

УДК 004-005.584.1:502/504  
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2022-19-5-28-39>

ISSN 1812-5220  
© Проблемы анализа риска, 2022

# Связывание наборов данных в задачах информационной поддержки управления лесопожарными рисками

**Гилёк С.А.,**

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 662972, Россия, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, д. 1

**Ничепорчук В.В. \*,**

Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения РАН, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок, д. 50, стр. 44

## Аннотация

Выполнен анализ источников данных лесопожарного мониторинга. Показана важность формирования единого межведомственного информационного пространства и использования средств интеллектуальной обработки данных. Предложен метод связывания наборов гетерогенных данных в процессе формирования управленческих решений. Приведен алгоритм применения разных данных для управления пожарной безопасностью сельских районов Сибири.

**Ключевые слова:** информационные ресурсы; комплексный оперативный мониторинг; управление лесопожарной обстановкой.

**Для цитирования:** Гилёк С.А., Ничепорчук В.В. Связывание наборов данных в задачах информационной поддержки управления лесопожарными рисками // Проблемы анализа риска. 2022. Т. 19. № 5. С. 28—39, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2022-19-5-28-39>

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

# Union Datasets for Information Support in the Risk Management of Forest Fires

**Sergey A. Gilek,**

Siberian Fire and Rescue  
Academy of the Ministry of  
Emergency Situations of Russia,  
Severnaya str., 1,  
Zheleznogorsk, Krasnoyarskij  
kraj, 662972, Russia

**Valery V. Nicheporchuk\*,**

Institute of Computational  
Modelling of the Siberian  
Branch of the Russian Academy  
of Sciences,  
Akademgorodok, 50 bldg 44,  
Krasnoyarsk, 660036, Russia

**Abstract**

In this paper the sources of forest fire monitoring data are analyzed. It is required to form a union interdepartmental information space and use intelligent data processing tools to support management. The proposed method for linking sets of heterogeneous data in the process of forming management decisions is discussed. An algorithm for applying different data to manage fire safety in rural areas of Siberia is given.

**Keywords:** information resources; comprehensive on-line monitoring; management of forest fires.

**For citation:** Gilek S.A., Nicheporchuk V.V. Union datasets for information support in the risk management of forest fires // *Issues of Risk Analysis*. 2022;19(5):28-39, (In Russ.), <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2022-19-5-28-39>

**The authors declare no conflict of interest.**

**Содержание**

Введение

1. Проблемы получения и обработки данных мониторинга
2. Принципы формирования информационной поддержки управления
3. Организация информационного взаимодействия
4. Пример решения задачи управления

Заключение

Литература

**Введение**

Природные пожары — одно из самых масштабных стихийных бедствий регионов Сибири. Разнообразие негативных факторов, в числе которых изменения климата и хозяйственной деятельности в лесу, реформирование системы защиты и лесовосстановления способствуют возрастанию рисков для населения и инфраструктуры. Требуют решения проблемы взаимодействия ведомств и администраций территорий по сохранению экологических систем, обеспечению устойчивого развития экономики и социальной сферы лесопромышленных кластеров. Руководством страны поставлена цель — достичь к 2030 г. существенного снижения количества чрезвычайных ситуаций (ЧС), пожаров, других опасных событий и потерь от них<sup>1</sup>. Анализ исследований показывает,

<sup>1</sup> 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».

что помимо поиска прорывных решений необходима системная реализация традиционных методов и технологий снижения рисков, совершенствование территориального и отраслевого управления, в том числе с использованием информационных технологий [1].

Цифровизация экономики, включающая обеспечение природно-техногенной безопасности, предполагает создание единого межведомственного информационного пространства, моделей бизнес-процессов и их реализацию в интеллектуальных системах [2]. Машинное принятие решений на основе данных комплексного оперативного мониторинга позволит достичь значимых результатов при ограниченных ресурсах [3]. В октябре 2019 г. Указом Президента РФ № 490 утверждена Национальная стратегия развития искусственного интеллекта (ИИ) на период до 2030 г.<sup>2</sup> В Стратегии обозначены требования к созданию алгоритмов решения разных задач на основе данных с частичной разметкой, прошедших предварительную подготовку. Преобразование слабоструктурированных данных, их интерпретация являются важнейшим этапом применения машинного обучения и оперативной поддержки принятия решений, особенно в условиях неопределенности, неполноты и нечеткости информации.

Одной из практических реализаций Стратегии является создание региональных озер данных МЧС России [4]. Такие озера данных, интегрированные с технологиями интеллектуальной обработки, должны составить основу мультизадачных центров управления регионами [5]. В Министерстве формируются наборы данных для обоснования и планирования поддержки мероприятий защиты населения и территорий от ЧС, позволяющие применять инструменты глубокой аналитики и технологии ИИ для решения разнообразных задач управления.

