

Научная статья

УДК 005.521; DOI: 10.61260/1998-8990-2026-1-139-153

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПОЖАРОВ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ

Гавкалюк Богдан Васильевич;

✉ **Дейнека Евгений Григорьевич.**

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия.

Глухов Владимир Викторович.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,

Санкт-Петербург, Россия

✉ ***degif@yandex.ru***

Аннотация. Статья посвящена критически важной задаче повышения эффективности систем мониторинга и реагирования на чрезвычайные ситуации за счет интеграции и интеллектуального анализа разнородных источников данных. Авторы систематизируют существующие государственные и ведомственные информационные системы МЧС России, выделяя проблему обработки больших массивов неструктурированной информации в условиях дефицита времени. Особое внимание уделяется социальным сетям как крупнейшему источнику оперативных данных, который, однако, характеризуется высоким уровнем информационного шума и низкой достоверностью. В работе обосновывается необходимость применения алгоритмов искусственного интеллекта и машинного обучения для автоматизации процессов верификации, классификации и прогнозирования. Предлагается комплекс принципов обработки первичной информации, включающий оценку достоверности источников, семантический анализ контента, классификацию чрезвычайных ситуаций и статистическое моделирование их развития. Ключевым результатом является методический подход, направленный на создание единой интеллектуальной платформы, способной обеспечить более оперативное и обоснованное принятие решений для служб экстренного реагирования, что в конечном итоге позволит минимизировать ущерб и спасти жизни.

Ключевые слова: прогнозирование чрезвычайных ситуаций, социальные сети, искусственный интеллект, мониторинг в реальном времени, анализ данных, информационная система МЧС России, обработка больших данных

Для цитирования: Гавкалюк Б.В., Дейнека Е.Г., Глухов В.В. Прогнозирование развития пожаров в режиме реального времени на начальной стадии // Проблемы управления рисками в техносфере. 2026. № 1 (77). С. 139–153. DOI: 10.61260/1998-8990-2026-1-139-153

Scientific article

REAL-TIME FIRE DEVELOPMENT PREDICTION AT THE INITIAL STAGE

Gavkalyuk Bogdan V.;✉ **Deineka Evgeny G.****Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia.****Glukhov Vladimir V.****Peter the Great Saint-Petersburg polytechnic university, Saint-Petersburg, Russia**✉ **degif@yandex.ru**

Abstract. The article addresses the critically important task of enhancing the efficiency of emergency monitoring and response systems through the integration and intelligent analysis of heterogeneous data sources. The authors systematize existing state and departmental information systems of EMERCOM of Russia, highlighting the challenge of processing large volumes of unstructured information under time constraints. Particular attention is paid to social networks as the largest source of operational data, which, however, is characterized by a high level of information noise and low reliability. The work substantiates the necessity of applying artificial intelligence and machine learning algorithms to automate processes of verification, classification, and forecasting. A set of principles for processing primary information is proposed, including source reliability assessment, semantic content analysis, emergency classification, and statistical modeling of their development. The key result is a methodological approach aimed at creating a unified intelligent platform capable of ensuring more prompt and evidence-based decision-making for emergency response services, which will ultimately minimize damage and save lives.

Keywords: emergency forecasting, social networks, artificial intelligence, real-time monitoring, data analysis, information system of EMERCOM of Russia, big data processing

For citation: Gavkaliuk B.V., Deineka E.G., Glukhov V.V. Real-time fire development prediction at the initial stage // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere = Problems of risk management in the technosphere. 2026. № 1 (77). P. 139–153. DOI: 10.61260/1998-8990-2026-1-139-153

Введение

Своевременное выявление и оперативное реагирование на возникшую опасность снижает экономические потери, сокращает риски населению и окружающей среде. Чтобы привлекаемая информация принесла максимальную пользу подразделениям оперативного реагирования, необходимо соблюдение совокупности принципов выявления, структурирования и использования [1–3].

Задача – построить систему оперативного получения достоверной и полной информации о времени и месте природных и техногенных чрезвычайных ситуаций (ЧС), характере и степени связанных с ними опасностей для населения и территорий, оценить возможные социально-экономические последствия ЧС, выработать стратегию мер реагирования.

Современные методы и средства мониторинга происшествий

Систему принципов разделим на две части: общие и специальные. Общие принципы регламентируют: системность, иерархичность, структуризацию, достоверность, непротиворечивость, полноту, доступность. Специальные – ориентированы на обеспечение полезности профессиональных составляющих информационных потоков.

Базовые системы информационного обеспечения подразделений МЧС России [4–5]:

- единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС);
- автоматизированная информационно-управляющая система (АИУС РСЧС);
- структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений;
- автоматизированная система Национального центра управления в кризисных ситуациях;
- геоинформационная система (ГИС);
- информационная система «Гисметео»;
- система космического мониторинга МЧС России;
- автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов;
- аппаратно-программный комплекс «Безопасный город»;
- автоматизированная информационная система (АДС);
- система подготовки управленческой документации (СПУД);
- комплексная система обеспечения безопасности жизнедеятельности населения в субъектах Российской Федерации.

Из специальных систем можно отметить применяемые локальные информационные системы и программные продукты: Космоплан, Гранит, Волна, Лесные пожары, Факел, Стрелец-мониторинг и др. Они предназначены для решения частных задач либо определённого круга задач, возникающих в рамках повседневной деятельности [6].

Использование комплекса современных средств мониторинга, возможностей имеющихся баз данных, обеспечивают беспрецедентную проницательность и способствуют принятию эффективных управленческих решений на их основе в различных секторах.

