

## **АННОТАЦИЯ**

диссертационной работы на тему:

**«ИССЛЕДОВАНИЕ ОБНАРУЖЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОСНОВЕ АУДИОСИГНАЛОВ»**,  
представленной на соискание доктора философии (PhD) по специальности  
«6D071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникации»

### **ДОСБАЕВ ЖАНДОС МАХСУТУЛЫ**

**Актуальность работы.** Обеспечение безопасности граждан, является важной задачей для государства. Однако по всему миру и в нашей стране остро стоит проблема поиска эффективных подходов и решений по предотвращению чрезвычайных ситуаций социального характера такие как семейное насилие, кражи, вооруженные нападения, терроризм и т.д.

Статистика насилия, особенно в отношении детей и женщин растет с каждым годом. Стало известно, что во время пандемии covid-19, число таких случаев увеличилось. По данным ООН, около 300 млн детей в возрасте от 2 до 4 лет подвергаются насилию[1]. Только в 2017 году по этой причине погибло 40 150 детей в возрасте до 18 лет. По данным ЮНИСЕФ Казахстана, 44% учащихся подвергались насилию в школе и 24% учащихся совершали насильственные действия с отношении других детей[2]. Также сообщается, что 150 млн подростков в возрасте от 13 до 15 лет подверглись насилию на территории школы[3].

Общественные активисты бьют тревогу по поводу насилия в отношении женщин. В ходе опроса, проведенного в 13 странах, было установлено, что каждая вторая женщина сама или близкий человек становилась жертвой домашнего насилия. Согласно информации, предоставленной Национальным статистическим бюро Агентства реформ и стратегического управления Республики Казахстан, в 2020 году зарегистрировано 63 447 случаев, а в 2021 году – 61 464 случаев домашнего насилия в отношении женщин[4].

По подсчетам МВД РК, за 2020 год зарегистрировано 163 226, за 2021 год - 157 884 , а за 10 месяцев 2022 года -140 592 уголовных нарушения: 53 386 краж, 417 насильственных преступлений, 2044 хулиганства и др. За первое полугодие 2021 года в стране выявлено 139 правонарушений, связанных с экстремизмом и терроризмом[5]. А в мире ежегодно погибает 250 000 человек из-за оружия[6-7].

Судя по результатам вышеприведенной статистики чрезвычайных происшествий социального характера, таких как оружие, насилие среди подростков и в отношении женщин, кражи, повреждение имущества граждан и т.д., свидетельствует о наличии неотложных проблем и указывает на необходимость эффективных решений по обеспечению безопасности граждан.

Сегодня автоматизированные технологии становятся неотъемлемой частью повседневной жизни человека. Еще одна область использования АТ – выявление чрезвычайных событий в общественных местах и обеспечение безопасности граждан сохранения бдительность. Изучение автономных систем наблюдения в первую очередь связано с компьютерным зрением для обнаружения событий. Сочетание систем акустического мониторинга с системами видеонаблюдения (ССТV) повысит эффективность распознавания активности и предоставит дополнительный источник информации.

Эксперты утверждают, что в 90% случаев физической агрессии предшествуют вербальная агрессия, такие как, крики, грубые слова и т. д. Соответственно, через аудиоданные можно получить ценную информацию и данные об чрезвычайном ситуаций. Для обнаружения, предотвращения и расследования чрезвычайных происшествий используются автоматизированные системы аудиоанализа, работающие в режиме реального времени.

В настоящее время для обеспечения безопасности широко используются системы видеонаблюдения. Однако системы видеонаблюдения не могут обеспечить полную безопасность из-за некоторых свойственных недостатков. Например, системы видеонаблюдения не могут обеспечить полное наблюдение в ночное время на территориях, не оборудованных системами освещения. А с экономической точки зрения стоимость обслуживания аудиосистем, стоимость устройств и комплектующих ниже, чем у систем видеонаблюдения. Кроме того, поскольку системы безопасности работают в режиме реального времени, объем аудиоданных меньше, чем у видеозаписей. Соответственно, будут смягчены технические требования к пропускной способности. В качестве записывающего устройства могут использоваться акустические датчики или микрофоны и даже смартфоны. Эти преимущества систем на основе аудиоданных свидетельствуют о том, что такие системы востребованы в сфере безопасности. Это, в свою очередь, определяет актуальность изучения автоматизированных систем обнаружения чрезвычайных ситуаций на основе аудио данных в режиме реального времени.

С каждым годом увеличивается количество исследований, проводимых по теме диссертационной работы. Обнаружение и классификация чрезвычайных ситуаций с помощью методов глубокого обучения на основе звуковых сигналов привлекает особый интерес исследователей. Это связано с тем, что текущий период является основой многих исследовательских работ из-за полноты трех технических движущих сил машинного обучения: высокопроизводительное оборудование; в связи с развитием Интернета доступно достаточное количество данных и наличие тестов; алгоритмические достижения. Например, организуются различные семинары по аудио обработке, а участникам предоставляется возможность представить свои решения и протестировать их. Одним из самых известных из таких семинаров является челлендж DCASE. Мероприятие проводится ежегодно с целью рассмотрения различных типов задач, связанных со звуком, по

классификации и обнаружению, обновляя задачи и наборы данных. Среди этих задач можно найти такие задачи, как звуковые события и их локализация, звуковое обнаружение, звуковой анализ окружающей среды, классификация акустических событий, а также обнаружение редких звуковых событий. Однако, поскольку задачи, представляемые на таких семинарах, не направлены на выявление только чрезвычайных ситуаций, для более широкого описания чрезвычайных ситуаций не созданы наборы аудиоданных. А результаты работы других исследователей ограничиваются лишь небольшим количеством классов. Поэтому системы обнаружения нескольких классов чрезвычайных ситуаций социального характера на основе обработки звуковых сигналов требуют исследования.

