

БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

УДК 004.67:519.257:656.085

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МОНИТОРИНГ СОЦИАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ НА ТЕХНОГЕННЫЕ ИНЦИДЕНТЫ: ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ЖИВУЧЕСТЬЮ РЕГИОНА

Малютина Елизавета Владимировна¹, Тимашев Святослав Анатольевич^{1,2}

¹ Научно-инженерный центр «Надежность и ресурс больших систем и машин» УрО РАН, г. Екатеринбург, Российская Федерация

² Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Аннотация. В статье описан программный комплекс, позволяющий анализировать социальную реакцию на инциденты и аварии урбанистических инфраструктур в реальном времени. Исследование фокусируется на изучении взаимозависимости между измеримым материальным ущербом от аварий и социально-когнитивным ущербом для городских сообществ. Программный комплекс автоматизирует сбор и анализ данных из социальной сети «ВКонтакте», используя вероятностно-энтропийные методы для исследования общественных настроений. Система осуществляет поиск публикаций по заданным категориям, связанным с различными типами инцидентов (пожары, наводнения, экологические кризисы и др.), фильтрует их и сохраняет в базу данных SQLite. Результаты тестирования на примере г. Екатеринбурга демонстрируют эффективность системы в оперативном выявлении рисков возникновения чрезвычайных ситуаций, эскалации социальной напряженности, ухудшения экологической обстановки, а также рисков, связанных с дезинформацией. Кроме того, комплекс обеспечивает поддержку в координации действий аварийно-спасательных служб. Исследование имеет важное практическое значение для обеспечения безопасности населения, защиты ресурсов и минимизации ущерба. Комплекс помогает прогнозировать развитие чрезвычайных ситуаций, разрабатывать стратегии их предотвращения и ликвидации последствий. Полученные результаты могут быть использованы для поддержки принятия управленческих решений, совершенствования мер реагирования и повышения устойчивости социально-экологических систем в современном мире.

Ключевые слова: сбор данных, чрезвычайные ситуации, социальные сети, мониторинг инцидентов, социальная энтропия

Для цитирования: Малютина Е. В., Тимашев С. А. Автоматизированный мониторинг социальной реакции на техногенные инциденты: Инструмент управления живучестью региона // Техносферная безопасность. 2025. № 2 (47). С. 111–121.

AUTOMATED MONITORING OF SOCIAL RESPONSE TO MAN-MADE INCIDENTS: A TOOL FOR MANAGING REGIONAL RESILIENCE

Elizaveta V. Malyutina¹, Sviatoslav A. Timashev^{1,2}

¹ Science and Engineering Center «Reliability and Safety of Large Systems and Machines» Ural Branch Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation

² Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation

Abstract. The article describes a software system (SS) designed to analyze social responses to incidents and accidents involving urban infrastructure in real time. The study focuses on exploring the interdependence between measurable material damage caused by accidents and socio-cognitive harm to urban communities.

The software system automates the collection and analysis of data from the VKontakte social network, using probabilistic-entropy methods to study public sentiment. It searches for publications by specified categories related to various types of incidents (fires, floods, environmental crises, etc.), filters them and stores the information in an SQLite database. Test results using Yekaterinburg as an example demonstrate the effectiveness of the system in promptly identifying the risks of emergency situations, escalation of social tension, deterioration of the environmental situation, as well as risks associated with disinformation. Moreover, the system provides support in coordinating the actions of emergency response services.

The study has important practical significance for ensuring public safety, protecting resources and minimizing damage. The complex helps to predict the development of emergency situations, develop strategies for their prevention and elimination of consequences. The results obtained can be used to support management decision-making, improve response measures and increase the sustainability of socio-ecological systems in the modern world.

Keywords: data collection, emergencies, social media, incident monitoring, social entropy

For Citation: Malyutina E. V., Timashev S. A. Automated monitoring of social response to man-made incidents: a tool for managing regional resilience // *Technosphere safety*. 2025. № 2 (47). pp. 111–121.