В Российской Федерации построена иерархическая система государственных, ведомственных и корпоративных центров мониторинга, оценки и прогнозирования ЧС. Она включает: Всероссийский центр; сети подразделений радиационного и экологического контроля; ведомственные дежурно-диспетчерские центры; комиссии по ЧС при крупных предприятиях.

Несмотря на очевидную роль первичной информации в эффективности и результативности защитной стратегии, недостаточно изучены особенности распространения информации, её влияние на скорость реагирования и общественную безопасность [7].

Источниками исходной информации при ЧС являются [8]:

- спутниковые системы (фиксируют температурные аномалии и позволяют выявлять очаги пожаров на больших территориях в реальном времени);
- наземные системы (обнаруживают дым и открытое пламя, ведут мониторинг лесных массивов на удалении до нескольких десятков километров, что помогает обнаруживать пожары на ранних стадиях);
- системы видеонаблюдения в помещениях, на дорогах, на территориях;
- пилотируемая авиация (зрительно определяется возгорание с пилотируемых самолётов);
- беспилотные авиационные системы (тепловизорами и камерами высокого разрешения выявляются очаги возгораний с передачей сигнала в реальном времени);
- лидарные методы (контроль состояния атмосферного воздуха на наличие вторичных признаков горения: пламя, дым, восходящие потоки нагретого воздуха, углекислый газ, азотистые соединения, пылевые частицы и другие вредные вещества);
- IoT-устройства (контроль факторов окружающей среды, способствующих возникновению пожарной опасности: влажность и температура);
- социальные сети (общедоступная информация о событиях: сообщения, фотографии).

Кроме этого, следует отметить оперативные данные метеорологических наблюдений, картографические сведения о рельефе территории, размещение прилегающих объектов, схемы и статус зданий, сооружений и инфраструктуры, плотность населения.

К первичным относятся источники, ведущие непосредственное наблюдение за тем или иным объектом, о котором необходимо получить сведения, а также имеющие прямой контакт с ним. Вторичными являются источники, которые непосредственно не наблюдают объектов или событий, а сообщают о них обобщённые, полученные до этого от первичных источников.

Наибольшую ценность из перечисленных сведений имеют, конечно, вполне достоверные данные. Только с учётом этих данных можно эффективно использовать имеющиеся силы и средства и достичь цели реагирования на ЧС.

Целью мониторинга и прогнозирования ЧС является заблаговременное получение качественной и количественной информации о возможном времени и месте природных и техногенных ЧС, характере и степени связанных с ними опасностей для населения и территорий и оценка возможных социально-экономических последствий ЧС. Мониторинг предусматривает выявление и идентификацию источника ЧС и зоны его воздействия; разработку возможных сценариев развития ЧС (моделирование развития ЧС); планирование мер и необходимых сил и средств для проведения защитных мероприятий (ликвидации ЧС) [9].

Мониторинг информационного пространства направлен на выявление:

- базовых терминов, словосочетаний (из словаря тревожных слов, словосочетаний), их повторяемости, выделения содержательной части сообщений;
- стораживающих фото- и видеоматериалов;
- кризисных параметров с датчиков контроля.

Данное направление исследований является чрезвычайно актуальным. В то же время на сегодняшний момент нет готовых решений для такой информационной системы.

В экстремальной ситуации имеет место низкая достоверность исходной информации, отсутствует её дифференциация (важности), проявляется информационная избыточность. В то время как своевременное получение первичной информации закладывает успех и эффективность дальнейших мер и действий, так как раннее реагирование на инцидент обеспечивает спасение жизней и объектов инфраструктуры, защиту от воздействия опасных факторов.

Методы и подходы по оценке достоверности информации

Отмечается повышенное внимание к социальным сетям. Они активно развиваются, представляют оперативные сведения, однако являются неструктурированными, избыточными и отличаются большим уровнем шума.

Уже в 2021 г. около 4,48 млрд чел. использовали социальные сети (57 % населения мира). На 2024 г. имелось более 5 млрд пользователей. Ежедневно пользователи генерируют петабайты неструктурированных данных в виде текстовых сообщений, изображений, видео и аудио. Это позволяет рассматривать социальные сети как «самый большой виртуальный датчик».

Существует множество ситуаций с повышенной полезностью социальных сетей. К ним относятся ЧС в регионах без систем постоянного видеонаблюдения, в труднодоступной местности, с большой зоной поражения (лесные пожары, цунами, затопления территорий и др.).

Роль сервисов социальных сетей для поддержки принятия решений в ЧС рассматривается в работе [10]. В их работе анализируется опыт привлечения информации, формируемой пользователями социальных сетей в условиях ЧС для её использования в работе служб спасения и экстренного реагирования. Обосновывается возможность повышения качества аварийно-спасательных и других неотложных работ за счёт информационной поддержки мероприятий. Статистика свидетельствует о том, что в первый час после ЧС при отсутствии помощи умирает около 40 % тяжелораненых, через 3 ч – 60 %, через 6 ч – 95 %. Поэтому большое значение имеет временной фактор реагирования на ЧС.

В публикации [11] отмечается, что посты в социальных сетях могут помочь правительственным и административным организациям критически оценить кризисные ситуации и предпринять необходимые шаги по их управлению.

В статье [12] представлена методика, позволяющая анализировать информацию, опубликованную в социальных сетях о ЧС, с целью своевременного реагирования на них.

В статье [13] отмечено, что данные социальных медиа, которые можно идентифицировать как поступающие от очевидцев из зоны бедствия, могут быть крайне важны для экстренных служб. Авторы отмечают, что «свидетели на местах обладают уникальным положением для того, чтобы делиться сведениями, которые не могут быть доступны где бы то ни было ещё в информационном пространстве. Они также, возможно, владеют знаниями о географических и культурных особенностях территории, которые могут быть полезны тем, кто идёт работать в зону ЧС извне». Красный Крест в Америке уже использует Twitter для обмена ежеминутной информацией о локальных происшествиях, связанных с деятельностью организации.

