

Научная статья
УДК 303.732.4
doi:10.34987/vestnik.sibpsa.2024.38.73.014

Анализ методов автоматизированной обработки аналитических данных о происшествиях в системах антикризисного управления

Дмитрий Дмитриевич Игошин

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

Автор ответственный за переписку: Дмитрий Дмитриевич Игошин, samarin2024@list.ru

Аннотация. В статье проведён ряд исследований по оптимизации и совершенствованию методов обработки аналитических данных в системах антикризисного управления МЧС России, а именно: обозначены актуальные источники аналитических данных для системы антикризисного управления МЧС России; проведён детальный анализ существующих методов и технологий, позволяющих обрабатывать аналитические данные, а также выявлены их преимущества и недостатки; определены проблемные аспекты, снижающие уровень результатов вычислений существующих методов и технологий обработки аналитических данных; определены дальнейшие пути развития и совершенствования существующих методов и технологий обработки аналитических данных.

В результате проведённого исследования автором статьи определены следующие перспективные направления развития автоматизированной обработки аналитических данных о происшествиях в системах антикризисного управления: аналитика в режиме реального времени и мультимодальное обучение. Также, по мнению автора, следует обратить особое внимание на повышение отказоустойчивости специализированных мобильных продуктов, путём развития и внедрения технологий облачных вычислений.

Ключевые слова: аналитические данные, происшествия, система антикризисного управления, большие данные

Для цитирования: Игошин Д.Д. Анализ методов автоматизированной обработки аналитических данных о происшествиях в системах антикризисного управления// Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2024. № 2 (33). С. 109-122. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.38.73.014>

Original article

Analysis of methods for automated processing of analytical data on incidents in crisis management systems

Dmitry D. Igoshin

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

Corresponding author: Dmitry D. Igoshin, samarin2024@list.ru

Abstract. The article contains a number of studies on optimization and improvement of analytical data processing methods in emergency response systems, namely: current sources of

analytical data for the anti-crisis management system of the rescue department are identified and described; a detailed analysis of existing methods and technologies for the ability to evaluate and structure heterogeneous data is carried out, their positive and negative sides are demonstrated; related factors influencing the level of calculation results of the selected metrics and analytical data processing methodologies; promising directions in the development of existing approaches and analytical data processing technologies are identified.

The result of the research conducted by the author of this article were the conclusions about the need to develop such areas as real-time analytics and multimodal training. Also, according to the author, special attention should be paid to improving the fault tolerance of specialized mobile products through the development and implementation of cloud computing technologies.

Keywords: analytical data, incidents, crisis management system, big data

For citation: Igoshin D.D. Analysis of methods for automated processing of analytical data on incidents in crisis management system school // Siberian Fire and Rescue Bulletin 2024. № 2 (33). С. 109-122. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.38.73.014>

Ведение

Сегодня, цифровые технологии повсеместно внедряются во все сферы деятельности человека, что позволяет обеспечить более высокий уровень устойчивости развития экономик стран [1-2]. Одновременно вместе с этим формируется неограниченный поток данных, объём которых постоянно увеличивается. Проведённые исследования в данном направлении прогнозируют достижение в 2025 году общего количества мировых данных в сто шестьдесят зеттабайт (Рисунок 1). Причинами порождения такого количества данных стало появление и развитие: социальных сетей и блогов; интернет площадок и магазинов; различных умных устройств и т.д. Также определённым толчком к возрастанию количества данных послужило развитие мобильных телефонов, так, к примеру, в 2018 году использовалось порядка 10 миллиардов мобильных телефонов, каждый из которых создавал порядка 5 терабайт данных в год, сегодня эта цифра увеличилась в десятки раз [3-5]. Также последние инновации в укрупнении объёмов памяти баз данных позволили повысить их производительность, что сделало возможным собирать данные через «Интернет вещей» и средства облачных вычислений [6].

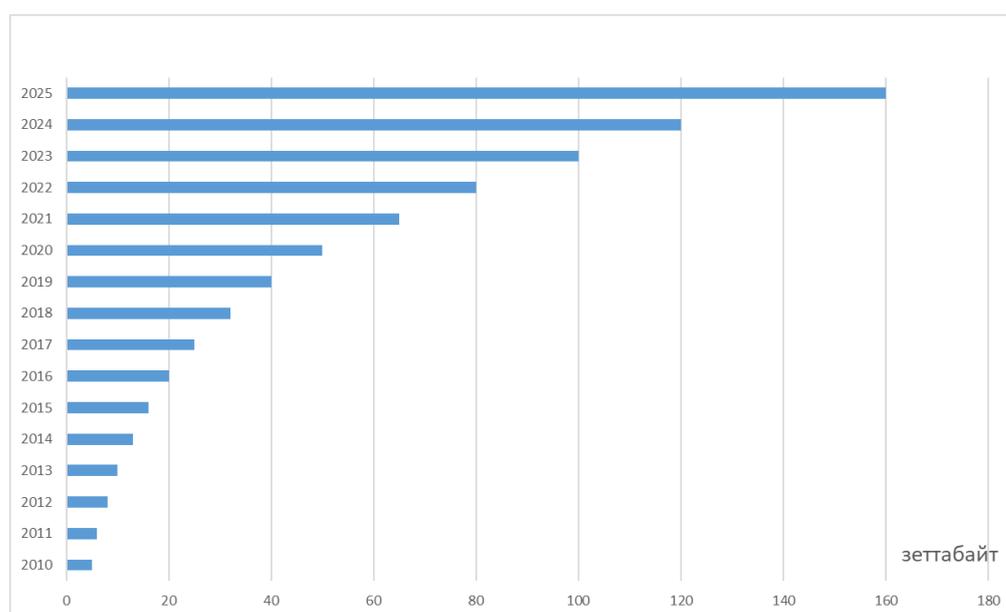


Рисунок 1 – Тенденция роста количества данных

В настоящее время совокупность (именуемая также «Большими данными») крупных массивов разнообразной информации и стек специальных технологий для работы с ней является одним из ключевых ресурсов практически для всех технологически развитых организаций [7, 8]. Руководством подавляющего большинства фирм всё чаще на повестку дня ставится вопрос о формировании специализированных центров хранения и обработки данных, так как грамотно сформулированные цели и адекватно поставленные задачи позволяют решать ряд наиболее актуальных задач стратегического развития в условиях цифровой модернизации мировой экономики.