Введение

В работах [1–3] сформулирована концепция и подход к энтропийному анализу социальных последствий крупных аварий урбанистических инфраструктур и систем на основе сбора необходимой информации, публикуемой в социальных сетях, о деталях аварийных происшествий, настроениях, реакциях и требованиях общества в связи с возникновением ЧС. Настоящая статья посвящена описанию разработанного программного комплекса (далее — ПК) для автоматического сбора и комплексного социально-когнитивного анализа информации, для обеспечения быстрого реагирования на аварии в городской инфраструктуре.

Существующие официальные способы и методы информирования населения об авариях, связанных с функционированием сетевых систем и городских инфраструктур жизнеобеспечения, представлены в табл. 1.

Существует также неофициальная информация в виде реакции общества на события, которая активно публикуется в социальных сетях. Выбор метода зависит от целей, сроков и контекста анализа. Комбинированный подход, включающий социальные сети и другие методы, предоставляет более полное понимание ситуации [4]. В настоящей статье предлагается использовать социальные сети для мониторинга состояния критических инфраструктур и получения дополнительной информации

Таблица 1

Современные средства и методы информирования общества во время и после природно-техногенных аварий и катастроф

Table 1
Modern means and methods of informing society during and after natural and man-made accidents and catastrophes

Название Name	Преимущества Advantages	Недостатки Disadvantages
Традиционные СМИ Traditional media	Обеспечивают глобальное покрытие, имеют высокий авторитет Provide global coverage and have high credibility	Задержка в распространении информации, ограниченный охват точек зрения Delay in the dissemination of information, limited coverage of points of view
Официальные отчеты и пресс-релизы Official reports and press releases	Информация от первоисточников, формальные и точные данные Information from primary sources, formal and accurate data	Могут быть предвзятыми, могут задерживаться, не включают мнение общественности May be biased, delayed, do not include the public opinion
Опросы и исследования общественного мнения Polls and public opinion research	Позволяют получить структурированные данные Allow getting structured data	Могут требовать времени, ограниченный охват, результат зависит от формулировки вопросов May take time, limited coverage, depends on the wording of the questions
Экспертные оценки Expert assessments	Высокий уровень экспертизы High level of expertise	Могут быть субъективными, ограниченный круг экспертов Can be subjective, due to a limited range of experts

о реакции городского социума на техногенные инциденты и аварии.

В настоящее время социальные сети становятся все более полезным инструментом улучшения общественной жизни. Так, многие городские администрации используют социальные сети (например, систему *Инцидент Менеджмент*) как канал, по которому горожане могут оперативно сообщить о своей проблеме.

Представляется, что социальные сети можно использовать более эффективно и многопланово, если осуществлять их регулярный мониторинг с целью:

- 1) оперативного получения информации об инцидентах, авариях, стихийных бедствиях;
- 2) отслеживания социально-когнитивных изменений в обществе при и после возникновения этих инцидентов и аварий;
- 3) оперативного принятия мер для митигации, предотвращения, защиты и обеспечения безопасности горожан;
- 4) осуществления оптимального гoвернaнса, используя социальные сети как положительную обратную связь в цепочке управления.

В России социальная сеть «ВКонтакте» является наиболее доступной, популярной и, главное, легитимной платформой. Ее можно использовать в качестве эффективного инструмента оперативного реагирования на происшествия и понимания общественного восприятия их. «ВКонтакте» обеспечивает доступ к обширной базе данных, которая формируется различными социальными группами и отражает разнообразные социокультурные аспекты жизни общества. Эти множественные сведения являются репрезентативными и могут быть использованы для состоятельного анализа общественного мнения и тенденций среди разных категорий населения.

«ВКонтакте» имеет VK API, который предоставляет доступ к различным данным о пользователях, сообществах, группах, постах, комментариях и к другим аспектам активности на платформе. Благодаря VK API исследователи могут сами собирать статистику и проводить глубокий анализ сведений о поведении пользователей.