Специалисты служб быстрого реагирования организуют сбор и анализ информации о конкретном событии. Документ содержит рекомендации по использованию информационных потоков при выявлении, во время инцидента в работе служб экстренной помощи в кризисных ситуациях. Это особенно актуально для служб быстрого реагирования, которым необходимо действовать в условиях ограниченного времени, минимизируя риски дезинформации и увеличивая охват аудитории [14–16].

Основные направления использования информации из социальных сетей в условиях ЧС [17–18]:

- оперативное информирование о надвигающейся угрозе;
- определение географических координат;
- выявление времени возникновения ЧС;
- информационная поддержка мероприятий на этапе разведки зоны ЧС, обнаружения пострадавших и уточнения масштабов бедствия;
- предотвращение распространения ложной информации, фейковых новостей.

Ниже представлены аспекты оценки достоверности информации, полученной из социальных сетей.

Например, социальные сети, ускоряя распространение информации, способствуют появлению фейковых новостей. При природной катастрофе неподтверждённые посты о жертвах или эвакуации могут спровоцировать массовую миграцию в опасные зоны [19].

По степени достоверности данные обстановки подразделяются на: вполне достоверные, вероятные, сомнительные, ложные.

Вполне достоверными считаются данные, которые получены от нескольких источников или неоднократно от одного надёжного источника и которые полностью соответствуют сложившейся ситуации и не вызывают сомнений.

Достоверность информации измеряется вероятностью того, что отражаемое информацией значение параметра отличается от истинного значения этого параметра в пределах необходимой точности.

К вероятным относятся такие данные, которые соответствуют обстановке и уже имеющимся сведениям, но получены лишь от одного или нескольких источников, нуждающихся в проверке и дополнительном подтверждении.

В работе [20] рассмотрены проблемы верификации в социальных сетях сообщений об угрозе ЧС. Интерактивный характер сообщений делает социальные сети полезными в качестве средства получения и подтверждения информации о бедствиях, что предлагает возможность сократить разрыв между временем, когда люди получают информацию об угрозе бедствия и когда они принимают ответные меры. Она отмечает, что вручную проверять потенциально большие объёмы данных сложно, и эта ситуация требует разработки инструмента – специального портала, позволяющего проводить фильтрацию сообщений. Работа портала должна быть организована таким образом, чтобы его пользователи были структурированы как единая команда, где есть участники волонтеры, эксперты и модератор.

Сомнительными считаются данные, противоречащие ранее полученным от других источников сведениям и поэтому требующие проверки и обязательного подтверждения.

К ложным относятся данные, явно несоответствующие обстановке, и противоречащие сведениям, полученным от других источников.

Требования к реагированию на инциденты даёт следующую классификацию надёжности источников информации:

А – абсолютно надёжный – испытанный и проверенный источник, на который можно с уверенностью положиться;

В – обычно надёжный – это источник, который в прошлом успешно использовался, но в отношении надёжности которого остаются некоторые сомнения в данном случае;

С – довольно надёжный – источник, которым время от времени пользовались в прошлом и к которому можно относиться с некоторой степенью доверия;

Д – не очень надёжный – источник, которым пользовались в прошлом, и при этом в большинстве случаев он оказывался ненадёжными;

Е – ненадёжный – источник, которым пользовались в прошлом, и при этом он оказался абсолютно недостойным доверия;

Ф – надёжность не поддаётся оценке – источник, который никогда ранее не использовался.

Для выделения тревожных сообщений используют различные приёмы компьютерной лингвистики [21]:

- выделение типовых терминов;
- выделение словосочетаний;
- анализ контекста.

Экспертная оценка уровня доверия к информации базируется на опыте эксперта и сопоставительном анализе информационного пространства. В качестве конкретных признаков могут быть [22]:

1. Подтверждается другими источниками – применимо в том случае, когда источник, отличный от того, из которого первоначально поступила часть уже имеющейся информации, подтверждает эту информацию.

2. Вероятно достоверная – указывает на подтверждение существенной части информации другим источником.

3. Возможно достоверная – проверка достоверности сообщённых фактов или действий не дала дополнительной информации; при этом, однако, информация согласуется с предыдущими действиями или имеющейся фоновой информацией.

4. Сомнительная – единица информации, которая неявно противоречит полученной ранее и подтвердившейся информации.

5. Невероятная – единица информации, которая явно противоречит полученной ранее и подтвердившейся информации.

Специализированные алгоритмы обработки видео- и фотоматериалов

Целесообразность использования специализированных алгоритмов обработки видео- и фотоматериалов представлена ниже. В условиях острого дефицита времени у оперативных руководителей ликвидацией ЧС необходимо использовать методы искусственного интеллекта (ИИ), которые могли бы повысить эффективность систем поддержки принятия управленческих решений [23].

В различных странах службы мониторинга ЧС стремятся заменить оператора в рамках непрерывного наблюдения.

Алгоритм автоматического обнаружения пожаров на фотографиях, например, был создан учёными из Университета Сан-Паулу (Бразилия). В его основе методы машинного обучения и классификации изображений. По фотографиям, которые пользователи отмечали тегами, содержащими слово «огонь», отбирались снимки, где отчётливо видно пламя. На основании этих данных программа училась определять наличие пламени на произвольно заданной фотографии.