Сложность и многоплановость проблем внедрения ИИ приводят к необходимости редуцирования задачи через рассмотрение отдельных видов опасных ситуаций. Из многообразия ЧС природного и техногенного характера выбраны так называемые базовые риски — виды ситуаций, обладающих наибольшими масштабами и вероятностью [6]. Автора-

ми построены концептуальные модели информационной поддержки управления для маловероятных видов ЧС (химические аварии, катастрофические затопления) и для опасных событий малого масштаба (аварии на транспорте, системах жилищно-коммунального хозяйства и др.) [7, 8]. В работе предложены метод обработки данных мониторинга и практические приложения для решения задач управления лесопожарной обстановкой.

## 1. Проблемы получения и обработки данных мониторинга

Активное использование средств дистанционного зондирования, систем видеонаблюдения, а также технологий обеспечения оперативного доступа к данным формирует обширную информационную базу как для обоснования превентивных мероприятий обеспечения пожарной безопасности, так и для эффективного оперативного реагирования на обнаруженные термические точки. Приведем характеристики основных источников данных, используемых для управления лесопожарной обстановкой.

Сервис ИСДМ «Рослесхоз» мониторинга природных пожаров интегрирует данные дистанционного зондирования Земли, наземного контроля, фактические и прогнозные метеоданные, отчеты о работе служб пожаротушения. Создание системы в 2005 г. позволило определить новые уровни мониторинга и охраны лесов (наземного, авиационного и космического) [9]. Пользователи системы оперативно обеспечиваются объективной однородной информацией о природных пожарах, прогнозах пожарной опасности, сведениями по организации тушения и оценивания последствий пожаров. Организовано формирование отчетных форм, долгосрочное хранение данных, информационных продуктов<sup>3</sup>.

МЧС России развивает сервис «Термические точки». Мобильное приложение, широко используемое на территориях, позволяет максимально оперативно доводить информацию космического и других видов мониторинга до противопожарных формирований, контролировать ход ликвидации природных пожаров, сельхозпалов и других опасностей. Система включает аналитический блок

<sup>2</sup> Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации».

<sup>3</sup> Информационная система дистанционного мониторинга (ИСДМ) Рослесхоз. URL: [nffc.aviales.ru](http://nffc.aviales.ru) (Дата обращения: 11.07.2022).

с интерактивной графикой<sup>4</sup>. Информационные ресурсы интегрированы в платформу «Атлас рисков МЧС России»<sup>5</sup>.

Компания «Формоза-Сервис» (Псков) активно внедряет сервис видеонаблюдения и дистанционного мониторинга лесных пожаров «Лесохранитель». Система интегрирует данные видеокамер высокого разрешения, расположенных на вышках мобильных операторов и контролирующих зоны видимости до 25 км<sup>6</sup>. Особенностью проекта является обнаружение пожара приложением, работающим непосредственно на камере. После идентификации события камера передает данные в векторном виде на сервер для дальнейшего анализа, расчета координат и площади пожара, формирования архива и рекомендаций по реагированию. Более ста пунктов наблюдения функционируют во всех федеральных округах России.

Примером перехода региональной системы на федеральный уровень является КАСКАД<sup>7</sup>. Система разработана в Красноярском научном центре Сибирского отделения РАН и используется в работе Национального ЦУКС. Реализовано оперативное представление данных космического и наземного мониторинга на основе веб-технологий. Ресурс отображает результаты комплексной обработки данных, полученных от российских и зарубежных космических аппаратов, консолидирует данные наземных наблюдений [10, 11]. В качестве картографической подложки используются «сшитые» растровые карты разных масштабов и внешние веб-ресурсы. Данные метеорологических, гидрологических, сейсмических и радиационных наблюдений представлены в виде тематических слоев с возможностью детализации данных по каждому пункту наблюдений. КАСКАД использует унифицированные архивы наблюдений, накапливаемые с середины 1990-х гг.

Развитие перечисленных систем и сервисов лесопожарного мониторинга отстает от требований вре-

мени. Недостаточное внимание уделяется развитию аналитического и ситуационного моделирования. Техническая поддержка получения и первичной обработки данных реализуется в условиях ограниченных ресурсов. Отказ от импортного программного обеспечения, прекращение доступа к мировым центрам космической информации негативно сказываются на функционировании и перспективах систем поддержки принятия решений.

Опыт реализации комплексной системы мониторинга природно-техногенной безопасности в Красноярском крае и других регионах страны показал эффективность управления территориями путем организации единого информационного пространства. Использование системных интеграторов позволяет консолидировать данные мониторинга. При проектировании и реализации хранилищ данных источники информации целесообразно классифицировать по доступности, степени надежности, затратам на предобработку и другим критериям (табл. 1).

Помимо перечисленных, можно выделить недоступные данные, для которых требуется разработка новых технологий и методов сбора. Например, социологический мониторинг с гарантированным доверием к результатам, необходимый для исследования влияния человеческого фактора на вероятность и масштабы ЧС [12].