Обзор функций и возможностей ПК

ПК состоит из *следующих шагов*.

1. Поиск в социальных сетях сообществ (пабликов, групп, каналов и т. д.) по заданному ключевому слову (название города). Функция используется для отправки запроса к VK API с целью поиска групп по заданному ключевому слову. Она возвращает словарь, где ключи — названия групп, а значения — их идентификаторы, что позволяет быстро находить интересующие группы для дальнейшего анализа.
2. Фильтрация и анализ публикаций (постов) по заданному словарю ключевых

слов по категориям (таких как «Пожар», «Наводнение», «Терроризм» и др.). Для этого осуществляется парсинг контента каждой группы и проверка на наличие упоминаний указанных слов.

Дополнительно реализуется возможность настроить синонимы и вариации ключевых слов. Это делает анализ более гибким, позволяя учитывать различные формулировки и региональные особенности языка. Например, словосочетание «стихийное бедствие» может быть использовано вместо «катастрофа». Такой подход значительно увеличивает шансы на обнаружение важных публикаций.

3. Если публикация содержит ключевое слово, информация о ней, включая текст поста, дату, время, id публикации, а также упомянутое в тексте ключевое слово, сохраняется в соответствующей категории. Программа также собирает и анализирует комментарии к этим сообщениям, что позволяет выявить реакцию пользователей на конкретные события.

4. Программа сохраняет результат работы в базу данных SQLite, как показано на рис. 1. Каждая категория сохраняется в отдельную таблицу с соответствующей структурой, что обеспечивает организованное хранение информации. ПК ежедневно обращается к социальным сетям и обновляет (пополняет) информацию об инцидентах, авариях или катастрофах. SQLite обеспечивает компактное хранение и эффективный доступ к данным, что критично для программ, работающих с большими объемами информации.

5. Количественный анализ накопленных результатов включает построение графиков (рис. 2), показывающих зависимость

	Date	Time	ID	Text	MatchedKeywords
1	2024-06-16	23	7620805	В Нижнем Тагиле пьяный мотоциклист попал в ДТП, в результате которого пострадали женщина и ...	ДТП
2	2024-06-16	23	7620822	А баба-то каким местом думала, садясь с ребёнком к пьяному водителю? До чего беспечный поступок...	ДТП
3	2024-06-17	03	7621016		ДТП
4	2024-06-15	16	7620058	Серьёзная авария произошла в Невьянске накануне вечером....	ДТП
5	2024-06-15	16	7620068	Вот это замес 😂	ДТП
6	2024-06-15	16	7620071	Это с какой скоростью надо было гнать по улице?	ДТП
7	2024-06-15	19	7620158	[id13944141]Константин, в Невьянске 🤔	ДТП
8	2024-06-15	19	7620159	[id6435548]Евгений, а я разве спросил где это ? 🤔	ДТП
9	2024-06-15	19	7620163	[id13944141]Константин, я к тому, что в Невьянске в принципе с такой скоростью гнать негде... 🤔	ДТП
10	2024-06-15	19	7620165	Раз так размазало значит есть где	ДТП
11	2024-06-15	23	7620285	[id6435548]Евгений, точно, там не где так гнать	ДТП
12	2024-06-16	04	7620432	56 км/час - тебе же ясно написали. Так что не превышай.	ДТП
13	2024-06-15	17	7620089	это не город а деревня...в прямом смысле, чо там с=может стalkerаца.	ДТП
14	2024-06-15	17	7620108	[id545526385]Варан, талантливые люди есть везде, сам сколько раз там был, больше 60-70 уже боязно ...	ДТП
15	2024-06-15	18	7620129	[id545526385]Варан, деревня это твое место рождения, писать по-русски научись	ДТП
16	2024-06-15	18	7620153	[id545526385]Варан, судя по твоему комментарию,ты как раз деревня.А Невьянск старинный русский ...	ДТП
17	2024-06-15	19	7620177	[id198561948]Артемий, завод старинный, завод крепость старинная. Город это с 60 года, учите матчасть, ...	ДТП
18	2024-06-15	20	7620187	[id23971872]Дмитрий, в 1919г не хотите?? Учите матчасть.	ДТП