Мониторинг лесных пожаров в Австралии реализуется с использованием программной среды FireNet. Это специализированная система ИИ, предназначенная для анализа спутниковых изображений и обнаружения признаков лесных пожаров. Система разработана в 2019 г., она обрабатывает данные в реальном времени, выявляя начальные стадии возгорания. С внедрением FireNet скорость обнаружения пожаров увеличилась на 30 %. Анализ данных показывает, что благодаря более быстрому реагированию удалось сократить общую площадь повреждений от пожаров и минимизировать потери среди дикой природы и человеческих жилищ.

В службах ЧС Индии применяется компьютерная интеллектуальная система FloodNet. Она создана для прогнозирования и мониторинга наводнений, используются данные датчиков уровня воды и метеорологические сведения. Система предоставляет точный прогноз ситуации и определяет оптимальный план эвакуации. Использование FloodNet привело к повышению точности прогнозов наводнений на 35 %, сокращению количества жертв и материального ущерба.

Например, во время ликвидации последствий землетрясения в Турции Министерство обороны США использовало семантическую сегментацию и спутниковые снимки для определения и классификации степени повреждения инфраструктуры и зданий в зонах бедствия со скоростью, значительно превышающей традиционные методы обнаружения. Используя такие методы, они ускорили процесс до нескольких часов или минут, а центр управления и спасательные команды смогли быстрее реагировать в пострадавших районах для восстановления.

Платформа AIDR автоматически обрабатывает сообщения в социальных сетях. Платформа анализирует текст и изображения из твитов (или других платформ социальных сетей) для получения актуальной гуманитарной информации. Организации, занимающиеся ликвидацией последствий стихийных бедствий, могут использовать извлечённые данные в режиме реального времени для информирования о своих действиях и повышения эффективности своих усилий.

Ниже представлены разработки в привлечении алгоритмов ИИ для анализа первичной информации (данных).

Использование алгоритмов ИИ для анализа первичной информации

«Искусственный интеллект используется, прежде всего, для поддержки принятия управленческих решений. Конечное решение всегда остаётся за человеком. Однако данные технологии представляют собой серьёзную основу для повышения обоснованности принимаемых решений. МЧС России активно апробирует технологии, использующие искусственный интеллект для решения задач предупреждения ЧС, связанных с такими циклическими рисками, как паводки и природные пожары», – сообщил глава МЧС России А.В. Куренков в интервью ТАСС 21 декабря 2025 г. Обработывая и анализируя огромные объёмы собранных данных, с помощью таких инструментов можно обучать ИИ для создания систем раннего предупреждения и помощи в снижении последствий стихийных бедствий. Системы ИИ могут предоставлять ценные данные в режиме реального времени (такие как оценка ущерба и отслеживание местоположения людей, попавших в беду) группам реагирования на стихийные бедствия, помогая им более эффективно распределять ресурсы помощи.

Алгоритмы машинного обучения позволяют автоматизировать рутинные задачи, анализировать текст, классифицировать ситуации, выявлять скрытые закономерности и прогнозировать тенденции. ИИ способен выявлять скрытые паттерны и зависимости, невидимые при традиционной, ручной обработке данных.

Примеры применения ИИ в контексте ЧС [24–25]:

– комплекс DJI Terra – система с алгоритмами компьютерного зрения, которая в режиме реального времени картографирует зоны бедствия с дронов, автоматически выявляя разрушенные здания, очаги возгорания, скопления людей и обломки инфраструктуры;

– алгоритмический комплекс FireCast AI – направлен на предсказание траекторий распространения природных пожаров (Система использует методы машинного обучения и анализирует обширные массивы данных, включая спутниковые снимки, метеосводки, информацию о рельефе и типе растительности. В результате формируется динамическая карта, на которой с высокой вероятностью указываются направления и скорость распространения огня);

– ИИ-модель, внедрённая Национальным центром управления в кризисных ситуациях МЧС России, – за несколько недель до старта ледохода оценивает сроки вскрытия льда на реках.

ИИ позволяет анализировать больше данных и делает это быстрее человека. Нейросети отслеживают термоточки и аномалии, определяют по ним первичные признаки ЧС. Для содержательной оценки, выявленной ЧС в алгоритмы обработки информации необходимо заложить:

- предварительную обработку информации;
- оценку достоверности информации;
- классификацию пожаров;
- статистическое моделирование.

Качество, полнота и достоверность информации определяют содержание управленческого решения по выделенным средствам и схеме реагирования на ЧС. Соответствие принятого управленческого решения реальной обстановке, когда команды оказываются у объекта, определяет эффективность действий (затраты, время реагирования, ущерб, степень корректировки стратегии действий) [26].

Сложность заключается в том, что требуется оценить район, характер, масштабы и время возникновения ЧС в условиях неполной и ненадёжной информации, а на их основе этой информации ориентировочно определить характер и объём работ по ликвидации последствий ЧС.

Классификационная идентификация ЧС необходима для определения её масштаба, опасности и сопоставления с ранее возникающими подобными явлениями. Ключевые параметры: масштаб, интенсивность, степень опасности, продолжительность и др.

К ЧС мирного и военного времени относятся [13]: аварии; крупные аварии; опасные природные явления; стихийные бедствия; экологические бедствия; экологические катастрофы; социальные, политические, национальные явления.

Классификация ситуации означает отнесение её к соответствующему типу, группе, подгруппе и т.д. Это позволяет сопоставить рассматриваемую ситуацию с типовой (принадлежащей выбранной классификационной группе), и как следствие, определить типовые характеристики развития ситуации, типовые возможные риски, типовые управленческие решения [17].

Классификация ЧС опирается на различные признаки (тип ситуации, масштаб, статус затрагиваемых объектов). Виды ЧС многообразны, и их грамотная классификация позволяет правильно организовать работу по компенсации и минимизации ущерба [3–4].