Региональные и отраслевые программы цифровизации управления акцентируют внимание на способах 1 и 2. В настоящее время широко распространены способ 5. Ведомства, даже при наличии формализованных данных, предоставляют информацию в виде отчетных форм, предназначенных для решения внутренних задач, зачастую не связанных с обеспечением безопасности территорий. Адаптация таких данных для аналитической обработки требует больших затрат, поэтому в большинстве случаев не проводится. В результате органы управления МЧС России имеют каталоги опасных событий, данные по силам и средствам, мероприятиям, ресурсам, характеристикам территорий, не связанные между собой. «Ручная сборка» возможна только для небольших фрагментов и требует предварительного анализа. Затруднены оценка ситуации в большом регионе, учет динамики процессов, ситуационное моделирование, а также решение задач комплексной поддержки управления.

Реализация этапа хранения данных связана с другой проблемой, имеющей организационный

<sup>4</sup> Термические точки. URL: <https://edds.mchs.gov.ru/> (Дата обращения: 12.07.2022).

<sup>5</sup> Атлас рисков МЧС России. URL: <https://edds.mchs.gov.ru/> (Дата обращения: 12.07.2022).

<sup>6</sup> Сервис видеонаблюдения и мониторинга природных пожаров «Лесохранитель». URL: <https://lesohranitel.ru> (Дата обращения: 12.07.2022).

<sup>7</sup> Система космического мониторинга КАСКАД. URL: <http://ukmmchs.ru> (Дата обращения: 11.07.2022).

**Таблица 1. Характеристики источников данных мониторинга***Table 1. Characteristics of monitoring data sources*

№	Источник данных	Преимущества	Недостатки
1	Собственная сеть	Регулирование количества пунктов наблюдения (сбора), состава и регламентов представления данных	Высокие затраты на содержание
2	Межсистемный информационный обмен	Доступ к данным через шлюзы API или связь СУБД по типу «издатель — подписчик»	Необходимость уведомления всех участников об изменениях системы
3	Ограниченный доступ к веб-ресурсам	Удаленный доступ к данным и сервисам по паролю. Минимум затрат для собственника данных	Собственник не уведомляет о трансформации портала и представлений данных
4	Публичный доступ к веб-ресурсам	Применение гибкой настройки процедур ETL	Контроль качества реализуется после загрузки данных
5	Данные по запросу	Предоставляет выгрузку актуальных данных на регулярной основе	Потеря оперативности
6	Закрытые данные	Возможность коммерческого использования	Рост вероятности ошибочных решений партнерами информационного обмена

характер. Основы создания единого информационного пространства, без которого невозможно формировать комплексные решения по обеспечению территориальной безопасности, хорошо проработаны на методическом и технологическом уровнях [13]. Существующие соглашения об информационном обмене (МВИО) в рамках Единой системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), как правило, предусматривают взаимодействие по телефону и электронной почте<sup>8</sup>. Они не учитывают назначение ведомственных информационных систем и специфику используемых информационных ресурсов. Решение вопросов нормативно-правового регулирования МВИО должно сопровождаться устранением дисбаланса технологических и содержательных аспектов программных систем и сервисов. Разрабатываемые сервисы отображения оперативной обстановки содержат средства динамической визуализации, включая инфографику, цифровые карты и др. Это создает видимость информационной поддержки управления реагированием на события и предупреждения негативных факторов. Отсутствие комплексности представления информации порождает скептицизм к применению автоматизации у лиц, принимающих решения.

<sup>8</sup> Приказ МЧС России от 07.07.2021 № 444 «Об утверждении Регламента обмена оперативной информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и обеспечении пожарной безопасности в системе МЧС России».

## 2. Принципы формирования информационной поддержки управления

Более важным этапом поддержки принятия решений является обработка данных. Для определения степени формализации или зрелости информации целесообразно использовать пирамиду Рассела Акоффа DIKW [14]. Каждый уровень этой информационной иерархии — данные, информация, знания и мудрость (Data, Information, Knowledge, Wisdom) — добавляет определенные свойства к предыдущему уровню и характеризуется меньшим объемом сведений.

В основании пирамиды находится *информационный шум*. Это разнородные сигналы и сообщения, не отражающие состояние исследуемого объекта или обстановки на определенной территории. В случае лесных пожаров сюда можно отнести агрегированные сведения о количестве событий за период; площади, пройденной огнем; общего количества техники и задействованных пожарных. Подавляющее большинство оперативных документов МЧС России содержат такие сильно зашумленные данные, требующие больших усилий по формализации для последующей обработки<sup>9</sup>.

К данным отнесем первичные сигналы средств мониторинга и сообщения с мест об обстановке.

<sup>9</sup> Приказ МЧС России от 07.07.2021 № 444 «Об утверждении Регламента обмена оперативной информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и обеспечении пожарной безопасности в системе МЧС России».

Они нуждаются в обработке и интерпретации для использования в процессах принятия решений. Для обширных территорий Сибири такие данные в лесопожарный период составляют значительные объемы. Эффективность их хранения и организации МВИО в офисных приложениях вызывает большие сомнения.