Рис. 1. Общий вид данных, сохраненных в базу SQLite
 Fig. 1. General view of the data stored in the SQLite database

количества комментариев от времени для каждой категории ключевых слов. Указанная функция осуществляет чтение данных из SQLite и визуализирует динамику обсуждений в группах «ВКонтакте».

6. Качественный анализ текстов (выявление настроения комментариев).

Каждая функция программы имеет четко определенную задачу и модульную структуру кода, что облегчает поддержку и расширение программы. Использование различных библиотек Python обеспечивает эффективную обработку данных и визуализацию результатов, что важно для реализации функционала программы по анализу данных из «ВКонтакте».

Тестирование ПК на Екатеринбурге. Реализация: скрипт на языке Python, использующий библиотеки requests, vk_api, matplotlib, numpy, pandas для анализа сообщений из социальной сети.

Для тестирования ПК был выбран Екатеринбург — столица среднего Урала (согласно [5], на 1 января 2024 г. в Екатеринбурге проживало 1 536 183 чел.). Сбор данных осуществлялся в группах города социальной сети «ВКонтакте». Для анализа были выбраны основные типы инцидентов: пожар, на-

воднение, отключение воды, авария на дороге, эвакуация, пандемия, экологический кризис, терроризм, конфликт, для каждого из которых был собран свой словарь ключевых слов. В статье представлены результаты анализа категории «Пожар» в качестве примера, однако аналогичный анализ проводился и для других категорий ЧС.

Преимущества ПК:

- автоматизация процесса сбора и анализа больших объемов текстовой информации из социальных сетей, что экономит время и упрощает процесс мониторинга в реальном времени;
- возможность быстрого выявления и агрегации данных о реакции людей на различные чрезвычайные события;
- создание структурированных отчетов и аналитики для последующего использования при принятии управленческих решений;
- повышение эффективности и оперативности реагирования на ЧС;
- прогнозирование и предотвращение ЧС.

Динамика комментариев пользователей по теме инцидентов, относящихся к категории «Пожар», с 3 апреля по 31 июля

2024 г. показана на рис. 2. Вертикальная ось отображает количество комментариев, оставленных пользователями в каждый из дней, связанных с темой пожара.

Судя по графику (рис. 2), всплески активности обсуждений наблюдались 25 мая, 14 июня, 24 июня и 22 июля (самый высокий пик) 2024 г. Увеличение активности пользо-

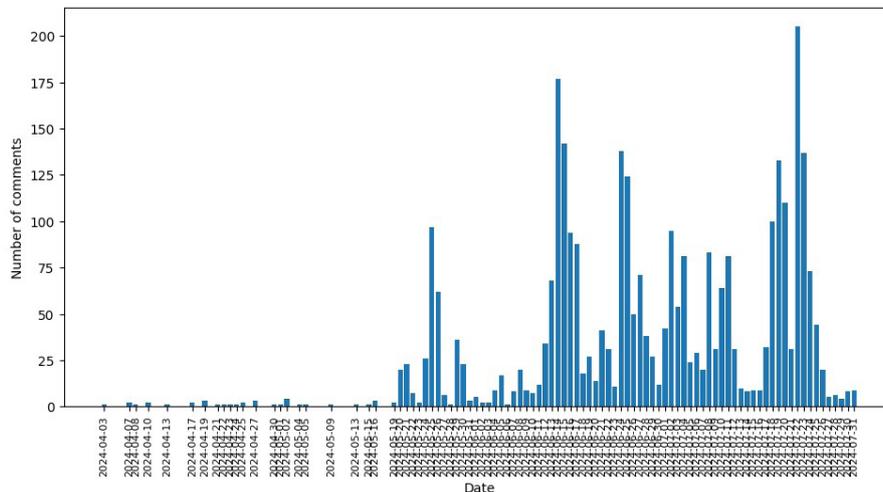


Рис. 2. График зависимости комментариев от времени для инцидентов категории «Пожар»
 Fig. 2. A graph of the number of comments in time for the "Fire" category incidents comments