Система МЧС России является министерством, идущим в ногу со временем, и постоянно модернизируется в обеспечении, как техническими средствами, так и интеллектуальными [9-10]. Ресурсы МЧС России ежедневно генерируют, собирают и обрабатывают огромное количество аналитических данных, объём поступления, которых ежедневно только увеличивается и поступает на обработку в системы антикризисного управления МЧС России.

Согласно научным работам [1-2] совокупность функционально связанных систем и средств автоматизированного управления, обеспечивающих как передачу информации, так и её сбор, а также обработку в области защиты территорий и населения от чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), а также аккумуляция органов и центров управления называют – системой антикризисного управления.

В функциональное назначение антикризисного управления входит: моделирование происшествий и их прогнозирование на различные промежутки времени; предотвращение происшествий, а также ликвидация последствий ЧС, произошедших по причинам природных явлений, аварий, стихийных бедствий и катастроф, которые привели к человеческим жертвам или значительному материальному ущербу.

Существующие в настоящее время системы антикризисного управления необходимо постоянно совершенствовать с помощью повышения эффективности методов автоматизированной обработки аналитических данных. Необходимость модернизации систем связана с:

- развитием современных информационных систем, используемых сотрудниками МЧС России;
- повышением риска возникновения техногенных и природных ЧС в стремительно развивающейся технической среде;
- появлением новых технологий в промышленности;
- расширением спектра функциональных обязанностей министерства.

С целью оптимизации и совершенствования методов обработки аналитических данных в системах антикризисного управления МЧС России в настоящей статье:

- обозначены актуальные источники аналитических данных для системы антикризисного управления МЧС России;
- проведён детальный анализ существующих методов и технологии, позволяющих обрабатывать аналитические данные, а также выявлены их преимущества и недостатки;
- определены проблемные аспекты, снижающие уровень результатов вычислений существующих методов и технологий обработки аналитических данных;
- определены дальнейшие пути развития и совершенствования существующих методов и технологий обработки аналитических данных.

На сегодняшний день наиболее актуальными источниками аналитических данных для систем антикризисного управления МЧС России являются следующие, представленные ниже.

«Цифровой след» (от англ. Data Exhaust) – уникальный набор действий в Интернете, который оставляет за собой каждый пользователь, например, мобильного телефона. Большая часть таких данных принадлежит частным организациям таким как, операторы мобильной связи. Вся собранная информация в подавляющем большинстве используется этими организациями для устранения неполадок в программном обеспечении и технических

устройствах [11-12]. Для специалистов МЧС России полезными данными из этого источника являются, например, записи об экстренных вызовах, в которые входит следующая информация: место вызова, время, данные о абоненте и т.д.

«Онлайн-активность» включает в себя широкий спектр пользовательских данных, таких, как: электронные письма; SMS; блоги; комментарии; поисковая активность (запросы); активность в социальных сетях. В последнее время замечена тенденция активного использования пострадавшими мессенджеров для отправки экстренных сообщений [13]. Основным достоинством этого типа данных является его открытость, что позволяет проводить свободный сбор исследователями таких данных и их анализ.

«Сенсорные технологии» (от англ. Sensing Technologies). Данная технология в настоящее время чаще всего используется для сбора информации об условиях окружающей среды посредством 3-х уровней информационных ресурсов: неконтактная съёмка (сканирование поверхности планеты при помощи оборудования спутников); зондирование сети (получение информации со специальных датчиков); совместное зондирование (используются небольшие индикаторы, находящиеся в бытовых объектах) [14]. С появлением «Интернета вещей» третий уровень стал стремительно прогрессировать и в скором будущем может стать крупнейшим источником данных об экстренных ситуациях.

Малые данные (от англ. «Small Data») и *персональные данные* (от англ. MyData). Использование «Малых данных» в отличие от «Больших данных» позволяет снизить вероятность появления шума в данных (искажённых или заведомо ложных данных) и упрощает их обработку, приводя к более достоверным результатам и прогнозам. Это достигается тем, что в «Малых данных» объем единицы анализа аналогичен единице выборки [15].

«Социально-экономические данные» (от англ. Public-related data) [16]. К данному источнику относятся данные, сбор которых осуществляется чаще всего классическими методами «живого опроса» или на бумажных бланках сотрудниками государственных, правительственных и муниципальных учреждений. Данные включают в себя информацию о переписи населения, свидетельства о рождении и смерти и другие типы личных данных. В последнее время достижения в области цифровых технологий позволили автоматизировать этот процесс с помощью различных специализированных приложений.

Краудсорсинговые данные (от англ. Crowdsourced Data). Краудсорсинговые данные обычно общедоступны и широко используются специалистами по анализу данных. Специализированные приложения активно вовлекают широкую аудиторию пользователей для получения их знаний о конкретных темах или событиях [17].

После рассмотрения источников аналитических данных для системы антикризисного управления МЧС России, перейдём к анализу технологий, которые могут позволить более эффективно реагировать на поступающую информацию о ЧС и строить достоверные прогнозы.