Понятие *информация* интегрирует данные и метаданные, позволяющие кратко описать содержание основного массива мониторинговых данных. Метаинформация содержит сведения об источнике данных, регламентах актуализации, объемах архивов и т. п. Такая организация информации позволяет проводить разведочный анализ, визуализацию динамики обстановки, кластеризацию событий, другие виды обработки данных. Здесь используется интеграция аналитических средств с геоинформационными технологиями, динамическими дашбордами и т. п. [15–18]. Назрела необходимость разработки стандарта представления мониторинговых данных. Например, ежегодное уточнение и изменение структуры данных космического мониторинга затрудняют формирование многолетних архивов событий, мероприятий, характеристик объектов и территорий.

*Знание* по Акоффу — это информация, обладающая практической значимостью. Первичным процессом формирования знаний является связывание данных. Об этом пойдет речь далее.

Последний уровень представлен многократно примененными знаниями, включая накопленные ошибки, сделанные выводы, скорректированные теоретические знания и приобретенные новые знания в процессе практической деятельности. Технологии экспертных систем в прошлом, искусственного интеллекта в настоящем и будущем обеспечивают накопление информационной базы, пригодной для формирования полноценных решений по управлению сложными системами в ситуациях неопределенности. Повышение качества и детализации таких решений, учет в них особенностей ситуаций позволяют минимизировать «ручную» корректировку и дополнение.

Связывание наборов данных можно выразить как

$$Decision = I_d \times I_v \times I_s \times EE, \quad (1)$$

где *Decision* — содержание решений;  $I_d$  — данные об опасностях, включающие результаты мониторинга, прогнозы, модели ситуаций;  $I_v$  — сведения об уязвимостях реципиентов риска (территорий, объектов, инфраструктуры, населения);  $I_s$  — информация

о защищенности (характеристики сил и средств); *EE* — экспертные оценки, учитывающие особенности остальных элементов (1). Подходы к формализации перечисленных элементов описаны в [19, 20]. Знак  $\times$  отражает эмерджентность *Decision*. Совокупность связанных наборов данных информативнее каждого элемента в отдельности. Накопление больших наборов *Decision* необходимо для формирования датасетов машинного обучения.

Связывание данных реализуется по нескольким признакам: пространственному, временному, другим признакам кластеризации, например, видам объектов, масштабам событий и др. Используя комплексные данные в процессах аналитической обработки и ситуационного моделирования, можно получить новые знания, повышающие эффективность стратегического управления и экстренного реагирования [17, 21]. При этом данные должны отвечать требованиям:

- максимальная детализация — обеспечение доступа к первичным не агрегированным данным;
- темпоральная глубина — использование архивов наблюдений, сведений о динамике характеристик объектов за длительный период для получения статистически значимых оценок;
- доступность пространственного отображения — возможность картографической визуализации всех объектов и процессов с минимальной предобработкой и геокодированием.

### 3. Организация информационного взаимодействия

Предлагаемый метод используется при подготовке к лесопожарному периоду в Красноярском крае с учетом изменений в нормативной базе. Согласно приложениям 8 и 9 к Постановлению Правительства РФ<sup>10</sup> органы управления должны вести паспорта населенных пунктов, территорий организации отдыха детей и их оздоровления, а также мест ведения гражданами садоводства или огородничества для собственных нужд, подверженных угрозам лесных и степных пожаров. Помимо перечня противопожарных мероприятий паспорта включают сведения о площади поселений и объектов, периметре, данные о примыкании к лесу и времени прибытия

<sup>10</sup> Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».