ЧС мирного времени можно поделить на пять групп: сопровождающиеся выбросами опасных веществ в окружающую среду; связанные с возникновением пожаров, взрывов и их последствий; на транспортных коммуникациях; военно-политического характера; вызванные стихийными бедствиями.

Детальность классификации проиллюстрируем на примере пожаров. Признаки, по которым выделяют виды пожара:

- место возникновения;
- характер горючих материалов;
- способ распространения;
- масштаб.

По месту возникновения выделяют жилые здания (квартиры, дома); промышленные объекты (заводы, склады, производство); транспорт (автомобиль, поезд, самолёт, судно); лесные (лесные массивы); свалочные (мусорные полигоны, свалки); полевые (открытые пространства, поля).

Для лесных пожаров предусматривается классификация второго уровня:

– низовые лесные пожары (огонь распространяется по нижнему ярусу – подлеску, мху, траве, лесной подстилке. Как правило, такие лесные пожары не уничтожают кроны деревьев, но сильно повреждают молодняк, кустарники, корневую систему);

– верховые лесные пожары (огонь распространяется по кронам деревьев, поражая огромные площади за короткое время, они сопровождаются сильным задымлением и высокой температурой);

– торфяные (горение торфа под поверхностью земли с выделением огромного количества дыма и продуктов горения).

Особенности лесных пожаров: высокая скорость распространения; непредсказуемость; влияние погодных условий; влияние состояния растительности; влияние рельефа местности; влияние на экосистему.

Характер горючих материалов предусматривает выделение видов:

А – твёрдые горючие материалы (древесина, бумага, текстиль);

В – горючие жидкости (бензин, масла, растворители);

С – газы (пропан, метан);

Д – металлы (магний, алюминий, натрий);

Е – электроустановки под напряжением (кабели, трансформаторы);

Ф – ядерные и радиоактивные отходы.

По способу распространения разделяют: поступательные (огонь движется в одном направлении); радиальные – огонь расходится во все стороны от очага; смешанные – комбинация двух предыдущих.

Показатель масштаба позволяет выделить: локальные (очаг ограничен одной установкой или небольшим местом); местные (распространение огня в пределах одного помещения); крупные (охватывают несколько помещений или цех); катастрофические (выходят за пределы предприятия, требуют привлечения внешних служб).

Аналогичный подход к многоуровневой классификации используется по другим типам ЧС.

Статистическое моделирование развития происшествий

При статистическом моделировании необходимо опираться на выполненную классификацию события и типовые модели из развития, учесть факторы, влияющие на скорость его распространения [27–28].

При прогнозировании учитываются характер местности, метеорологические условия, места (координаты) потенциально опасных объектов и запасы веществ или энергии; численность и плотность населения, характер построек, количество и тип защитных сооружений, их вместимость и т.п.

Прогнозирование с учётом воздействий – это структурированный подход к объединению информации об опасных явлениях с данными о подверженности и уязвимости для определения риска и поддержки принятия решений. Его конечной целью является стимулирование заблаговременных действий, направленных на снижение ущерба и гибели людей от опасных природных явлений путём предоставления информации об опасном явлении, о потенциальных воздействиях, которые оно может вызвать, и рекомендуемых действиях по минимизации этих последствий для общества.

Для принятия управленческих решений при ЧС руководителю необходимы не только данные об объектах, попавших в зону ЧС, но и модели развития сложившейся ситуации. Для этого строится база типовых моделей, которая состоит из стратегических, тактических,

оперативных и математических моделей и позволяет просмотреть различные варианты развития ЧС в зависимости от изменения обстановки в зоне ЧС, проанализировать последствия ЧС, смоделировать результаты реагирования на ЧС и т.п.

Основные факторы, влияющие на масштаб реагирования при пожаре [29–30]:

- угроза жизни людей (опасные факторы пожара угрожают жизни людей и их спасение невозможно без использования технических средств);
- угроза взрыва (силы и средства сосредотачиваются и вводятся в местах, где действия подразделений обеспечат предотвращение взрыва);
- распространение огня (силы и средства сосредотачиваются и вводятся на участки, где дальнейшее распространение огня может привести к наибольшему ущербу);
- интенсивность горения (силы и средства сосредотачиваются и вводятся в местах наиболее интенсивного горения);
- угроза близкому объекту (основные силы и средства сосредотачиваются на горящем здании, сооружении).

Также существует необходимость в выборе уровня реагирования.

Существуют муниципальный, региональный и федеральный уровни реагирования на ЧС:

1. Муниципальный уровень. Устанавливается решением комиссии по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности муниципального образования при возникновении ЧС.
2. Региональный уровень. Назначается, если ЧС не удаётся локализовать в течение 24 ч.
3. Федеральный уровень. Устанавливается, если ЧС не локализован в течение 72 ч. Также применяется в случае угрозы развития ЧС и при условии недостаточности сил и средств для его локализации.
4. Если ЧС продолжает распространяться по истечении 168 ч, к организации её ликвидации привлекается Правительственная комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности.

Заключение

В условиях возникновения ЧС важна любая информация, проливающая свет на то, что происходит в зоне бедствия. В статье предложена совокупность принципов обработки первичной информации при идентификации ЧС:

- использование комплекса современных средств мониторинга;
- повышенное внимание к социальным сетям;
- оценка достоверности информации;
- использование специализированных алгоритмов обработки видео- и фотоматериалов;
- привлечение алгоритмов ИИ для анализа первичной информации;
- оценка качества (полноты и достоверности) исходной информации;
- оценка влияния качества исходной информации на конечный экономический результат;
- классификация ситуации;
- наличие банка данных о характеристике типовых ситуаций по классификационным группам;
- статистическое моделирование развития ЧС;
- выбор уровня реагирования.

