h3487966/> (дата обращения 13.01.2025).
23. ГОСТ Р 22.3.22–2023. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. План действий по предупреждению и ликвидации ЧС на территории муниципального образования. Порядок разработки. Требования к содержанию и оформлению. – М: Стандартинформ, 2023. – 20 с.
24. Ноженкова Л.Ф. Технологии комплексной поддержки управления природно-техногенной безопасностью / Л.Ф. Ноженкова, В.В. Ничепорчук // *Вычислительные технологии*, 2023. – Т. 28. – № 4. – С. 109-121. DOI:10.25743/ICT.2023.28.4.009.

Ничепорчук Валерий Васильевич. Доктор технических наук, ИВМ СО РАН, старший научный сотрудник. Направления исследований: оценка рисков ЧС, построение систем поддержки принятия решений. Author ID: 155773; SPIN 7018-8279, ORCID 0000-0001-5365-1307, valera@icm.krasn.ru, 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, стр. 44.

Кобызжакова Светлана Владимировна. ИВМ СО РАН, аспирант. Направления исследований: методы управления пожарной безопасностью территорий. Author ID: 1018508, SPIN 6233-3073, svetkob84@mail.ru, 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, стр. 44.

UDC 004.41+004.89

DOI:10.25729/ESI.2025.37.1.010

Digitalization technology of territorial safety management

Valery V. Nicheporchuk, Svetlana V. Kobyzhakova

Institute of Computational Modeling SB RAS,

Russia, Krasnoyarsk, valera@icm.krasn.ru

Abstract. Solving the diverse tasks of operational and strategic management of natural and man-made safety of territories optimal using a new structure of information resources. The management information support

processes have defined using the ontology. The digital transformation of decision-making, in addition to intelligent data processing and integrated monitoring, requires changes in business processes of information using

Keywords: intelligent management support, systematization of information resources and processes, digitalization of management

Acknowledgements: The work was carried out within the framework of the FRC KSC SB RAS state assignment project of the fundamental research program of the Russian Federation (reg. FWES-2021-0004).