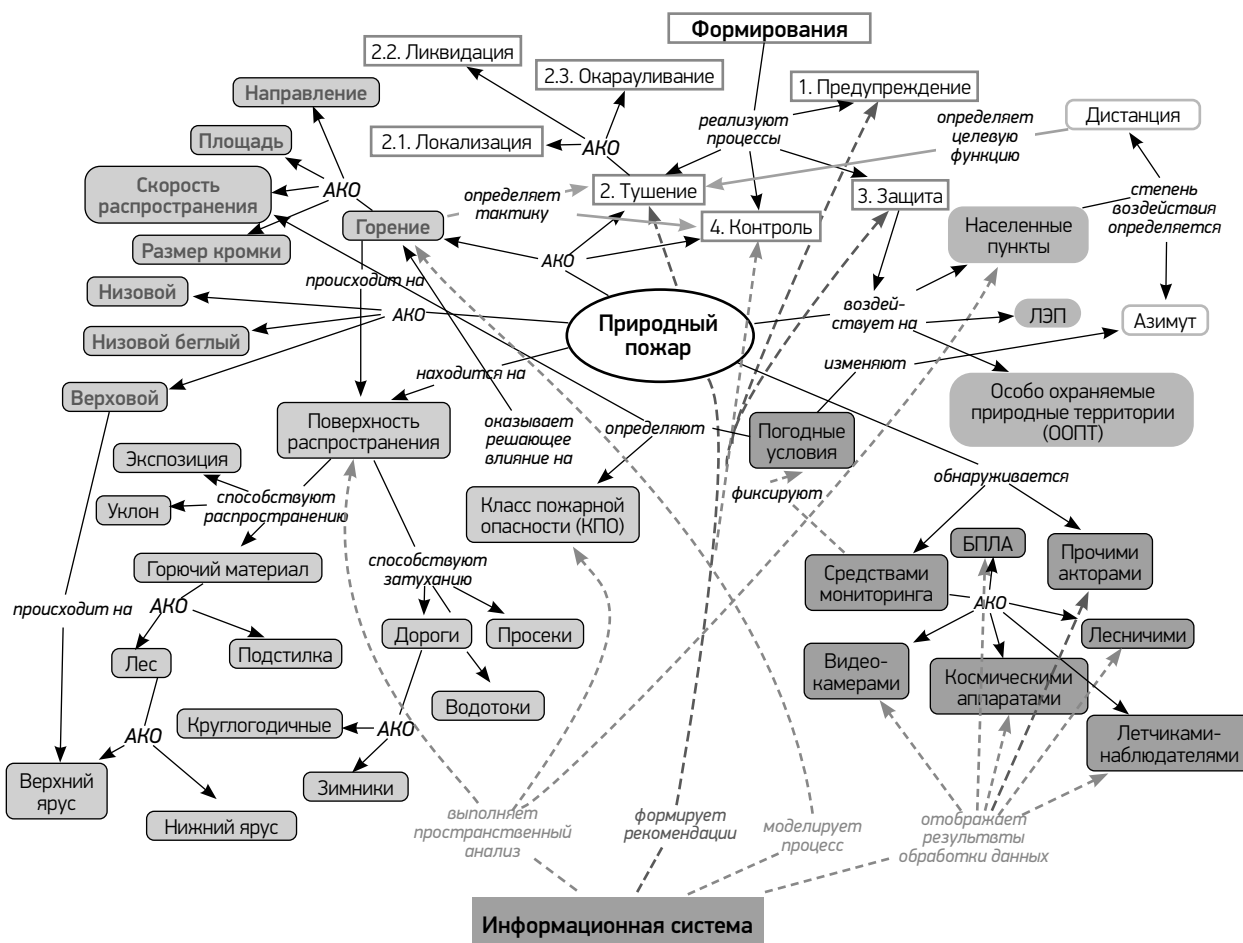


Рис. 1. Концептуальная схема управления лесопожарной обстановкой (\*АКО — As Kind Of, «состоит из»)

Figure 1. Conceptual scheme of forest fire management

пожарных подразделений в наиболее удаленную точку. При этом не указаны необходимость консолидации данных в единой базе данных и способы ее аналитической обработки.

Связывание наборов данных о населенных пунктах, объектах защиты с характеристиками формирований и сетью автодорог позволяет решить эту задачу с помощью геоинформационной системы (ГИС) без организации сбора отчетов. Для крупных населенных пунктов время прибытия формирований  $I_s$  вычисляется путем картографического анализа статистических данных техногенных и бытовых пожаров, связанных с характеристиками защищаемых объектов  $I_v^{11}$ .

<sup>11</sup> Сервис видеонаблюдения и мониторинга природных пожаров «Лесохранитель». URL: <https://lesohranitel.ru> (Дата обращения: 12.07.2022).

Наборы данных, сформированные предлагаемым образом, должны стать основой регионального озер данных. Интеграция с федеральными и отраслевыми информационными ресурсами позволит существенно изменить процессы выработки управленческих решений, минимизировать операционные затраты на обеспечение эффективного управления.

Комплекс задач информационной поддержки управления представлен в виде концептуальной схемы (рис. 1) [22]. Слева представлены сущности, характеризующие  $I_d$ , справа сверху —  $I_v$ . Главная задача информационной системы — формирование рекомендаций по проведению предупредительных мероприятий, а также по реагированию на термические точки с учетом  $I_s$ . При этом решаются задачи консолидации и аналитической обработки данных мониторинга, моделирования опасных процессов и их последствий.

Для обоснования управленческих решений по проведению предупредительных мероприятий, тушению крупных пожаров, защите населенных пунктов и объектов инфраструктуры необходимо информационное наполнение элементов схемы. Дефицит данных  $I_x$  отчасти может быть компенсирован экспертными оценками  $EE$ . Однако качество решений  $Decision$  при этом снижается.

Основные участники информационного обмена показаны в табл. 2.

Полноценный информационный обмен позволяет избежать дублирования функций и информационных процессов, акцентировать внимание на организации взаимодействия в рамках РСЧС. Применение технологий озер данных для консолидации и актуализации данных способствует повышению эффективности решений на всех уровнях управления. С ростом объемов информации повышается востребованность средств аналитической обработки. В настоящее время существует дисбаланс объемов данных для элементов формулы 1. Если данные об опасностях  $I_d$  доступны за 20 и более лет, то электронные архивы уязвимостей объектов и территорий  $I_v$ , информация о защищенности  $I_s$  отсутствуют для большинства территорий. Представление данных ведомствами в офисных форматах затрудняет контроль качества данных. Соответственно преобладают решения на экспертной основе.