Эти принципы направлены на оперативное выявление ЧС, выработку эффективных мер по её ликвидации, оценку последствий.

Задача предлагаемых принципов обработки информации – получение информации, которую возможно собрать ещё до того момента, когда звено разведки и другие подразделения служб экстренного реагирования оказываются в зоне бедствия. Внедрение предлагаемого методического подхода способствует более оперативному, скоординированному и корректному реагированию на кризисные ситуации, повышая эффективность действий, снижая ущерб общества. Система увязанных принципов обеспечит формирование единой платформы

программных средств поддержки подразделений МЧС России, интегрирует существующие и необходимые новые программные продукты. Будет способствовать повышению оперативности и эффективности реагирования на природно-техногенные опасности.

Программные платформы ИИ при анализе данных не только заменят часть персонала, но и дополнят возможности, которыми обладают люди. Сотрудник в последующем примет более взвешенное решение, которое будет наиболее подходящим в существующих реалиях.

Таким образом, исследование подтверждает, что ключом к повышению эффективности реагирования на ЧС является создание интегрированной интеллектуальной платформы, способной обрабатывать разнородные потоки данных в реальном времени. Предложенный методический подход, основанный на систематизации принципов анализа первичной информации, позволяет преодолеть существующий дисбаланс между объёмом данных и возможностями их осмысления. Интеграция данных социальных сетей с информацией от традиционных систем мониторинга и датчиков формирует более полную и оперативную картину происшествия. Применение алгоритмов ИИ для автоматической верификации источников, семантического анализа и классификации событий становится необходимым условием для принятия взвешенных решений в условиях дефицита времени. Разработанная система принципов обеспечивает не только раннее обнаружение угроз, но и точную оценку масштаба и динамики развития ЧС. Внедрение данного подхода позволит существенно сократить временной лаг между возникновением инцидента и началом эффективных действий спасательных служб. Это напрямую способствует минимизации материального ущерба, снижению социально-экономических потерь и, что самое важное, сохранению человеческих жизней. Реализация предложенных решений создаст основу для единой программной платформы поддержки принятия решений в МЧС России, гармонично дополняющей существующие системы. Дальнейшие исследования должны быть направлены на развитие самообучающихся алгоритмов, способных адаптироваться к новым типам угроз и форматам данных. В конечном счёте предлагаемая методика переводит работу служб экстренного реагирования на качественно новый уровень, основанный на прогнозе и превентивных действиях.

Список источников

1. Theoretical basis for designing integrated security systems of potentially hazardous facilities / A.V. Matveev [et al.] // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2017. Т. 12. № 22. С. 12357–12361.
2. Салехан М., Ким Д.Дж. Прогнозирование эффективности онлайн-обзоров потребителей: подход к аналитике Big Data на основе анализа настроений // *Поддержка Syst*. 2016. С. 30–40.
3. Эльберг М.С. Имитационное моделирование. Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2017. 128 с.
4. Счастливцев В.А., Билятдинов К.З. Математическая модель центра управления в кризисных ситуациях МЧС России на основе оценки эффективности функционирования и матриц состояния // *Сибирский пожарно-спасательный вестник*. 2025. № 2 (37). С. 72–79.
5. Счастливцев В.А., Билятдинов К.З. Методика и комплекс алгоритмов совершенствования управления структурными подразделениями центра управления в кризисных ситуациях МЧС России // *Сибирский пожарно-спасательный вестник*. 2025. № 4 (39). С. 32–41.
6. Николаев Д.В., Вострых А.В., Проценко Т.В. Оценка специализированных программ расчёта безопасности потенциально опасных объектов // *Проблемы управления рисками в техносфере*. 2020. № 2 (54). С. 11–17.
7. Буйневич М.В., Максимов А.В., Пелех М.Т. Принципы информационной поддержки системного проектирования развития сети пожарных депо на территории

