

АННОТАЦИЯ

на диссертационную работу **БЕРДИБАЕВОЙ ГУЛЬМИРЫ КУАНЫШБАЕВНЫ** «Совершенствование методик и средств обработки речевых сигналов на основе бионического метода для систем голосового управления в условиях ЧС», представленную на соискание учёной степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071600 – Приборостроение

Актуальность работы. Обеспечение коммуникации человека с информационной системой является одним из самых приоритетных направлений в области информационных технологий. В настоящее время применение голосового управления в качестве интерфейса взаимодействия получило широкую популярность в информационно-измерительных и управляющих системах (ИИУС), особенно в сферах деятельности, где присутствие человека связано с риском для его жизни и обосновано применение роботизированных механизмов. Голосовое управление основано на технологии распознавания речи, представляющей собой обработку речевых сигналов путём фильтрации и подавления шума, сегментации на информативные участки с целью определения информативных параметров, отражающих уникальные свойства речи.

Целью работы является улучшение характеристик систем голосового управления двойного назначения на основе бионического метода для применения в нормальных условиях и чрезвычайных ситуациях.

Задачи исследования:

1. Критический анализ условий применения систем голосового управления (СГУ) двойного назначения и существующих методик и средств распознавания речи и голосового управления.
2. Разработка новой методики построения систем голосового управления двойного назначения, позволяющей на основе бионического метода повысить надёжность функционирования.
3. Разработка критериев и способа зонирования для определения зон территориальной техносферы.
4. Разработка новой методики предварительной обработки речевых команд, отличающейся:
 - выделением в речевом сигнале сегментов сигнал/пауза с определением границ и информационных параметров фонем в потоке осмысленной речи и определения средней длительности звука;
 - усовершенствованным алгоритмом фильтрации нестационарных фоновых шумов, основанным на преобразованиях Гильберта-Хуанга и анализе шумовых и энергетических характеристик эмпирических мод (ЭМ) для определении моды, содержащей основной тон.
5. Разработка новой методики нейросетевого анализа (НСА) речевых команд.
6. Разработка системы голосового управления роботизированными механизмами.

Методы исследования. Для решения поставленных задач в работе использованы методы бионики, теории искусственных нейронных сетей, теории цифровой обработки сигналов, теории измерений.

Достоверность полученных результатов обусловлена непротиворечивостью и полнотой исходных предпосылок, корректным использованием аналитических и расчетных методов, сопоставимостью результатов теоретического исследования с экспериментальными данными и практической реализацией предложенной методики анализа речевых команд в составе макета системы голосового управления.

Научная новизна исследования состоит в следующем:

1. Впервые предложен подход к построению системы голосового управления двойного назначения на основе бионического метода в условиях сложной сигнально-помеховой обстановки, позволяющий более достоверно распознать команды управления роботизированными механизмами.

2. Разработан новый алгоритм распознавания речи, отличающийся дублированием при формировании речевой команды и обеспечивающий более надёжное функционирование системы голосового управления (не менее 99%) по сравнению с известными алгоритмами.

3. Разработан новый способ зонирования территориальной техносферы по критерию риска здоровью населения, отличающийся использованием:

- гетерогенной группы беспилотных воздушных судов для выявления факторов негативного воздействия на объекты территориальной техносферы в нормальных условиях и минимизации последствий в чрезвычайных ситуациях;
- геоинформационной системы для создания динамической карты территориальной техносферы и наглядного на ней представления экологической обстановки.

4. Разработана новая методика предварительной обработки речевых команд, отличающаяся усовершенствованным алгоритмом фильтрации нестационарных фоновых шумов, основанным на преобразованиях Гильберта-Хуана и анализе шумовых и энергетических характеристик эмпирических мод для определения моды, содержащей основной тон.

5. Адаптирована структура нейронной сети *LSTM* и методика нейросетевого анализа речевых команд, которые по результатам проведённого экспериментального исследования речевой команды обеспечивают достоверность распознавания речевых команд выше на 5%, чем у известных способов анализа речевых сигналов.

6. Предложена и обоснована структура системы голосового управления двойного назначения на основе бионического метода, реализующая новые способы анализа речевых сигналов и обеспечивающая достоверное (не менее 99%) распознавание речевых команд в условиях сложной сигнально-помеховой обстановки.

Практическая значимость исследования заключается в том, что:

1. Предложенные методики обработки речевых сигналов могут быть использованы при построении новых систем голосового управления.

Результаты диссертационного исследования были частично реализованы в системе голосового управления макетами мобильных роботов. Результаты апробации на кафедре «Робототехники и технических средств автоматики» Satbayev University свидетельствуют о повышении надёжности функционирования системы голосового управления.

2. Новый способ зонирования территориальной техносферы на основе использования гетерогенной группы беспилотных воздушных судов и геоинформационной системы идентифицирует участки территориальной техносферы с различной интенсивностью явлений и предоставляет собой инструмент для оперативного планирования, организации и проведения работ на территории техносферы.

3. Результаты диссертационного исследования используется в учебном процессе кафедры «Робототехники и технических средств автоматики» Satbayev University.

Реализация и внедрение результатов работы. Разработанный при участии автора работы прототип системы голосового управления применяется в учебном процессе кафедры «Робототехника и технические средства автоматики» Satbayev University и ТОО "MedRemZavod Holding" принято к использованию в производственном процессе и проектно-исследовательских работах бионический метод создания систем голосового управления для управления роботизированными исполнительными механизмами.

На защиту выносятся:

1. Предложенные методики обработки речевых сигналов могут быть использованы при построении новых систем голосового управления. Результаты диссертационного исследования были частично реализованы в системе голосового управления макетами мобильных роботов. Результаты апробации на кафедре «Робототехники и технических средств автоматики» Satbayev University свидетельствуют о повышении надёжности функционирования системы голосового управления.

2. Новый способ зонирования территориальной техносферы на основе использования гетерогенной группы беспилотных воздушных судов и геоинформационной системы идентифицирует участки территориальной техносферы с различной интенсивностью явлений и предоставляет собой инструмент для оперативного планирования, организации и проведения работ на территории техносферы.

3. Результаты диссертационного исследования используется в учебном процессе кафедры «Робототехники и технических средств автоматики» Satbayev University.

Личный вклад автора. Основные результаты, выносимые на защиту, получены автором лично. Результаты, опубликованные совместно с другими авторами, принадлежат авторам в равных долях. Результаты других авторов, которые использованы при изложении, содержат ссылки на соответствующие источники.

Апробация результатов исследования. Основные результаты работы представлены на 4 международных и научно-технических конференциях и симпозиумах, в том числе на Международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения-2017» (Алматы 2017), XVIII международной конференции молодых специалистов по «Микро/нанотехнологиям и электронным приборам», EDM 2017, (Новосибирск 2017); XXI Международной конференции молодых специалистов по «Микро/нанотехнологиям и электронным приборам», EDM 2020, (Новосибирск 2020); Уральский симпозиум «Биомедицинская инженерия, радиоэлектроника и информационные технологии» (Екатеринбург 2021).

Публикации. Основные положения работы представлены в 10 публикациях, в том числе, 1 статья в журнале входящий в базу данных Scopus (процентиль 26%), 3 статьи в международных конференциях входящий в базу данных Scopus, 1 статья в изданиях рекомендованных ККСОН РК, 2 статьи в журналах входящих в РИНЦ, 2 патента РФ на изобретение, 1 статья в других изданиях.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем работы составляет 109 страниц, работа содержит 52 рисунков, 10 таблиц, список литературы, включающий 122 наименований.