Методы исследования

К основным известным методам и технологиям, позволяющим обрабатывать аналитические данные можно отнести следующие, представленные ниже.

Мобильные технологии. Сегодня, смартфоны являются доминирующими компьютерными устройствами людей по всему миру, предоставляя как услуги связи, так и многие другие возможности. Современные телефоны способны определять физическую активность владельца (с помощью акселерометров); анализировать аудиоинформацию (с помощью микрофонов); определять местоположение (с помощью GPS), как личное, так и определённой группы людей (через Bluetooth) [18]. Перечисленные возможности могут быть использованы для оперативного реагирования при ЧС, а сами телефоны могут выступать в качестве датчиков. Для волонтеров мобильные технологии способствуют упрощению поиска пострадавших и повышению эффективности процесса отклика на тревожные сообщения.

Реагирование волонтеров на стихийные бедствия может быть реализовано с помощью облачных технологий, массовых коммуникаций и SMS-сообщений.

Научная визуализация. Дисциплина сформировалась в конце 90-х годов прошлого столетия и практически сразу стала перспективным и стремительно развивающимся направлением. С её приходом возникли новые подходы и алгоритмы, которые повысили эффективность обработки информации различного разрешения; стало возможным с высокой детализацией проводить объёмную визуализацию многокомпонентных объектов; повысилось качество редактирования космических изображений [19-20]. В настоящее время рассматриваемая дисциплина стремительно развивается в направлениях: визуализации информации и визуальной аналитики. В процессе развития научной визуализации и технологии анализа данных на основе проведённых экспериментов были сделаны выводы, что человек лучше всего понимает суть исследуемого явления, когда у него есть возможность оказаться в пространстве модели и иметь возможность манипулировать данными в этом пространстве. Преимуществами данного подхода являются: сокращение временных затрат при визуальном прототипировании; повышение уровня коммуникаций; своевременное документирование идей; привлечение к работе интуиции; возможность воссоздать и увидеть сцены процессов, которые в реальности невозможно реализовать и т.д. [21]

В системе МЧС России сегодня данное направление успешно применяется для решения задач космического мониторинга (например, термические точки), а также обеспечивает решение актуальных задач принятия управленческих решений на основе [22]:

– доступности проведения тренировок и симуляций для подготовки к различным ситуациям;

– привлечение необходимого количества специалистов из смежных областей;

– доступности требуемых данных в любом количестве;

– высокой коммуникабельности между центрами управлений и подчинёнными подразделениями.

Также рассматриваемая технология в системе МЧС России способствует [22]:

– повышению оперативных показателей сотрудников за счёт сокращения времени на анализ информации;

– упрощает сбор и обработку данных о ЧС;

– повышает удобства использования специализированных программных продуктов.

К недостаткам научной визуализаций относятся следующие: высокая плотность технологической информации, усложняющая её обработку и вероятность получения искажённых результатов.

Неогеография. Является новой дисциплиной, характеризующей быстро меняющееся и качественно новое пространство объектом, которое является геоэфемером (феномен, характеризующийся коротким жизненным циклом). Данная дисциплина включает в себя методы и алгоритмы работы с геопространственной информацией, основанной на [23]:

– применение гипертекстовых форматов представления геоданных;

– географической системе координат;

– использование в качестве исходного растрового представления географической информации.

В поле рассмотрения неогеографии попадают события, не только меняющие образ и облик мира, но и наше представление о нем.

Сегодня, неогеография направлена на создание инструментальных средств, позволяющих повысить эффективность обработки аналитических данных с помощью психологических возможностей человека (распознавание закономерностей) и компьютерных технологий, таких как компьютерное зрение или машинное обучение. Одним из последних примеров данных тенденций является появление такой междисциплинарной области как «картография происшествий» (от англ. «crisis mapping») [9]. Обладая возможностью получения снимков

происшествий в режиме реального времени с помощью краудсорсинга и использования киберфизических систем, спасатели получают возможность анализировать ситуацию в динамике и вовремя отправлять силы и средства (СиС) в нужном направлении [24].

К недостаткам неогеографии можно отнести следующие: высокие квалификационные требования к специалистам; сложность внедрения и высокая себестоимость.

В системе МЧС России неогеография нашла применение в следующих областях [24]:

– командование и контроль (поддержка ситуативного отображения позволяет руководителям на основе детализированной картины принимать обоснованные решения; оперативно определять аварийные группы, находящиеся вблизи места вызова и своевременно ставить им боевые задачи.);

– гидрография (морские и навигационные карты – необходимый инструмент для проведения спасательных операций или ликвидации ЧС на акваториях водных объектов. Также предоставляют информацию о маршрутах движений кораблей, погодных условиях и боевой обстановки);

– логистика (построение оптимальных маршрутов доставки СиС к месту вызова; эффективное расположение подразделений согласно статистическим данным происшествий и объектов защиты; включение в анализ внешних факторов, таких как: особенности местности, дорожная обстановка; характеристики техники и т.д.);

– навигация и диспетчерское сопровождение (мониторинг динамики скорости передвижения СиС; отслеживание местонахождения СиС; контроль передвижения опасных грузов и т.д.);

– локализация и ликвидация ЧС (моделирование эвакуации; поиск по адресам; прогнозирование развития происшествия; прогнозирование восстановительных и поисково-спасательных работ).

Ярким примером реализации возможностей неогеографии является оригинальная визуализированная информационная технология, предложенная авторами в работах [9, 24]. Данная технология позволяет объединить в себе функционал программного обеспечения, имеющегося у специалистов МЧС России, дополненного новыми возможностями такими, как:

– использование для работы группы специалистов единой программной среды и пространства;

– поиск кратчайших путей передвижения СиС в динамике;

– координация в онлайн формате местоположения и следования СиС;

– прогнозирование развития ЧС с учётом возможного воздействия природных факторов.