Несмотря на изменения климата, несбалансированность законодательства в области лесных от-

ношений, знания и опыт, накопленные в процессе управления лесопожарной обстановкой, можно использовать в будущем. Следующий раздел иллюстрирует процесс извлечения знаний с применением связанных наборов данных и геоинформационных технологий.

#### 4. Пример решения задачи управления

Одной из ключевых задач управления является подготовка к лесопожарному сезону. Для этого разрабатываются и корректируются планы действий в ЧС муниципалитетов и лесничеств. Помимо связывания данных, характеризующих силы и средства, ресурсы и превентивные мероприятия, целесообразно извлечение знаний из описаний произошедших событий, учет как позитивного опыта, так и недоработок при управлении тушением пожаров. Целесообразно рассмотрение наиболее сложных ситуаций, например пятый класс пожарной опасности, неблагоприятный прогноз погоды, угроза населенным пунктам, несколько очагов в зоне ответственности подразделения и др.

Алгоритм ситуационного моделирования реализован с использованием цифровых карт М1:100 000 (1 км). Для обширных территорий Сибири целесообразно моделирование территорий, охватывающих 1–3 муниципальных района. Последовательность информационных процессов:

1. Формирование расчетной сетки  $1 \times 1$  км на исследуемую территорию.

**Таблица 2. Стейкхолдеры сферы управления природными пожарами**

*Table 2. Fire management stakeholders*

Ведомство, орган управления	Состав информации
Рослесхоз	База пожаров, силы и средства, лесопользователи, планы пожаротушения, дорожная сеть, лесо-устройство
Минприроды	Прогнозы погоды, грозовой активности, фитопатологические обследования
МЧС России	База термических пожаров, силы и средства, лесопользователи, планы защиты, сведения о превентивных мерах
Администрации территорий	Силы и средства, сведения о превентивных мерах, зонах контроля
Минсельхоз	Планы защиты садоводческих товариществ
Министерство просвещения	Планы защиты детских оздоровительных лагерей
Бизнес	Планы защиты нефтепроводов, АЗС и других пожароопасных объектов, вышек мобильной связи и т. п.
Академия наук	Модели пожарной опасности, распространения огня, управления пожаротушением





Площадные объекты — пожары 1994—2016 гг. по данным Лаборатории приема и обработки информации космического мониторинга НЦУКС МЧС России (г. Красноярск). На карте отражены противопожарные барьеры (дороги, водотоки), типы растительности. Справа внизу выделена особо охраняемая природная территория — парк «Ергаки» [23].

Имеются дополнительные картографические слои: тип земель, пешие и авиационные маршруты патрулирования, противопожарные просеки, минерализованные полосы. Недоступны данные о таксационном описании растительности, сведения об арендаторах лесозаготовительных участков, сети лесовозных дорог. Из-за этого оценки распространения пожаров, времени реагирования формирований приводятся с некоторым разбросом.

Модель позволяет получить более содержательную информацию на всех уровнях управления по сравнению с аналогами. Например, динамика распространения пожаров представлена в автоматизированной информационно-управляющей системе (АИУС) РСЧС, сервисе ИСДМ «Рослесхоз». ПАО «Сбербанк» совместно с МЧС России в 2020 и 2021 гг. проводил хакатоны по моделированию лесопожарной обстановки с использованием машинного обучения<sup>12</sup>. Результаты расчетов  $I_d$  представляют лишь фрагмент решений. Предлагаемый метод, включающий гарантированную актуализацию данных  $I_v$  и  $I_s$ , применение связанных наборов данных, позволяет кардинально изменить качество информационной поддержки управления.

## Заключение

На примере управления лесопожарной обстановкой проиллюстрированы преимущества интеграции данных мониторинга. Детализированные описания структур информационных ресурсов и решения задач управления позволяют унифицировать процесс внедрения новых технологий в сферу обеспечения безопасности территорий. Реализация метода как этапа программы цифровизации территориального управления позволит трансформировать планы действий по предупреждению и ликвидации ЧС муниципального и местного уровней, перейти

от «контроля» к управлению лесопожарной обстановкой. Изменение бизнес-процессов оперативных дежурных смен ЕДДС и ЦУКС, повышение транспарентности принятия решений других ведомств приведут к минимизации ущербов от лесных пожаров, сохранению ценного природного ресурса для будущих поколений.