вателей наблюдалось в период с 25 мая, что связано с участвовавшими пожарами из-за высокой температуры воздуха, ветра, сухости, активного роста травы и кустарников, а также отдыха на природе, во время которого повышается риск неосторожного обращения с огнем.

Увеличение активности пользователей в период с 11 июня по 17 июня обусловлено несколькими крупными пожарами. В такие моменты люди стремятся обсудить произошедшее, выразить свои переживания и получить информацию о ситуации. Пиковые дни активности связаны с масштабом пожаров, социальным волнением и увеличением освещения событий в СМИ, поскольку пользователи стремятся следить за новостями и делиться своим мнением.

Комментарии пользователей охватывают как информативный, так и эмоциональный аспекты реакции на произошед-

шее. Анализ публикаций позволяет понять, какие темы и форматы контента вызывают повышенный отклик у аудитории, что может быть полезно для дальнейшего мониторинга и анализа инцидентов.

Математическая обработка результатов

График (рис. 3) иллюстрирует число зафиксированных комментариев к публикациям о пожаре в зависимости от времени и пики в те же даты, что и на рис. 2, что свидетельствует о прямой связи между количеством комментариев и общественным интересом к инцидентам.

Увеличение числа комментариев в определенные моменты подтверждает важность событий, происходящих в населенном пункте, и их влияния на социальное обсуждение (рис. 4).

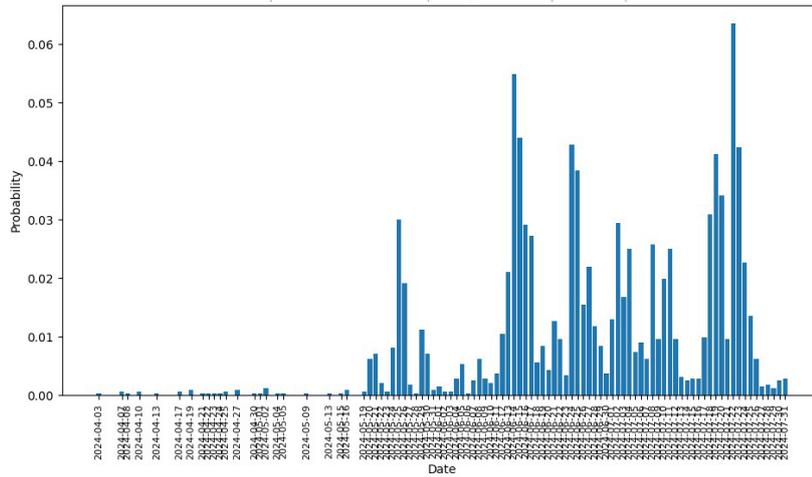


Рис. 3. График числа комментариев во времени для инцидентов категории «Пожар»
 Fig. 3. A graph of the number of comments for incidents of the "Fire" category

