

РАЗРАБОТКА ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АКУСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА С ФУНКЦИЕЙ ДЕТЕКЦИИ КРИТИЧЕСКИХ ЗВУКОВ В ЗАДАННОМ ДИАПАЗОНЕ ДЕЦИБЕЛ И ЭКСТРЕННЫМ ОПОВЕЩЕНИЕМ НАСЕЛЕНИЯ ЧЕРЕЗ МОБИЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Мишук В.Е.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Бересневич А.И. – магистр техн. наук, ст. преподаватель кафедры ПИКС

Аннотация. В статье рассматривается идея разработки специализированной системы акустического мониторинга, предназначенной для реагирования на критические звуки в заданном диапазоне частот и децибел в условиях городской среды и местах массового пребывания людей. Анализируются принципы работы модуля обнаружения, основанного на обработке характеристик звука и сравнении с заданными диапазонами для отсеивания не подходящих во избежание ложных срабатываний. Идея интегрирования системы с протоколами экстренного оповещения, обеспечивающей мгновенную рассылку геолокационных сигналов тревоги на мобильные устройства граждан, находящихся в радиусе срабатывания системы. Рассматриваются ключевые аспекты повышения ситуационной осведомлённости, сокращения времени реагирования и минимизации рисков для граждан.

Ключевые слова: акустический мониторинг, система обнаружения звуков, интеллектуальная детекция, экстренное оповещение населения, геолокация, *Cell Broadcast*, безопасность мест массового пребывания.

Введение. Современные системы безопасности мест массового пребывания людей в основном осуществляются через видеокamеры (визуальный контроль). Однако критически важные события часто идентифицируются по звуку (крики, шум падения, звуки разрушений), который не всегда может быть передан видеокamerой. Традиционные методы оповещения (громкоговорители, сирены) не всегда эффективны в условиях городского шума и не позволяют адресно проинформировать только тех граждан, которым угрожает непосредственная опасность. Также они способны лишь больше разжечь панику и дезориентировать граждан. Разработка систем, которые способны автоматически отслеживать критические звуки и мгновенно оповещать людей в зоне риска через их мобильные устройства, является актуальной задачей повышения безопасности.

Основная часть. Система акустического мониторинга представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из чувствительных датчиков (микрофонов), модуля обработки сигналов и модуля оповещения. В отличие от стандартных приборов, показывающих уровень шума, задачей системы является не просто измерение уровня громкости в децибелах, а классификация источника звука. Ключевым элементом является модуль детекции, работающий в заданном диапазоне, например, от 80 дБ и выше, что позволяет игнорировать фоновый шум и фокусироваться на потенциально опасных акустических событиях [1].

1 Алгоритмы обработки и фильтрации. Для идентификации угроз рекомендуется использовать методы спектрального анализа и машинного обучения. Звуковой сигнал преобразуется в спектрограмму, после чего искусственный интеллект может сравнить его с заданными шаблонами. Важнейшей задачей является отсеивание ложных срабатываний, так как система должна отличать звук разбитого стекла, петарды криков нескольких людей от хлопка двери, грома, плача ребенка. В местах массового пребывания людей, где высока плотность случайных звуков, шумов, качество фильтрации должно быть приоритетной задачей.

2 Принцип геолокационного оповещения. После подтверждения факта критического события, превышение порога громкости и совпадение полученной спектрограммы с заданным шаблоном, система определяет координаты инцидента и включает модуль экстренного оповещения. Интеграция с сотовыми сетями позволяет использовать технологию *Cell Broadcast*, при которой сигнал тревоги рассылается на все мобильные устройства, подключенные к базовым станциям в заданном радиусе, например 500 метров от места срабатывания датчика [2]. Это гарантирует получение сигнала гражданами с ограниченными возможностями, а также людям, у которых отключен звук на телефоне. Это позволяет избежать паники среди населения, находящегося за пределами опасной зоны.

3 Преимущества и недостатки подхода. При оценке эффективности внедрения систем акустического мониторинга с функцией экстренного оповещения необходимо учитывать как их явные преимущества перед традиционными методами обеспечения безопасности, так и существующие ограничения, связанные с технической реализацией и инфраструктурными требованиями.

Преимуществами системы являются:

- реакция на автоматическое оповещение гораздо быстрее, чем при визуальном обнаружении через видеокамеры или при звонке очевидца.
- информирование только людей в зоне реальной опасности не допускает поднятие паники вне зоны, где была зафиксирована угроза.
- в отличие от видео, звуковые датчики работают одинаково эффективно днем и ночью, а также в условиях ограниченной обзорности и недостаточной видимости.
- автоматизация процесса первичного обнаружения позволяет снизить нагрузку на операторов служб экстренного реагирования.