В состав предложенной авторами [9, 24] информационной технологии вошли следующие программные продукты и программные модули:

– система оперативного мониторинга природных пожаров, работающая на основе «СКАНЭКС»;

– географическая информационная система Mapinfo Professional;

– утилита GeoRSS (определяет местоположения объектов наблюдения);

– программа трёхмерного представления нашей планеты «Google Планета Земля», которая позволяет обрабатывать, анализировать и визуализировать геоданные;

– утилита GELink, позволяющая вести наблюдения определённых номеров телефонов.

Данную технологию после внедрения в подразделения МЧС России специалисты эффективно применяют для проведения спасательных работ в паводковый период, прогнозируя места вероятного подтопления, а также используют при проведении поисково-спасательных мероприятий [9, 24].

Краудсорсинг. Метод используется для активного сбора и обработки данных за счёт привлечения волонтеров или найму сторонних экспертов для одноразового выполнения проекта или задачи [17]. Краудсорсинг аккумулирует в себе спектр современных цифровых подходов, уникальный человеческий опыт индивидов и желание людей безвозмездно помогать

и быть сопричастными к реализации какого-либо проекта (открытый исходный код позволяет всем заинтересованным принять участие в разработке и улучшении программного продукта).

В настоящее время метод остаётся достаточно популярным по той причине, что, ещё не все современные технологии могут делать точные прогнозы и выводы в нестандартных ситуациях. Краудсорсинг – это практика использования знаний группы людей в достижении общей цели. Больше всего данный метод полезен при решении сложных проблем инновационным образом или для упрощения многофакторных процессов. Также метод идеально подходит при решении одноразовых задач, когда нет необходимости в проектировании автоматизированных информационных систем. Для успешного краудсорсинга проект разбивается на микрозадачи, которые решают отдельные группы сотрудников, тем самым увеличивается скорость решения проблем. Для сбора сотрудников и распределения задач используется цифровое пространство, называемое платформой краудсорсинга или сайтом микрозадач.

Преимуществами краудсорсинга являются [17]:

- масштабируемость и гибкость (передача сторонним сотрудникам части проекта, которая может быть выполнена удалено);
- повышение активности клиентов (вовлечение потребителей в процесс реализации продукта);
- фрагментация основной задачи (разбиение проекта на составные части и передача их группам сотрудников);
- снижение эксплуатационных затрат (снижение финансовых затрат за счёт удалённого найма временных сотрудников);
- заполнение пробелов в знаниях (временный найм сотрудников с навыками, отсутствующими в компании).

В системе МЧС России данный метод может быть использован для: реагирования на сложные, нестандартные ситуации, не имеющие ранее аналогов; привлечения к ликвидации происшествий сторонних организации, например, волонтёров с помощью мобильных приложений; решения задач оперативного штаба. В настоящее время метод не применяется в системе МЧС России.

Несмотря на все преимущества и многообразие задач, которые можно решить с помощью краудсорсинга, данный метод имеет ряд недостатков [17]:

- высокие временные затраты на разработку;
- высокий уровень квалификации специалистов, создающих и настраивающих системы для сбора и обработки данных;
- потраченные на обработку данных ресурсы могут не окупиться;
- с трудом выполняются задачи, требующие поддержания контекста;
- при требующей специфических навыков задаче поиск или обучение подходящего исполнителя на краудсорсинговой платформе сопоставим с наймом полноценного эксперта.

Также существует смежное направление – краудкомпьютинг (от англ. crowdcomputing), где пользователи выполняют различные микрозадачи по обработке и анализу данных за вознаграждения [17].

Машинное обучение и нейронные сети. Подходы служат для решения сложных задач искусственного интеллекта и способны анализировать даже сложно структурированную и неструктурированную информацию [25-26].

Чаще всего исследователи используют нейросети для экономии людских ресурсов в задачах классификации данных или их сортировки, примером продукта деятельности сети является, например, возможность распознавания лиц. Этим достигается существенная экономия денежных средств и временных ресурсов.

В свою очередь направление «машинного обучения» сочетает в себе статистические подходы и алгоритмы, а также методы искусственного интеллекта [25].

В системе МЧС России данные методы нашли применение для следующих задач [27]:

- прогнозирование лесопожарной и паводковой обстановки;
- организация логистических мероприятий по доставке СиС к месту ЧС;
- распознавание образов при проведении поисково-спасательных работ;
- выявление возможных заторных явлений, в паводковый период;
- распознавание образов первичных признаков возникновения пожара на объектах с массовым пребыванием людей;
- анализ и распознавание данных, поступающих с систем видеонаблюдения;
- автоматизированный поиск и выявление сообщений о происшествиях;
- перегруппировка пожарно-спасательных подразделений с целью оптимизации зон прикрытия;
- выявление предвестников ЧС на основе обработки данных, поступающих с систем мониторинга;
- формирование рационального состава группировки СиС при ликвидации последствий ЧС.

Недостатками рассмотренных методов являются [25-26]:

- необходимость выполнения многочисленных итераций по настройке внутренних элементов и связей сети для построения корректной модели;
- высокая сложность поиска необходимого объема данных для обучения;
- в некоторых случаях обучение сети заканчивается неудачей;
- в некоторых случаях требуется длительное время на проведение обучения сети;
- непредсказуемое поведение обученной сети;
- результаты обучения не всегда позволяют использовать сеть в системах реального времени.