**Предметом исследования** являются методы анализа аудиосигналов и предварительной обработки аудиоданных, нейросетевые архитектуры и алгоритмы обнаружения чрезвычайных ситуаций.

**Цель работы** – создание модели обнаружения и классификации с высокой точностью чрезвычайных ситуаций на основе импульсов звукового сигнала, работающей в режиме реального времени.

**Задачи исследования.** Для достижения цели исследовательской работы были поставлены следующие задачи:

- Проведение сравнительного анализа методов обработки аудиоданных и моделей обнаружения чрезвычайных ситуаций на основе аудиоанализа;
- Создание набора аудиоданных (dataset), используемого для обучения модели обнаружения чрезвычайных ситуаций на основе аудиосигналов;
- Создание модели глубокого обучения для обнаружения чрезвычайных ситуаций и задач мультиклассификации на основе импульсов аудиосигнала;
- Тестирование и оценка построенной модели.

**Методы исследования.** Для выполнения задач, поставленных в исследовательской работе, использовались методы машинного обучения, цифровой обработки аудиосигналов, акустический метод записи аудиоданных.

**Объект исследования.** Аудиосигналы.

**Научная новизна и значимость научно-исследовательской работы.** Создана комбинированная архитектура нейронной сети CNN-BiLSTM для обработки аудиоданных, обученная на наборе данных, собранный по нескольким классам чрезвычайных ситуаций, для обнаружения чрезвычайных ситуаций на основе импульсов аудиосигнала и выполнение задачи мультиклассификации в режиме реального времени. развитый. Число обучаемых параметров увеличивается за счет использования комбинации CNN-BiLSTM.

**Практическая значимость исследования.** Предлагаемая модель обнаруживает восемь классов чрезвычайных ситуаций на основе обработки звуковых сигналов в общественных местах, такие как, железнодорожные вокзалы, аэропорты, транспортные станции, торгово-развлекательные центры, учебные заведения, жилые комплексы и другие инфраструктуры.

### *Влияние полученных результатов на развитие науки и техники.*

Набор данных и результаты, полученные в ходе исследовательской работы, может быть использована другими исследователями в качестве методического руководства при проведении исследований по обнаружению чрезвычайных ситуаций на основе звуковых сигналов, сборе и предварительной обработке данных, выборе и обучении нейросетевых моделей.

Автореферат, подготовленный по результатам диссертации, введен в учебный процесс «Алматинской академии МВД Республики Казахстан имени М. Есболатова».

**Личный вклад автора.** Все результаты диссертационного научного исследования получены самим автором. Утверждение задач для достижения цели исследования, анализ методов исследования и внедрения предложенной системы, анализ результатов научных исследований проводились под руководством автора, его научного руководителя и зарубежного научного руководителя. Результаты других исследователей, использованные в ходе исследования, были указаны ссылками на соответствующую литературу.

**Связь исследовательской работы с другими исследовательскими работами.** Проект «AP149715555 Проектирование и внедрение системы обеспечения безопасности в режиме реального времени в закрытых помещениях с применением методов машинного обучения» реализуется в рамках проекта «Жас Ғалым» на 2022-2024 годы.

### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Набор данных по восьми различным классам, описывающий чрезвычайные ситуаций.
2. Модель, которая обнаруживает чрезвычайные ситуаций по восьми различным классам на основе обработки аудио данных.
3. Комбинированная нейросетевая архитектура CNN-BiLSTM, позволяющая увеличить точность обнаруживания чрезвычайных ситуаций на основе аудиосигнала.

**Публикации.** По результатам научно-исследовательской работы были опубликованы 8 научных статей, 2 статьи в международных рецензируемых научных журналах с ненулевым импакт-фактором, входящем в базу данных Scopus (перцентиль 79%, 31%), 2 статьи в конференциях, входящих в базу Scopus, 3 статьи в изданиях, рекомендованных КОКСОН МНВО РК, 1 статья в других международных конференциях.

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты диссертационного исследования было представлено и обсуждено на семинарах кафедры «Радиотехника, электроника и космические технологии» КазННТУ им. К. И. Сатпаева (Казахстан, г. Алматы); Международная научно-практическая конференция «Сатбаевские чтения -2020», Satbayev University, (РК, г. Алматы, 2020 г.); 2020 8th International Conference on Information Technology and

Multimedia (ICIMU) – IEEE, (Selangor, Malaysia 2020); 13th International Conference, ICCCI 2021, (Kallithea, Rhodes, Greece, 2021)

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, 4 частей, заключения, списка использованной литературы. Общий объем работы составляет 104 страниц, 56 рисунков, 6 таблиц, список использованной литературы состоит из 99 наименований.