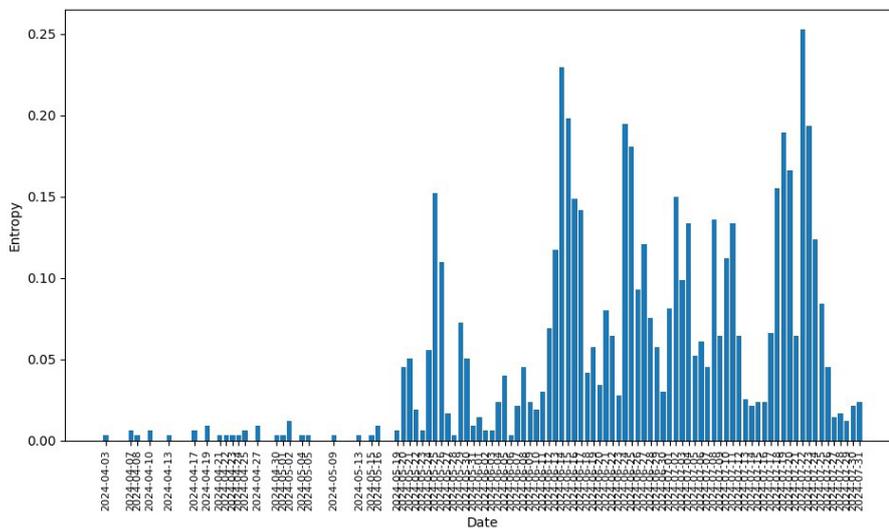


Рис. 4. График энтропии комментариев от времени для инцидентов категории «Пожар»
 Fig. 4. A graph of the entropy of comments in time for the "Fire" category incidents

Повышенная энтропия в периоды максимальной активности горожан (рис. 5) свидетельствует о большем количестве уникальных и разнообразных мнений по обсуждаемой теме, что делает реакцию аудитории более объемной и насыщенной.

Производная энтропии позволяет выделить моменты резких изменений в объеме и разнообразии комментариев. Точки, где наблюдаются эти процессы, могут указывать на значимые события или изменения в общественном мнении, что важно для

анализа кризисных ситуаций и принятия решений. Приведенные графики дают комплексное понимание динамики и реакций пользователей в социальных сетях в ответ на инциденты, позволяя более эффективно управлять информационными потоками в условиях ЧС.

Результаты и их обсуждение

Разработанная программа представляет собой многофункциональный инструмент,

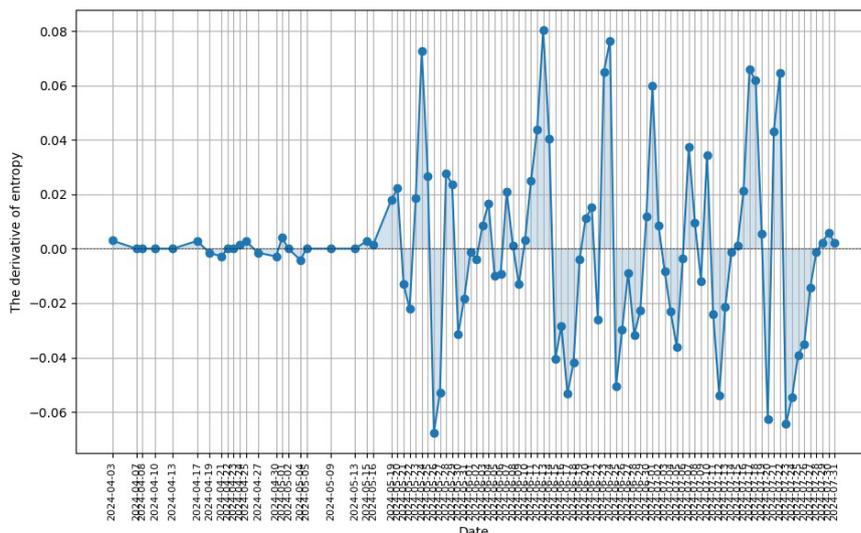


Рис. 5. График производной энтропии комментариев от времени для инцидентов категории «Пожар»
 Fig. 5. Graph of the first derivative of the entropy of comments from time for the "Fire" category incidents

способный значительно улучшить процессы обработки данных в условиях современного информационного потока, что делает ее ценным активом для всех заинтересованных сторон. Результаты тестирования программы показали, что автоматизированный подход сбора, обработки и анализа данных о событиях, обсуждаемых в социальной сети «ВКонтакте», ускоряет процесс мониторинга инцидентов и позволяет глубже понять реакцию общества на различные ЧС. Кроме того, она позволяет делать следующее.