Стоит также отметить такие области искусственного интеллекта как: компьютерная лингвистика и компьютерное зрение. Компьютерную лингвистику целесообразно применять для анализа публикаций в социальных сетях на выявления сообщений о ЧС. Компьютерное зрение целесообразно применять для анализа аэрофотоснимков, полученных с помощью беспилотных летательных аппаратов или спутников [25-26].

Предиктивная (прогнозная) аналитика (от англ. «Predictive Analytics») – данный подход позволяет как анализировать и классифицировать данные, так и прогнозировать будущие ситуации. Принцип подхода заключается в выделении нескольких ключевых параметров, которые оказывают непосредственное влияние на всю анализируемую систему в целом. Затем с помощью математического аппарата проектируется модель, предсказывающая вероятность изменений интересующих параметров или поведения системы [28].

В системе МЧС России данный подход нашёл применение для решения следующих задач [24]:

- оптимизация маршрутов следования СиС;
- прогнозирование поведения людей при ЧС на объектах с массовым пребыванием;
- анализ функционирования противопожарного оборудования;
- создание специализированных рекомендательных сервисов с алгоритмами поведения при возникновении происшествий;
- прогнозирование влияния воздействий опасных факторов на объект защиты и посетителей;
- прогнозирование ЧС.

С помощью прогнозной аналитики сотрудники МЧС России могут заблаговременно получать достоверную информацию о возможности возникновения происшествий и распространять эти данные среди заинтересованных организаций с целью своевременного оповещения людей [29]. Благодаря достижениям в области искусственного интеллекта, цифровизации общества и широкому охвату сети интернет информация о происшествиях

может быть распространена с учётом необходимого контекста и персонально. Например, в случае высокой вероятности землетрясения система антикризисного управления может производить рассылку информации о эпицентре землетрясения, а специальное программное обеспечение на смартфонах пользователей коррелировать данную информацию относительно местонахождения пользователя, а также демонстрировать им способы и маршруты эвакуации.

Имитационное моделирование. Данный метод исследования используется при невозможности проведения эксперимента в реальном мире по причинам, связанным, например, с высокими финансовыми вложениями при моделировании сложных систем [30-31].

В системе МЧС России данный подход нашёл применение для следующих задач [30-31]:

- моделирование эвакуации населения с объектов разной сложности;
- моделирование сценариев развития ЧС биолого-социального характера;
- проектирование тактик и стратегий реагирования на ЧС;
- оценка эффективности выполняемых инженерно-технических мероприятий по ГО;
- ресурсное обеспечение СиС подразделений МЧС России.

Глубинный анализ данных (от англ. «Data mining»). Совокупность методов (регрессионный анализ, классификация, кластеризация и ассоциация, анализ отклонений т.д.) обнаружения в данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных знаний и закономерностей (сходства, различия, категории и т.д.), необходимых для принятия решений [32].

В системе МЧС России данный подход нашёл применение для следующих задач [33-34]:

- составление шаблонов поведения пострадавших при ЧС;
- прогнозирование возникновения и развития ЧС;
- защита информации (выявление атак на базы данных министерства);
- анализ происшествий путём выявления важных факторов;
- автоматизированный поиск и выявление сообщений о происшествиях;
- оптимизация состава пожарно-спасательных подразделений;
- перегруппировка пожарно-спасательных подразделений с целью оптимизации зон прикрытия.

Рассмотрев методы и технологии, перейдём к описанию трудностей, возникающих в процессе обработки аналитических данных, к таковым относятся:

- технические проблемы (большие объёмы данных, которые невозможно обработать на одном компьютере или с помощью традиционных инструментов баз данных; разнородность данных – присутствие одновременно структурированных, полуструктурированных и неструктурированных данных; проверка достоверности данных; обработка естественного языка пользователей, который иногда наполнен эмоциями и написан в состоянии стресса с различного рода ошибками);

- проблемы обеспечения конфиденциальности. В этой проблемной области возникает ряд вопросов, например: «Какие данные могут быть открытыми?»; «Кто может иметь доступ к данным?»; «Можно ли использовать данные повторно?» и т.д.;

- этические проблемы. К данному типу относятся: установление порядка оказания помощи по срочности; удержание нейтралитета при военном положении и в политических спорах; отсутствие предвзятости к расовой принадлежности пострадавших, сюда же относятся религиозные и идеологические взгляды, которые не должны становиться причиной изменения отношений к пострадавшим.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведя анализ известных методов и технологии обработки аналитических данных, а также описав трудности и проблемы, возникающие при использовании рассмотренных методов, перейдём к описанию направлений, в которых целесообразно проводить дальнейшие исследования.

Аналитика в режиме реального времени (от англ. Real-Time Analytics). Является методом аналитики, позволяющим собирать, обрабатывать и анализировать данные в режиме реального времени. В отличие от традиционных методов, которые обрабатывают данные с опозданием, данный подход позволяет организациям получать актуальную информацию практически мгновенно. При реагировании на происшествия, своевременность принятия решения и выполнение тех или иных мероприятий является вопросом жизни и смерти, находящихся в беде людей. В этой ситуации использование устаревших данных может привести к негативным последствиям. С целью исключения появления нерелевантной информации необходимо детально проработать вопрос об улучшении механизмов фильтрации данных. Этот аспект является особенно актуальным, когда развитие происшествия приобретает каскадный характер, где одна проблема может вызвать другие (например, цунами, приближающееся к атомной электростанции). В таких сценариях обработка аналитических данных в системах антикризисного управления в режиме реального времени будет способствовать своевременному определению приоритетных и неотложных задач, выполнение которых сократит масштаб последствий. Также структурированные, актуальные аналитические данные, своевременно направленные в смежные по функциональному назначению организации (например, по оказанию медицинской помощи и службам экстренного реагирования) позволяют скоординировать совместные действия.