## Литература [References]

1. Быков А.А. Методологические и прикладные основы управления рисками предприятия и безопасностью населения и окружающей среды: моногр. / А.А. Быков, В.Э. Зайковский; Под общ. ред. чл.-кор. РАН Н.А. Махутова. Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2022. 617 с. [A.A. Bykov Methodological and Applied Basics of Enterprise Risk Management and Public and Environmental Safety: Monogr. / A.A. Bykov, V.E. Zaykovsky; under the general ed. of corr. memb. of RAS N.A. Makhutov. Publishing House of Tomsk. State System Management System and radio electronics, 2022. 617 p., (In Russ.)]
2. Ничепорчук В.В. Перспективы виртуализации управления РСЧС // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России». 2020. № 2. С. 118—127. [Nicheporchuk V.V. The prospects for virtualization of unified state system of emergency prevention and response management // Scientific and Analytical Journal "Vestnik Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia". 2020;(2):118-127, (In Russ.)]
3. Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е. Глубокое обучение. СПб.: Питер. 2018. 481 с. [Nikolenko S., Kadurin A., Arkhangelsk E. Deep learning. St. Petersburg: Piter. 2018. 481 p., (In Russ.)]
4. Разъяснения по созданию и развитию «Озера данных» регионального уровня Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. М.: МЧС России. 2021. 10 с. [Clarifications on the creation and development of the "Data Lake" of the regional level of the Unified state system for the prevention and elimination of emergency situations. - M.: EMERCOM of Russia. 2021. 10 p., (In Russ.)]
5. Горяинова Н.А., Зюзина Н.Н. Сравнительный анализ ситуационных центров глав субъектов Российской Федерации и центров управления регионами / Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практи-

<sup>12</sup> Хакатон Сбербанка «МЧС: прогнозирование степени пожароопасности». URL: [https://github.com/sberbank-ai/no\\_fire\\_with\\_ai\\_aij2021/blob/main/Baseline.ipynb](https://github.com/sberbank-ai/no_fire_with_ai_aij2021/blob/main/Baseline.ipynb) (Дата обращения: 09.07.2022).

- ки. Материалы XVIII Международной научно-практической конференции. Тольятти. 2021. С. 198—204. [Goryainova N.A., Zyuzina N.N. Comparative analysis of situation centers of the heads of constituent entities of the Russian Federation and regional management centers / Tatishchev readings: actual problems of science and practice. Materials of the XVIII International Scientific and Practical Conference. Togliatti. 2021. P. 198—204, (In Russ.)]
6. Москвичёв В.В., Ничепорчук В.В., Потапов В.П., Тасейко О.В. Цифровой паспорт безопасности территории // Вычислительные технологии. 2021. Т. 26. № 6. С. 110—132, DOI:10.25743/ICT.2021.26.6.008 [Moskvichev V.V., Nicheporchuk V.V., Potapov V.P., Taseiko O.V. Digital pattern of safety of a territory // Computational Technologies. 2021;26(6):110-132, (In Russ.), DOI:10.25743/ICT.2021.26.6.008]
7. 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> [Nicheporchuk V.V., Penkova T.G. Comprehensive analysis of territorial risk factors for estimating and managing the natural and technogenic safety // Issues of Risk Analysis. 2019;16(4):64-74, (In Russ.), <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-4-64-74>]
8. Калач А.В., Ничепорчук В.В., Калач Е.В., Кубасов И.А. Проектирование систем поддержки управления природно-техногенной безопасностью территорий с использованием онтологий // Вестник ВГУ, Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2021. № 3. С. 95—105, DOI: 10.17308/sait.2021.3/3739 [Kalach A.V., Nicheporchuk V.V., Kalach E.V., Kubasov I.A. Design of management support systems natural and man-made security of territories using ontologies // Proceedings of Voronezh State University. Series: Systems Analysis and Information Technologies. 2021;(3):95-105, (In Russ.), DOI: 10.17308/sait.2021.3/3739]
9. Доррер Г.А., Ничепорчук В.В. Распределенные системы экологического мониторинга: учебное пособие. Красноярск: СибГТУ, 2010. 232 с. [Dorrer G.A. Nicheporchuk V.V. Distributed environmental monitoring systems: a textbook. Krasnoyarsk: SibGTU. 2010. 232 p., (In Russ.)]
10. Владимиров В.М., Борисевич А.Н., Иванов В.В., Ромасько В.Ю. и др. Дистанционное зондирование Земли: Уч. пособ. Красноярск: СФУ. 196 с. [Vladimirov V.M., Borisevich A.N., Ivanov V.V., Romasko V.Yu., et al. Remote sensing of the Earth: Uch. method. Krasnoyarsk: SFU. 196 p., (In Russ.)]
11. Ромасько В.Ю., Борисевич А.Н., Миськив С.И., Иванов В.В. Использование данных ДЗЗ из космоса для мониторинга ЧС в паводкоопасный период // Земля из космоса: наиболее эффективные решения. 2010. № 4. С. 36—43. [Romasko V., Borisevich A., Miskiv S., Ivanov V. Application of the Remote Sensing Data Acquired From space for Monitoring of Emergency Situations within the Flood Risk Period // Earth from Space: The Most Effective Solutions. 2010;(4):36-43, (In Russ.)]
12. Макарова Т.П., Батура А.Н., Ширинкин П.В. Подход к использованию социологических исследований при совершенствовании профилактической деятельности в области пожарной безопасности // Техносферная безопасность. 2020. № 3 (28). С. 150—157 [Makarova T.P., Baturo A.N., Shirinkin P.V. Approach to the using of sociological research in improving preventive activities in the fire safety field // Technosphere Safety. 2020;(3(28)):150-157, (In Russ.)]
13. 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. About the legal regulation of functioning and development of the information-technological basis of interagency information interaction // Safety and emergency problems. 2017;(6):14-25, (In Russ.)]
14. Rowley J. The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. Journal of Information Science. 2007;33(2):163–180, DOI: 10.1177/0165551506070706
15. Канеман Д., Сибони О., Санстейн К.Р. Шум. Несовершенство человеческих суждений. М.: АСТ. 2021. 544 с. [Kahneman D. Sibony O., Sunstein K.R. Noise. Imperfection of human judgment. M.: AST. 2021. 544 p., (In Russ.)]
16. Ноженкова Л.Ф., Исаев С.В., Ничепорчук В.В., Евсюков А.А., Морозов Р.В., Марков А.А. Средства построения систем поддержки принятия решений по предупреждению и ликвидации ЧС. // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2008. № 4. С. 46—55. [Nozhenkova L.F., Isaev S.V., Nicheporchuk V.V., Evsyukov A.A., Morozov R.V., Markov A.A. Construction tools of decision support system for the prevention and liquidations of crisis situations // Safety and emergency problems. 2008;(4):46-55, (In Russ.)]