- Осуществлять поддержку принятия управленческих решений. Структурированные отчеты и визуализации, создаваемые программой, предоставляют руководителям возможность принимать более обоснованные решения на основе актуальных данных.
- Прогнозировать и предотвращать кризисы и ЧС за счет комбинирования статистики с историческими данными по аналогичным событиям. Это позволит создавать более вероятные сце-

нарии о развитии событий и заранее разрабатывать меры по предотвращению и митигации последствий аварий и катастроф.

Разработка и внедрение программы позволяет существенно повысить уровень мониторинга и анализа коммерческой, социальной и экологической информации в реальном времени, что способствует созданию более открытого диалога между властями и обществом.

Усовершенствования программы мониторинга социальных сетей

В современных условиях, когда скорость получения и анализа информации играет критическую роль в управлении городскими процессами, эффективность программ мониторинга социальных сетей значительно влияет на качество реагирования на различные события, включая ЧС. Для повышения эффективности и расширения функциональности программа совершенствуется по следующим ключевым направлениям.

- **Улучшение точности поиска.** Расширение списка ключевых слов (например, использование синонимов и связанных терминов, что, в свою очередь, обеспечит более полное покрытие информации, относящейся к различным аспектам городской жизни) и совершенствование алгоритмов фильтрации постов и комментариев позволят более точно выявлять события, важные для отслеживания активности.
- **Внедрение методов машинного обучения.** Использование этой технологии позволяет автоматизировать процесс категоризации данных, прогнозировать тенденции на основе текстовых анализов и выявлять паттерны, что позволяет предугадывать потенциальные угрозы или социальные волнения.
- **Расширение функциональности программы путем интеграции с другими социальными сетями.** Это позволяет охватить более широкий спектр данных и выявить сложную социальную динамику в реальном времени. Чем больше информации соберется из различных источников, тем точнее будет картина происходящих событий.
- **Применение алгоритмов sentiment-анализа упрощает оценку эмоционального окраса сообщений и степени серьезности аварийной ситуации и потребности в помощи.** Это дает возможность быстро реагировать на негативные события и корректировать планы действий в зависимости от реакции граждан.

Перечисленные выше усовершенствования ПК приводят к увеличению объема обрабатываемых данных и необходимости фильтрации сведений с целью выделения

релевантной информации, важной для принятия решений.

Отслеживание комментариев из социальных сетей порождает вопросы конфиденциальности и этики. Важно найти баланс между необходимостью быстрого реагирования на ЧС и защитой частной жизни пользователей. Установление прозрачных правил работы с данными и соблюдение этических норм — неотъемлемая часть эффективного использования технологий мониторинга.

Заключение

В работе описан новаторский вероятностно-энтропийный подход к оценке социальных волнений, которые неизбежно возникают после каждой аварии или стихийного бедствия, связанного с прекращением/ухудшением функционирования городской инфраструктуры жизнеобеспечения. Это актуальная проблема современности. Работа способствует точной оценке времени адаптации и восстановления сообщества, подвергшегося социально-когнитивной опасности, и компетентному социально-экономическому устранению последствий городских аварий.

Разработанный ПК представляет собой инструмент для автоматизированного мониторинга социальной реакции на техногенные инциденты. Программа позволяет:

- автоматизировать сбор данных из социальной сети «ВКонтакте»;
- проводить вероятностно-энтропийный анализ общественных настроений;
- выявлять пики социальной активности по заданной тематике;
- создавать структурированные отчеты для поддержки принятия решений.