Ещё одним направлением развития и совершенствования систем антикризисного управления должно стать обеспечение высокой отказоустойчивости, как в целом системы, так и её элементов.

В этом направлении особое внимание следует уделить обеспечению бесперебойного питания. Например, современные смартфоны требуют периодической подзарядки аккумулятора и в зависимости от интенсивности его использования (особенно в период происшествия), временной период устойчивой работы аппарата может сильно различаться. Совершенствование мобильных технологий может способствовать снижению энергопотребления телефонов в период экстренной ситуации, за счёт перераспределения части вычислительной нагрузки на облачные технологии.

Также облачные технологии прекрасно подходят для надёжного хранения и анализа больших данных. В этой области актуальным в настоящее время является обеспечение защиты в части: аутентификации и авторизации пользователей. Надёжной защитой должны быть обеспечены определённые категории конфиденциальных данных (такие как местоположение и идентификация пострадавших людей).

Мультимодальное обучение (от англ. «Multimodal learning»). Является типом глубокого обучения с использованием комбинации различных модальностей данных. Поскольку эти модальности обладают принципиально разными статистическими свойствами, их объединение является нетривиальным, поэтому требуются специализированные стратегии моделирования и алгоритмы, а также обучение в рамках распознавания различных форм данных. Развитие данного направления, например, в аспекте объединения текст с данными изображений, состоящими из интенсивности пикселей и тегов аннотаций позволит более эффективно обрабатывать информацию о ЧС и проводить её фильтрацию.

Продолжение научной деятельности в рассмотренных перспективных направлениях будет способствовать развитию систем антикризисного управления, что положительно скажется на уровне защиты населения нашей страны, а также в ситуациях происшествий позволят сохранить человеческие жизни и материальное имущество.

Заключение

Таким образом, в настоящей статье выявлены источники аналитических данных для системы антикризисного управления МЧС России; проведён детальный анализ существующих методов и технологий, позволяющих обрабатывать аналитические данные, выявленных

преимущества и недостатки; определены проблемные аспекты, снижающие уровень результатов вычислений существующих методов и технологий обработки аналитических данных; определены дальнейшие пути развития и совершенствования существующих методов и технологий обработки аналитических данных.

Список источников

1. Горелов Н.А. Антикризисное управление человеческими ресурсами. – СПб.: Санкт-Петербург, 2010. – 428 с.
2. Щегорцов В.А. Антикризисное управление человеческими ресурсами. – М.: ОАО «Типография Новости», 2010. – 1293 с.
3. Вострых А.В. Анализ инновационных технологий, обеспечивающих безопасность граждан в техносферных системах // В сборнике: Комплексные проблемы техносферной безопасности. Научный и практический подходы к развитию и реализации технологий безопасности. Сборник статей по материалам XVII Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 205-210.
4. Манро Р. Краудсорсинг и сообщество, пострадавшее от кризиса // Информационный поиск, 2013. Том. 16, Мкс. 2, стр. 210-266.
5. Имран М., Кастильо С., Диас Ф. Обработка сообщений в социальных сетях в условиях массовых чрезвычайных ситуаций: обзор // ACM Computing Surveys (CSUR), 2015. Том 47, Iss. 4, с. 67.
6. Вострых А. В., Максимов А. В., Матвеев А. В., Смирнов А. С. Методика анализа данных о чрезвычайных ситуациях в социальных сетях // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 6. С. 81-88. – DOI 10.17513/snt.39635. – EDN ZCOPNS.
7. Воднев С.А., Максимов А.В., Матвеев А.В. Модель комплексной оценки процесса технического обеспечения аварийно-спасательных средств подразделений МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2018. № 2 (46). С. 73-80.
8. Коротков Э.М. Антикризисное управление. – М.: Инфра, 2007. – 619 с.
9. Вострых А.В. Анализ информационных систем, используемых в МЧС России для мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Мониторинг, предотвращение и ликвидация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: материалы международной научно-практической конференции, г. Санкт-Петербург, 28 октября 2021 г. – СПб.: УГПС МЧС России, 2021. – С. 257-260.
10. Максимов А.В. Организационное обеспечение информационной системы по разработке планов реагирования на чрезвычайные ситуации // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". 2020. № 2. С. 32-38.
11. Манро Р., Мэннинг К.Д. Передача коротких сообщений: пользователи, темы и обработка на языке программирования // Материалы 2-го симпозиума АСМ по вычислительной технике для разработки. АСМ, 2012. С. 1-4.
12. Зимке Й. Картирование кризисов: создание новой междисциплинарной области? // Журнал картографических и географических библиотек, 2012, Том 8, Вып. 2, с. 101-117.
13. 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.
14. Трамберенд Х. Фреймворк распределенной виртуальной реальности // Сборник статей IEEE Virtual Reality, 1999, С.14-21.
15. Клименко С.В., Никитин И.Н., Никитина Л.Д. «Аванго: система разработки виртуальных окружений» // М.: Протвино, 2006, Институт физико-технической информатики, ISBN 5-88835-017-6, 252 С.
16. Данн А. Относительная бедность, британская социальная политика и общественный опыт. Социальная политика и общество. 2017. Том 16 (3). С. 377-390.