- мегаполиса // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2017. № 3. С. 129–135.
8. Буйневич М.В., Шуракова Д.Г., Вострых А.В. Двухуровневая кластеризация субоптимальных зон прикрытия г. Костромы подразделениями МЧС России при возникновении происшествий // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2018. № 2. С. 121–127.
9. Метод оценки достоверности количественного анализа риска на объектах нефтегазовой отрасли / А.В. Матвеев [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2018. Т. 27. № 1. С. 35–49.
10. Винсент П. Обнаружение и отслеживание лесных пожаров в реальном времени с использованием машинного обучения и спутниковых данных // Извлечение знаний и машинное обучение. 2020. Т. 2. № 3. С. 433–446.
11. Pang B. Collecting opinions and analyzing moods // Fundamentals and trends in the search for information. 2008. Vol. 2. № 1. P. 543–561
12. Методика анализа данных о чрезвычайных ситуациях в социальных сетях / А.В. Вострых [и др.] // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 6. С. 81–88.
13. TaduResi A. Railway assets: a potential area for big data analysis // Procedia Computer Science. 2015. Vol. 53. P. 457–467.
14. Leontiev A.A. Fundamentals of psycholinguistics // SENSE. 1997. 287 s.
15. Sadegh M. Collecting Opinions and sentiment Analysis // International Journal of Computers and Technologies. 2012. S. 171–178.
16. Маришкина О.А., Счастливец В.А. Модуль программно-аппаратного комплекса извлечения информации из социальных сетей, для систем поддержки принятия решений, интеллектуального поиска и анализа // Актуальные вопросы современной науки и образования: сб. статей XLII Междунар. науч.-практ. конф. Пенза, 2024. С. 42–44.
17. Вострых А.В., Шуракова Д.Г. Компоненты специальной информационной технологии построения оптимальных маршрутов // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018): сб. статей VII Междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф.: в 4-х т.; под ред. С.В. Бачевского. 2018. С. 213–218.
18. Решение задачи выбора оптимального маршрута следования сил и средств подразделений МЧС России к месту возникновения происшествий с помощью алгоритма Дейкстры / М.В. Буйневич [и др.] // Проблемы управления рисками в техносфере. 2018. № 3 (47). С. 68–79.
19. Крахмальницкая А.А. Психологические аспекты управления сотрудниками в подразделениях МЧС России: вызовы и решения // Материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. Дню образования гражданской обороны Российской Федерации. Химки, 2025. С. 284–287.
20. Федорук В.С., Попов П.А., Федотов С.Б. Отчет о научно-практической работе «Основные пути повышения эффективности применения аварийно-спасательных служб при ликвидации чрезвычайных ситуаций» // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2013. Вып. № 1. Т. 3. С. 213–231.
21. Андреев А.В. Искусственный интеллект и его роль в обработке больших данных // Умная цифровая экономика. 2023. Т. 3. № 1. С. 65–69.
22. Кубанов И.Н., Счастливец В.А., Пасынков И.В. Прототип программного продукта прогнозирования количества пожаров // Актуальные вопросы современной науки и образования: сб. статей XLII Междунар. науч.-практ. конф. Пенза, 2024. С. 39–41.
23. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. СПб.: БХВ Петербург. 2005. 400 с.
24. Фрэнкс Б. Революция в аналитике. Как в эпоху Big Data улучшить ваш бизнес с помощью операционной аналитики. М.: Техносфера. 2016. 430 с.
25. Онил К. Убийственные большие данные. Как математика превратилась в оружие массового поражения. М.: Издательство АСТ. 2017. 340 с.

26. Коршенко О.П. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие для вузов. Владивосток: Дальневосточный федеральный ун-т, 2014. 85 с.
27. Клаус А. Объединение данных для классификации и извлечения объектов. М.: Исследовательский центр виртуальной реальности и визуализации VRVis, 2015. 340 с.
28. Григорьев И. Anylogic за три дня. СПб.: СПбПУ, 2016. 202 с.
29. Куприяшкин А.Г. Основы моделирования систем. Норильск: НИИ, 2015. 135 с.
30. Барсегян А.А. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 336 с.

References

1. Theoretical basis for designing integrated security systems of potentially hazardous facilities / A.V. Matveev [et al.] // International Journal of Applied Engineering Research. 2017. T. 12. № 22. S. 12357–12361.
2. Salekhan M., Kim D.Dzh. Prognozirovanie effektivnosti onlajn-obzorov potrebitelej: podhod k analitike Big Data na osnove analiza nastroenij // Podderzhka Syst. 2016. P. 30–40.
3. El'berg M.S. Imitacionnoe modelirovanie. Krasnoyarsk: Sibirskij federal'nyj un-t, 2017. 128 s.
4. Schastlivcev V.A., Bilyatdinov K.Z. Matematicheskaya model' centra upravleniya v krizisnyh situacijah MCHS Rossii na osnove ocenki effektivnosti funkcionirovaniya i matric sostoyaniya // Sibirskij pozharno-spasatel'nyj vestnik. 2025. № 2 (37). S. 72–79.
5. Schastlivcev V.A., Bilyatdinov K.Z. Metodika i kompleks algoritmov sovershenstvovaniya upravleniya strukturnymi podrazdeleniyami centra upravleniya v krizisnyh situacijah MCHS Rossii // Sibirskij pozharno-spasatel'nyj vestnik. 2025. № 4 (39). S. 32–41.
6. Nikolaev D.V., Vostryh A.V., Procenko T.V. Ocenka specializirovannyh programm raschyota bezopasnosti potencial'no opasnyh ob"ektov // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2020. № 2 (54). S. 11–17.
7. Bujnevich M.V., Maksimov A.V., Pelekh M.T. Principy informacionnoj podderzhki sistemnogo proektirovaniya razvitiya seti pozharnyh depo na territorii megapolisa // Nauchno-analiticheskij zhurnal «Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MCHS Rossii». 2017. № 3. S. 129–135.
8. Bujnevich M.V., Shurakova D.G., Vostryh A.V. Dvuhurovnevaya klasterizaciya suboptimal'nyh zon prikrytiya g. Kostromy podrazdeleniyami MCHS Rossii pri vozniknovenii proisshestvij // Nauchno-analiticheskij zhurnal «Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MCHS Rossii». 2018. № 2. S. 121–127.
9. Metod ocenki dostovernosti kolichestvennogo analiza riska na ob"ektah neftegazovoj otrasli / A.V. Matveev [i dr.] // Pozharovzryvbezopasnost'. 2018. T. 27. № 1. S. 35–49.
10. Vinsent P. Obnaruzhenie i otslezhivanie lesnyh pozharov v real'nom vremeni s ispol'zovaniem mashinnogo obucheniya i sputnikovyh dannyh // Izvlechenie znaniy i mashinnoe obuchenie. 2020. T. 2. № 3. S. 433–446.
11. Pang B. Collecting opinions and analyzing moods // Fundamentals and trends in the search for information. 2008. Vol. 2. № 1. P. 543–561
12. Metodika analiza dannyh o chrezvychajnyh situacijah v social'nyh setyah / A.V. Vostryh [i dr.] // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2023. № 6. S. 81–88.
13. TaduResi A. Railway assets: a potential area for big data analysis // Procedia Computer Science. 2015. Vol. 53. P. 457–467.
14. Leontiev A.A. Fundamentals of psycholinguistics // SENSE. 1997. 287 s.
15. Sadegh M. Collecting Opinions and sentiment Analysis // International Journal of Computers and Technologies. 2012. S. 171–178.
16. Marishkina O.A., Schastlivcev V.A. Modul' programmno-apparatnogo kompleksa izvlecheniya informacii iz social'nyh setej, dlya sistem podderzhki prinyatiya reshenij, intellektual'nogo

poiska i analiza // Aktual'nye voprosy sovremennoj nauki i obrazovaniya: sb. statej XLII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Penza, 2024. P. 42–44.