К недостаткам можно отнести сложность настройки алгоритмов распознавания под конкретную акустическую среду города, высокую стоимость высокоточных датчиков и зависимость от инфраструктуры сотовых операторов для реализации рассылки. Недостатками также являются высокая стоимость высокоточных акустических датчиков и необходимость их размещения с определенной плотностью, обеспечивая точную детекцию источника звука, увеличивают бюджет внедрения системы, особенно на крупных территориях со сложной архитектурой. Зависимость от инфраструктуры сотовых операторов для реализации механизма рассылки геолоцированных оповещений накладывает ограничения на зону покрытия, требует заключения соглашений с провайдерами связи и создает риски сбоев при перегрузке сетей в момент чрезвычайной ситуации.

Однако, несмотря на перечисленные недостатки, развитие технологий обработки сигналов и повсеместное распространение мобильной связи создают предпосылки для постепенного преодоления указанных ограничений. Совершенствование методов машинного обучения позволяет повышать точность распознавания звуков, а внедрение стандартов 4G и 5G и технологии *Cell Broadcast* открывает новые возможности для надежного и быстрого оповещения населения.

4 Интерес представляет зарубежный опыт интеграции систем детекции угроз с мобильными протоколами оповещения. В частности, израильская национальная система оповещения «Цева Адом» (ивр. צבא אדום – «Красный цвет») демонстрирует эффективность подхода, основанного на автоматическом выявлении источника опасности с помощью радиолокационных средств и последующей рассылке сигнала тревоги населению, находящемуся в зоне потенциального поражения [3]. С 2014 года оповещения системы доступны через мобильные приложения, а в настоящее время Командование тыла Израиля использует технологию *Cell Broadcast*, позволяющую мгновенно рассылать геолоцированные предупреждения на все мобильные устройства в опасном радиусе даже при перегруженности сетей [4]. Адаптация данного принципа для задач акустической детекции критических уровней шума позволяет создать локальный «цифровой периметр» безопасности в местах массового пребывания людей [5].

Заключение. Разработка и внедрение систем акустического мониторинга с функцией детекции критических звуков и последующим оповещением населения через мобильные устройства является перспективным направлением повышения безопасности в местах массового пребывания людей. Системы позволяют сократить время реагирования экстренных служб, предупредить граждан адресно, без лишней паники, повышая их шансы на избежание опасности. Технические сложности, связанные с фильтрацией шумов и интеграцией с телеком-операторами, не должны останавливать развитие данного направления, что позволит создать более эффективный уровень общественной безопасности.

Список литературы

1. Быков А.В. Методы и алгоритмы обнаружения и классификации акустических сигналов в системах безопасности: учеб. пособие / А.В. Быков, Н.Н. Смирнов. – Москва : МГТУ им. Баумана, 2021. – 120 с.
2. Петров, И.С. Системы оповещения населения: от сирен до Cell Broadcast / И.С. Петров – Технологии гражданской безопасности, 2023. – 51 с.
3. Цева адом / Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Цева_адом – Дата доступа: 06.03.2026.
4. «Тыловой вой». Как дозвониться всему Израилю на выключенные телефоны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://m.47news.ru/articles/271258/>. – Дата доступа: 06.03.2026.
5. New: Local authorities will be able to send emergency burst messages to cell phones [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ch10.co.il/en/news/952474/> – Дата доступа: 06.03.2026.

UDC 62.783.1

THE USE OF INTEGRATED VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS WITH A MODULE FOR DETECTING ABANDONED ITEMS, MONITORING AND ACCESS CONTROL IN PLACES OF MASS PRESENCE OF PEOPLE

Mishuk V.E.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Beresnevich A.I.. – Master of Tech. Sci., Senior Lecturer at the Department of ICSD

Annotation. The article discusses the concept of developing a specialized acoustic monitoring system designed to respond to critical sounds within a specified frequency and decibel range in urban environments and places of mass gathering. The operating principles of the detection module are analyzed, which is based on processing sound characteristics and comparing them with predefined ranges to filter out irrelevant sounds in order to prevent false alarms. The idea of integrating the system with emergency notification protocols is considered, enabling instant distribution of geolocated alert signals to the mobile devices of citizens within the system's activation radius. Key aspects of improving situational awareness, reducing response time, and minimizing risks to citizens are examined.

Keywords: acoustic monitoring, sound detection system, intelligent detection, emergency public notification, geolocation, safety of mass gathering places.