Представленная программа эффективно демонстрирует принципы автоматизированного мониторинга и вероятностно-энтропийного анализа данных в социальных медиа. Исследования в этой сфере помогут лицам,

принимающим решения, более грамотно регулировать вопросы, связанные с ликвидацией социальных и когнитивных последствий аварий, и оперативно отслеживать социально-экономическую обстановку в регионе.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Тимашев С. А., Малютина Е. В. Энтропийный анализ социальной активности во время и после крупных аварий городской инфраструктуры. Екатеринбург : Уральский рабочий, 2023. 66 с.
2. Прикладная математика и информатика : тр. 66-й Всерос. науч. конф. МФТИ, 1–6 апреля 2024 г. М. : Физматкнига, 2024. С. 74–76.
3. Timashev S., Malyutina E. Entropy Analysis of Social Unrest After Large Urban Infrastructure Accidents//ASCE INSPIRE. 2023. №1. pp. 631–639. DOI: <https://doi.org/10.1061/9780784485163.074>.
4. Al-Quran M. W. Traditional media versus social media: challenges and opportunities // Technium: Romanian Journal of Applied Sciences and Technology. 2022. Vol. 4, № 10. pp. 145–160.
5. Численность постоянного населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2024 г. // Федеральная служба государственной статистики : офиц. сайт. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282> (дата обращения: 17.06.2024).

REFERENCES

1. Timashev S. A., Malyutina E. V. Entropy analysis of social activity during and after major accidents of urban infrastructure. Ekaterinburg : Uralsky Rabochiy, 2023. 66 p.
2. Applied mathematics and informatics : Proc. of 66th All-Russian Scientific Conference. 66th All-Russian Scientific Conf. MIPT, April 1-6, 2024. M. : Fizmatkniga, 2024. pp. 74–76.
3. Timashev S., Malyutina E. Entropy Analysis of Social Unrest After Large Urban Infrastructure Accidents//ASCE INSPIRE. 2023. №1. pp. 631–639. DOI: <https://doi.org/10.1061/9780784485163.074>.
4. Al-Quran M. W. Traditional media versus social media: challenges and opportunities // Technium: Romanian Journal of Applied Sciences and Technology. 2022. Vol. 4, № 10. pp. 145–160.
5. The number of permanent population of the Russian Federation by municipalities as of January 1, 2024 // Federal State Statistics Service : official website. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282> (date of application: 17.06.2024).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Малютина Елизавета Владимировна, аспирант УрО РАН, младший научный сотрудник НИЦ «НиР БСМ» УрО РАН (620049, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, 54-а); ResearcherID: HKD-9398-2023; ORCID: 0000-0002-7454-4858; e-mail: 2malyutina2@mail.ru

Тимашев Святослав Анатольевич, д-р техн. наук, проф., научный руководитель и главный научный сотрудник НИЦ «НиР БСМ» УрО РАН (620049, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, 54-а), профессор кафедры САПРОС Института строительства и архитектуры УрФУ (620002, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 17); РИНЦ ID: 526037; Scopus Author ID: 7005453977; ResearcherID: L-3270-2017; ORCID: 0000-0002-6330-8163; e-mail: timashevs@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elizaveta V. Malyutina, postgraduate student, Junior Researcher, NIR BSM Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (54-a Studencheskaya St., Ekaterinburg, 620049, Russian Federation); ResearcherID: HKD-9398-2023; ORCID: 0000-0002-7454-4858; e-mail: 2malyutina2@mail.ru

Svatoslav A. Timashev, Dr. Sci. (Eng.), prof, Scientific Director and Chief Researcher of the Research Center “NIR BSM”, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (54-a Studencheskaya St., Ekaterinburg, 620049, Russian Federation), Professor of SAPROS Department Institute of Civil Engineering and Architecture UrFU (17 Mira St., Ekaterinburg, 620002, Russian Federation); RINC ID: 526037; Scopus Author ID: 7005453977; ResearcherID: L-3270-2017; ORCID: 0000-0002-6330-8163; e-mail: timashevs@gmail.com

Поступила в редакцию 23.01.2025
Одобрено после рецензирования 24.03.2025
Принята к публикации 15.06.2025