17. Vostryh A.V., Shurakova D.G. Komponenty special'noj informacionnoj tekhnologii postroeniya optimal'nyh marshrutov // Aktual'nye problemy infotelekkommunikacij v nauke i obrazovanii (APINO 2018): sb. statej VII Mezhdunar. nauch.-tekhn. i nauch.-metod. konf.: v 4-h t.; pod red. S.V. Bachevskogo. 2018. P. 213–218.

18. Reshenie zadachi vybora optimal'nogo marshruta sledovaniya sil i sredstv podrazdelenij MCHS Rossii k mestu vznikoveniya proisshestvij s pomoshch'yu algoritma Dejkstry / M.V. Bujnevich [i dr.] // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2018. № 3 (47). P. 68–79.

19. Krahmal'nickaya A.A. Psihologicheskie aspekty upravleniya sotrudnikami v podrazdeleniyah MCHS Rossii: vyzovy i resheniya // Materialy Vseros. nauch.-prakt. konf., posvyashch. Dnyu obrazovaniya grazhdanskoj oborony Rossijskoj Federacii. Himki, 2025. S. 284–287.

20. Fedoruk V.S., Popov P.A., Fedotov S.B. Otchet o nauchno-prakticheskoy rabote «Osnovnye puti povysheniya effektivnosti primeneniya avarijno-spasatel'nyh sluzhb pri likvidacii chrezvychajnyh situacij» // Strategiya grazhdanskoj zashchity: problem i issledovaniya. 2013. Vyp. № 1. T. 3. P. 213–231.

21. Andreev A.V. Iskusstvennyj intellekt i ego rol' v obrabotke bol'shih dannyh // Umnaya cifrovaya ekonomika. 2023. T. 3. № 1. S. 65–69.

22. Kubanov I.N., Schastlivcev V.A., Pasyukov I.V. Prototip programmnoho produkta prognozirovaniya kolichestva pozharov // Aktual'nye voprosy sovremennoj nauki i obrazovaniya: sb. statej XLII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Penza, 2024. S. 39–41.

23. Karpov Yu. Imitacionnoe modelirovanie sistem. Vvedenie v modelirovanie s AnyLogic 5. SPb.: BHV Peterburg. 2005. 400 s.

24. Frenks B. Revolyuciya v analitike. Kak v epohu Big Data uluchshit' vash biznes s pomoshch'yu operacionnoj analitiki. M.: Tekhnosfera. 2016. 430 s.

25. Onil K. Ubijstvennye bol'shie dannye. Kak matematika prevratilas' v oruzhie massovogo porazheniya. M.: Izdatel'stvo AST. 2017. 340 s.

26. Korshenko O.P. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti v chrezvychajnyh situacijah: ucheb. posobie dlya vuzov. Vladivostok: Dal'nevostochnyj federal'nyj un-t, 2014. 85 s.

27. Klaus A. Ob"edinenie dannyh dlya klassifikacii i izvlecheniya ob"ektov. M.: Issledovatel'skij centr virtual'noj real'nosti i vizualizacii VRVis, 2015. 340 s.

28. Grigor'ev I. Anylogic za tri dnya. SPb.: SPPU, 2016. 202 s.

29. Kupriyashkin A.G. Osnovy modelirovaniya sistem. Noril'sk: NII, 2015. 135 s.

30. Barsegyan A.A. Metody i modeli analiza dannyh: OLAP i Data Mining. SPb.: BHV-Peterburg, 2004. 336 s.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 18.01.2026; одобрена после рецензирования: 06.02.2026; принята к публикации: 11.02.2026

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 18.01.2026; approved after review: 06.02.2026; accepted for publication: 11.02.2026

Информация об авторах:

Гавкалюк Богдан Васильевич, начальник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), доктор технических наук, профессор, e-mail: rector@igps.ru, SPIN-код: 6390-5867

Дейнека Евгений Григорьевич, соискатель кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149)

Глухов Владимир Викторович, главный научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории «Цифровая экономика промышленности», руководитель административного аппарата ректора Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (195251, Санкт-Петербург, вн. тер. г. муниципальный округ Академическое, ул. Политехническая, д. 29, лит. Б), доктор экономических наук, профессор, e-mail: vicerektor.me@spbstu.ru, SPIN-код: 3371-3270

Information about the authors:

Gavkalyuk Bogdan V., supervisor of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), doctor of technical sciences, professor, e-mail: rector@igps.ru, SPIN: 6390-5867

Deineka Evgeny G., applicant of the department of fire, emergency rescue equipment and automotive industry of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149)

Glukhov Vladimir V., chief research associate of research laboratory «Digital economy of industry», head of the rector's administrative office of Peter the Great Saint-Petersburg polytechnic university (195251, Saint-Petersburg, intramural territory of the municipal district «Akademicheskoye», Politekhnikeskaya st., 29, letter B), doctor of economics, professor, e-mail: vicerektor.me@spbstu.ru, SPIN: 3371-3270