17. Булос М.Н.К., Реш Б., Кроули Д. Н. Краудсорсинг, гражданское зондирование и сенсорные веб-технологии для наблюдения за состоянием здоровья населения и окружающей среды и управления кризисными ситуациями: тенденции, стандарты OGC и примеры применения // Международный журнал географии здравоохранения, 2011. Том 10, Iss. 1, с. 67-73.
18. Бартц Д. Юпитер: инструментарий для интерактивной визуализации больших моделей// Сборник материалов симпозиума по параллельной и большой визуализации данных и графике, 2001 г., стр. 129-134.
19. Афанасьев В.О., Байгозин Д.А., Батулин Ю.М., и др. Системы визуализации и виртуального окружения в задачах исследования космоса: настоящее и будущее // В книге «Космонавтика XXI века. Попытка прогноза развития до 2101». М.: Изд. «РТСофт». 2010. С.185-256.
20. Алешин В. Визуальное трехмерное восприятие среды движения и факторы видимости в виртуальном пространстве // Труды по вычислительной науке, XVI Конспект лекций по информатике, 2012, Том 7380/2012, 17-33, DOI: 10.1007/978-3-642-32663-9\2, ISBN: 978-3-642-32662-2. СТР.17-33.
21. Брусенцев П.А., Клименко С.В. Визуализация проектирования в виртуальном окружении // Клуб 3D. Инновационное проектирование. Изд.Литера, Нижний Новгород. С.37-48.
22. Бондур В.Г. «Актуальность и необходимость космического мониторинга природных пожаров в России», статья, журнал «Вестник ОНЗ РАН», том 2, 2010 г. – 208 с.
23. Володченко А., Ерёмченко Е.Н., Клименко С.В. О новых междисциплинарных ориентирах «Неогеографии» // MEDIAS2012 Труды Международной научной конференции, 07-14 мая 2012 г., Лимассол, Республика Кипр, Изд.ИФТИ. С.254-257.
24. Вострых А.В., Буйневич М.В., Шуракова Д.Г., Анашечкин А.Д. Решение задачи выбора оптимального маршрута следования сил и средств подразделений МЧС России к месту возникновения происшествий с помощью алгоритма Дейкстры // Проблемы управления рисками в техносфере. 2018. № 3 (47). С. 68-79.
25. Мюллер, А. Введение в Машинное обучение с помощью Python / А. Мюллер, С. Гвидо. – М.: ИЦ Гвисто., Руководство для специалистов по работе с данными – 2018. – 393 с.
26. Кания А. К. Нейронный сети. Эволюция / А. К. Кания. – М.: Издательство АСТ. 2018. 288 с.
27. Максимов А.В., Вострых А.В. Методика анализа информации о чрезвычайных ситуациях и её распространения в социальных сетях // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2023. № 8. С. 51-58.
28. Гутьеррес, Д.Д. Внутри BIGDATA: Руководство по практической аналитике / Д. Д. Гутьеррес. М.: TIBC-Spotfire. 2020. 12 с.
29. Коткова Е. А. Модель нейронной сети для прогнозирования предэвакуационного поведения людей при пожаре // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2022. № 2(38). С. 66-72.
30. Матвеев А. В. Методы моделирования и прогнозирования. – СПб: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2022. – 230 с. – ISBN 978-5-907116-73-3. – EDN IMLKWS.
31. Максимов А. В. Методы поддержки принятия решений в оперативном управлении при чрезвычайных ситуациях: обзор исследований // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2023. № 2(42). С. 91-102. – DOI 10.37468/2307-1400-2023-2-91-102. – EDN CJCPWN.
32. Шахзад Р., Сурин А., Клименко С. Тактильное взаимодействие на основе осязаемых изображений // SC-IAS4i-VRTerro2011 Труды Международных научных конференций: «Ситуационные центры и информационно-аналитические системы класса 4i», Изд.ИФТИ, Москва-Протвино, С.220-232.
33. Иванов В.Е. Матвеев А.В. Управление ресурсами пожарных частей с использованием имитационного моделирования // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2023. № 3(43). С. 77-85.

34. Максимов А. В., Матвеев А. В. Перспективы использования коллективных знаний при реагировании на чрезвычайные ситуации // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2019. № 4. С. 89-97. – EDN QPBTLA.

References

1. Gorelov N.A. Anti-crisis management of human resources. – St. Petersburg: Peter, 2010. – 428 p.
2. Shchegortsov V.A. Anti-crisis management of human resources. – M.: JSC "Tipografiya Novosti", 2010. - 1293 p.
3. Vostrykh A.V. Analysis of innovative technologies that ensure the safety of citizens in technosphere systems // In the collection: Complex problems of technosphere safety. Scientific and practical approaches to the development and implementation of security technologies. Collection of articles based on the materials of the XVII International Scientific and Practical Conference. Voronezh, 2021. PP. 205-210.
4. Munro R. Crowdsourcing and the crisis-affected community // Information retrieval, 2013. Vol. 16, Iss. 2, PP. 210-266.
5. Imran M., Castillo C., Diaz F. Processing social media messages in mass emergency: A survey // ACM Computing Surveys (CSUR), 2015. Vol. 47, Iss. 4, p. 67.
6. Vostrykh A.V., Maksimov A.V., Matveev A.V., Smirnov A. S. Methodology for analyzing data on emergency situations in social networks // Modern high-tech technologies. 2023. № 6. PP. 81-88. – DOI 10.17513/snt.39635. – EDN ZCOPNS.
7. Vodnev S.A., Maksimov A.V., Matveev A.V. The model of a comprehensive assessment of the process of technical support of emergency rescue equipment of the Russian Ministry of Emergency Situations units // Problems of risk management in the technosphere. 2018. №. 2 (46). PP. 73-80.
8. Korotkov E.M. Anti-crisis management. - M.: Infra, 2007. – 619 p.
9. Vostrikh A.V. Analysis of information systems used in the Ministry of Emergency Situations of Russia for monitoring and forecasting emergency situations // Security service in Russia: experience, problems, prospects. Monitoring, prevention and elimination of natural and man-made emergencies: materials of the international scientific and practical conference, St. Petersburg, October 28, 2021 - St. Petersburg: UGPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2021. – PP. 257-260.
10. Maksimov A.V. Organizational support of the information system for the development of emergency response plans // Scientific and analytical journal "Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia". 2020. № 2. PP. 32-38.
11. Munro R., Manning C.D. Short message communications: users, topics, and in-language processing // Proceedings of the 2nd ACM Symposium on Computing for Development. ACM, 2012. PP. 1-4.
12. Ziemke J. Crisis mapping: The construction of a new interdisciplinary field? // Journal of Map & Geography Libraries, 2012, Vol. 8, Iss. 2, PP. 101-117.
13. Buinevich M.V., Maksimov A.V., Pelekh M.T. Principles of information support for the system design of the development of a network of fire depots in the territory of a megalopolis // Scientific and analytical journal Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. 2017. № 3. PP. 129-135.
14. Tramberend H. A Distributed Virtual Reality Framework // Proc. of the IEEE Virtual Reality, 1999, PP.14-21.
15. Klimenko S.V., Nikitin I.N., Nikitina L.D. "Avango: a system for developing virtual environments" // Moscow: Protvino, 2006, Institute of Physical and Technical Informatics, ISBN 5-88835-017-6, 252 p.
16. Dunn, A. Relative poverty, British social policy writing and public experience. Social Policy and Society. 2017. Vol. 16 (3). PP. 377-390.
17. Boulos M.N.K., Resch B., Crowley D. N. Crowdsourcing, citizen sensing and sensor web technologies for public and environmental health surveillance and crisis management: trends,