17. Матеров Е.Н., Ничепорчук В.В. Использование средств интеллектуального анализа для поддержки управления безопасностью территорий // II Сибирский научный семинар Data Analysis Technologies with Applications (SibDATA 2021). Сборник трудов научного семинара (25 июня 2021 г.). Красноярск: ИБМ СО РАН, 2021. С. 86—92. [Evgeniy Materov and Valeriy Nicheporchuk. Using Tools of Intellectual Analysis in Area Safety Management // CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org) Vol. 3047. ISSN 1613-0073 The 2nd Siberian Scientific Workshop on Data Analysis Technologies with Applications (SibDATA 2021). Krasnoyarsk, Russia, June 25, 2021. P. 86—92]
18. Богачёв А.А. Графики, которые убеждают всех. М.: АСТ. 2020. 238 с. [Bogachev A.A. Graphics that convince everyone. M.: AST. 2020. 238 p., (In Russ.)]
19. 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 of emergency monitoring // Informatization and communication. 2018;(2):35-41, (In Russ.)]
20. Nicheporchuk V.V., Nozhenkov A.I. The technology of situational modeling of dangerous events for territorial management information support // Procedia Structural Integrity. 2019;(20):248-253.
21. Ничепорчук В.В. Интеллектуальная поддержка управления природно-техногенной безопасностью территорий / Гибридные и синергетические интеллектуальные системы: Материалы VI Всероссийской Пospelовской конференции с международным участием. Калининград: Изд-во БФУ им. Иммануила Канта. 2022. С. 268—275. [Nicheporchuk V.V. Intellectual support for the management of natural and technogenic safety of territories / Hybrid and synergistic intelligent systems: Materials of the VI All-Russian Pospel Conference with international participation. Kaliningrad: Publishing House of BFU named after Immanuel Kant. 2022. P. 268—275, (In Russ.)]
22. Ничепорчук В.В., Соколов С.В. Концепция создания информационно-управляющей системы контроля

лесопожарной обстановки // Вестник СибГУТИ. 2020. № 2(50). С. 50—55. [Nicheporchuk V.V., Sokolov S.V. The concept of creating an information-management system for monitoring the wild fires // Vestnik SIBGUTI. 2020;(2(50)):50-55, (In Russ.)]

23. Грязин И.В., Ничепорчук В.В. Предварительный анализ угроз биологическому разнообразию в природном парке «Ергаки» // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2019. № 2. С. 92—101. [Gryazin I.V., Nicheporchuk V.V. Preliminary analysis of threats to biological diversity in the natural park “Ergaki” // Safety and emergency problems. 2019;(2):92-101, (In Russ.)]

## Сведения об авторах

**Гилёк Сергей Александрович:** заместитель начальника Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России

Количество публикаций: 3

Область научных интересов: методы и технологии информационной поддержки территориального управления, оценка рисков природных пожаров

*Контактная информация:*

Адрес: 662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, д. 1

gileksa@sibpsa.ru

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

Количество публикаций: 196

Область научных интересов: геоинформационные системы, интеллектуальный анализ данных, системы поддержки принятия решений, комплексный мониторинг ЧС

ResearcherID: K-8028-2015

Scopus Author ID: 36651388300

ORCID: 0000-0001-5365-1307

*Контактная информация:*

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

valera@icm.krasn.ru

Статья поступила в редакцию: 12.07.2022

Одобрена после рецензирования: 15.08.2022

Принята к публикации: 05.09.2022

Дата публикации: 31.10.2022

*The article was submitted: 12.07.2022*

*Approved after reviewing: 15.08.2022*

*Accepted for publication: 05.09.2022*

*Date of publication: 31.10.2022*