References

1. Programma "Tsifrovaya ekonomika Rossiyskoy Federatsii" [The Program "Digital economy of the Russian Federation] 28 iyulya 2017 g. № 1632-r, available at: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (accessed: 01/09/2025).
2. Taseyko O.V., Nicheporchuk V.V., Postnikova U.S. Monitoring bezopasnosti territoriy [Monitoring the safety of territories]. Krasnoyarsk, SibGU im. Reshetneva [Krasnoyarsk, Siberian state university named after Reshetnev], 2024, 186 p.
3. Vasil'yeva Ye.V. Metodologiya issledovaniya vozmozhnostey tsifrovyykh platform i ekosistem: opyt primeneniya Platform Innovation Kit [Methodology for studying the capabilities of digital platforms and ecosystems: experience of using the Platform Innovation Kit]. *Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii i IT-obrazovaniye* [Modern information technologies and IT education], 2023, vol. 19, no. 1, pp. 24-35, DOI:10.25559/SITITO.019.202301.024-035.
4. Dranko O.I., Novikov D.A., Raykov A.N., Chernov I.V. Upravleniye razvitiyem regiona. Modelirovaniye vozmozhnostey [Regional development management. Modeling of possibilities]. Moscow, Lenard, 2023, 452 p.
5. Rybakov A.V., Ivanov Ye.V. Tekhnologii primeneniya iskusstvennogo intellekta dlya prognozirovaniya chrezvychaynykh situatsiy na urbanizirovannykh territoriyakh [Technologies for applying artificial intelligence to forecasting emergency situations in urbanized areas]. *Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Problemy obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti, monitoringa okruzhayushchey sredy i prognozirovaniya chrezvychaynykh situatsiy"*, M. [Proc. of the All-Russian scientific and practical conference "Problems of ensuring environmental safety, environmental monitoring and forecasting emergency situations", Moscow], 2024, pp. 61-66.
6. Akimov V.A., Mishurnyy A.V., Yakimyyuk O.V., et al. Prognozno-analiticheskiye resheniya po prirodnym, tekhnogennym i biologo-sotsial'nym ugrozam yedinoy sistemy informatsionno-analiticheskogo obespecheniya bezopasnosti sredy zhiznedeyatel'nosti i obshchestvennogo poryadka "Bezopasnyy gorod" [Prediction and analytical solutions for natural, man-made and biological-social threats of the unified system of information and analytical support for the safety of the living environment and public order "Safe City"]. Moscow, FGBU VNII GOCHS (FC), 2022, 316 p.
7. Akimov V.A., Aref'yeva Ye.V., Oltyan I.Yu., Ivanova Ye.O., et al. Modeli i metody prognozirovaniya chrezvychaynykh situatsiy prirodnogo kharaktera na urbanizirovannykh territoriyakh [Models and methods for forecasting natural emergencies in urban areas]. Moscow, FGBU VNII GOCHS (FC), 2024, 132 p.
8. Korobko, A.V. Tekhnologiya informatsionno-analiticheskoy podderzhki prinyatiya resheniy na osnove federalizatsii raznorodnoy informatsii v kontseptsii mnogomernogo predstavleniya dannykh: spetsial'nost' 2.3.8. "Informatika i informatsionnyye protsessy": avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchonoy stepeni doktora tekhnicheskikh nauk [Technology of information and analytical support for decision-making based on the federalization of heterogeneous information in the concept of multidimensional data representation: Abstract of a Doctor's degree dissertation]. *Sibirskiy federal'nyy universitet* [Siberian federal university], Krasnoyarsk, 2024, 39 p.
9. Perevolotskiy V.S., Gribova V.V. Podkhod k avtomaticheskomu formirovaniyu baz znaniy na osnove ontologiy [An approach to the automatic formation of knowledge bases based on ontologies]. *Nauchnyy aspekt* [Scientific aspect], 2023, vol. 2, no. 2, pp. 213-221.
10. Kobrinskiy B.A. Intellektual'nyye sistemy podderzhki prinyatiya resheniy: repornyye tochki [Intelligent decision support systems: reference points]. *Izbrannyye nauchnyye trudy XXIV Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii "Inzhiniring predpriyatiy i upravleniye znaniyami (IP&UZ-2021)"* [Selected scientific works of the XXIV International scientific conference "Enterprise engineering and knowledge management (IP&UZ-2021)"], 2022, pp. 38-45.
11. Massel' L.V., Massel' A.G. Semanticheskoye modelirovaniye pri postroyenii tsifrovyykh dvoynikov energeticheskikh ob'yektov i sistem [Semantic modeling in the construction of digital twins of energy facilities and systems]. *Ontologiya proyektirovaniya* [Ontology of design], 2023, vol. 13, no. 1 (47), pp. 44-54.
12. Yurin A.Yu., Kotlov Yu.V. Aviatekhpom: sostoyaniye i perspektivy [Aviatekhpom: state and prospects]. *Crede Experto: transport, obshchestvo, obrazovaniye, yazyk* [Crede Experto: transport, society, education, language], 2024, no. 1, pp. 146-156.