OGC standards and application examples // International journal of health geographics, 2011. Vol. 10, Iss. 1, PP. 67-73.

18. Bartz D. Jupiter: A Toolkit for Interactive Large Model Visualization// Proc. of Symposium on Parallel and Large Data Visualization and Graphics, 2001 PP. 129-134.
19. Afanasyev V.O., Baigozin D.A., Baturin Yu.M., et al. Visualization systems and virtual environments in the tasks of space exploration: present and future // In the book "Cosmonautics of the XXI century. An attempt to forecast development up to 2101". Moscow: Publishing house "RTSoft". 2010. PP.185-256.
20. Aleshin V. Visual 3D Perception of Motion Environment and Visibility Factors in Virtual Space // Transactions on Computational Science XVI Lecture Notes in Computer Science, 2012, Volume 7380/2012, 17-33, DOI: 10.1007/978-3-642-32663-9\2, ISBN: 978-3-642-32662-2. PP.17-33.
21. Brusentsev P.A., Klimenko S.V. Visualization of design in a virtual environment // Club 3D. Innovative design. Publishing house of Literature, Nizhny Novgorod. PP.37-48.
22. Bondur V.G. "The relevance and necessity of space monitoring of natural fires in Russia", article, journal "Bulletin of the ONZ RAS", volume 2, 2010 – 208 p.
23. Volodchenko A., Eremchenko E.N., Klimenko S.V. On new interdisciplinary guidelines of "Neogeography" // MEDIAS2012 Proceedings of the International Scientific Conference, 07-14 May 2012, Limassol, Republic of Cyprus, Ed. IFTI. PP.254-257.
24. Vostrykh A.V., Buinevich M.V., Shurakova D.G., Anashechkin A.D. Solving the problem of choosing the optimal route for the forces and means of units of the Ministry of Emergency Situations of Russia to the place of occurrence of accidents using the Dijkstra algorithm // Problems of risk management in the technosphere. 2018. № 3 (47). PP. 68-79.
25. Muller, A. Introduction to Machine learning using Python / Muller A., Guido S.. – M.: Guido I.C., A guide for data specialists – 2018. – 393 p.
26. Kania A. K. Neural networks. Evolution / Kania A. K.. – Moscow: Publishing house AST. 2018. 288 p.
27. Maksimov A.V., Vostrykh A.V. Methodology for analyzing information about emergency situations and its dissemination in social networks // Devices and systems. Management, control, diagnostics. 2023. № 8. PP. 51-58.
28. Gutierrez, D.D. Inside BIGDATA: A guide to predictive analytics / D. D. Gutierrez. M.: TIBC-Spotfire. 2020. 12 p.
29. Kotkova E. A. Neural network model for predicting pre-evacuation behavior of people in case of fire // National security and strategic planning. 2022. № 2(38). PP. 66-72.
30. Matveev A.V. Methods of modeling and forecasting. – St. Petersburg: St. Petersburg University of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2022. – 230 p. – ISBN 978-5-907116-73-3. – EDN IMLKWS.
31. Maksimov A.V. Methods of decision support in operational management in emergency situations: a review of research // National security and strategic planning. 2023. № 2(42). PP. 91-102. – DOI 10.37468/2307-1400-2023-2-91-102. – EDN CJCPWN.
32. Shahzad R., Surin A., Klimenko S. Tactile interaction based on tangible images // SC-IAS4i-VRTerro2011 Proceedings of International scientific conferences: "Situational centers and information and analytical systems of class 4i", IFTI Publishing House, Moscow-Protvino, PP. 220-232.
33. Ivanov V.E. Matveev A.V. Resource management of fire departments using simulation modeling // National security and strategic planning. 2023. № 3(43). PP. 77-85.
34. Maksimov A.V., Matveev A.V. Prospects for the use of collective knowledge in emergency response // Scientific and analytical journal Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. 2019. № 4. PP. 89-97. – EDN QPBTLA.

Статья поступила в редакцию 25.04.2024; одобрена после рецензирования 15.05.2024; принята к публикации 17.05.2024.

The article was submitted 25.04.2024, approved after reviewing 15.05.2024, accepted for publication 17.05.2024.