13. Decree of the President of the Russian Federation of 16.10.2019 no. 501 “O Strategii v oblasti razvitiya grazhdanskoy oborony, zashchity naseleniya i territoriy ot chrezvychaynykh situatsiy, obespecheniya pozharnoy bezopasnosti i bezopasnosti lyudey na vodnykh ob"yektakh na period do 2030 goda” [On the Strategy for the development of civil defense, protection of the population and territories from emergencies, ensuring fire safety and safety of people on water bodies for the period up to 2030]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72771784/> (accessed: 01/11/2025).
14. Novikov D.A. Teoriya upravleniya organizatsionnymi sistemami [Theory of Management of Organizational Systems]. Moscow, MPSI, 2005, 584 p.
15. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia of 05/07/2021 no. 429 “Ob ustanovlenii kriteriyev informatsii o chrezvychaynykh situatsiyakh prirodnogo i tekhnogennoy kharaktera” [On establishing criteria for information on emergency situations of natural and man-made nature]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402707588/> (accessed: 11/01/2025).
16. Oltyan I.Yu., Korovin A.I. Otsenka sostoyaniya zashchity naseleniya sub"yektov Rossiyskoy Federatsii ot chrezvychaynykh situatsiy prirodnogo i tekhnogennoy kharaktera [Assessment of the state of protection of the population of the constituent entities of the Russian Federation from emergency situations of natural and man-made nature]. Tekhnologii grazhdanskoy bezopasnosti [Civil safety technologies], 2021, vol. 18, no. S, pp. 29-34, EDN:EBQXIX.
17. Golovin O.K., Suprun A.S. Tekhnologii adaptivnogo planirovaniya v sistemakh podderzhki prinyatiya resheniy [Adaptive planning technologies in decision support systems]. SPb, ITMO, 2020, 88 p.
18. Nicheporchuk V.V., Penkova T.G. Sistema analiticheskikh pokazateley dlya strategicheskogo kontrolya prirodno-tekhnogennoy bezopasnosti territoriy [Comprehensive analysis of natural and man-made safety of the territories of Krasnoyarsk Krai based on methods of intelligent data processing]. Problemy analiza riska [Issues of risk analysis], 2018, vol. 15, no. 1, pp. 34-41.
19. Penkova T.G., Nicheporchuk V.V. Kompleksnyy analiz prirodno-tekhnogennoy bezopasnosti territoriy Krasnoyarskogo kraya na osnove metodov intellektual'noy obrabotki dannykh [Comprehensive analysis of natural and man-made safety of the territories of Krasnoyarsk Krai based on methods of intelligent data processing]. Monitoring. Nauka i tekhnologii [Monitoring. Science and technology], 2016, no. 2 (27), pp. 64-71.
20. Shokin Yu.I., Moskvichev V.V., Nozhenkova L.F., Nicheporchuk V.V. Krizisnyye bazy dannykh dlya upravleniya bezopasnost'yu territoriy [Crisis datasets for territorial safety management]. Vychislitel'nyye tekhnologii [Computational technologies], 2011, vol. 16, no. 6, pp. 115-126.
21. Kontseptsiya sozdaniya i razvitiya infrastruktury prostranstvennykh dannykh Rossiyskoy Federatsii [Concept of creation and development of spatial data infrastructure of the Russian Federation]. Available at: <http://www.gisa.ru/fil> (accessed: 01/24/2025).
22. Metodicheskie rekomendatsii po poryadku razrabotki, proverki, ocenki i korrektyrovki elektronnykh pasportov territoriy (ob"yektov) [Methodological recommendations on the procedure for developing, checking, assessing and adjusting electronic passports of territories (objects)]. Available at: <https://bazanpa.ru/mchs-rossii-metodicheskie-rekomendatsii-ot15072016-h3487966/> (accessed: 01/13/2025).
23. GOST R 22.3.22–2023. Bezopasnost' v chrezvychajnykh situatsiyah. Plan dejstvij po preduprezhdeniyu i likvidatsii CHS na territorii municipal'nogo obrazovaniya. Poryadok razrabotki. Trebovaniya k sodержaniyu i oformleniyu [Safety in emergency situations. Action plan for the prevention and elimination of emergency situations on the territory of a municipality. Development procedure. Requirements for content and design]. Moscow, Standartinform, 2023, 20 p.
24. Nozhenkova L.F., Nicheporchuk V.V. Tekhnologii kompleksnoy podderzhki upravleniya prirodno-tekhnogennoy bezopasnost'yu [Technologies for integrated support of natural and man-made safety management]. Vychislitel'nyye tekhnologii [Computational technologies], 2023, vol. 28, no. 4, pp. 109-121, DOI:10.25743/ICT.2023.28.4.009.

Nicheporchuk Valeriy Vasilevich. Doctor of technical sciences, Institute of Computational Modelling SB RAS, senior researcher. Research areas: emergency risk assessment, development of decision support systems. AuthorID: 155773, SPIN: 7018-8279, ORCID: 0000-0001-5365-1307, valera@icm.krasn.ru, 660036, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, building 44.

Kobyzhakova Svetlana Vladimirovna. ICM SB RAS, postgraduate student. Research areas: methods of managing fire safety of territories. Author ID: 1018508, SPIN 6233-3073, svetkob84@mail.ru, 660036, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, building 44.

Статья поступила в редакцию 27.01.2025; одобрена после рецензирования 06.02.2025; принята к публикации 13.02.2025.

The article was submitted 01/27/2025; approved after reviewing 02/06/2025; accepted for publication 02/13/2025.