

Применяемые в наши дни IT-технологии имеют немало преимуществ, однако одновременно с этим они угрожают кибербезопасности. Организации, разработчики и конечные пользователи должны быть в курсе последних тенденций и активно принимать участие в создании безопасного цифрового будущего. Лишь путем совместных усилий можно обеспечить стабильность и безопасность в мире, в котором технологии являются обязательной частью жизни современного общества.

### **Список использованных источников**

1 Гладких А. В. Методы защиты от DDoS –атак в интеллектуальных сетях / А. В. Гладких // Цифровая трансформация общества и информационная безопасность: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 18 мая 2022 г.) - Екатеринбург, 2022. - С. 3-5.

2 Ефремов Н. А. Процессы информатизации экономики и информационная безопасность / Н. А. Ефремов, Т. В. Мужжавлева // Экономика и предпринимательство. - 2023. - № 3. - С. 287-294.

3 Полтавцева М. А. Комплексное организационное обеспечение управления информационной безопасностью субъекта КИИ = Comprehensive Organizational Support for Information Security Management of the CII Subject / М. А. Полтавцева, Е. А. Ворошин // Защита информации. Инсайд. - 2023. - № 2. - С. 7-13.

УДК 534.44

**Е.Г. Зайцева, А.И. Занько, Р.А. Борисенок, М.А. Валай**

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗВУКОВОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ЧЕЛОВЕКА И МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНИКИ**

*Аннотация.* Обоснована возможность использования звукового анализа для исследования динамики дыхательной функции человека и мониторинга технического состояния техники. Разработаны методики проведения соответствующих измерений.

**E.G. Zaitseva, A.I. Zanko, R.A. Borisenok, M.A. Valai**

Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

## **THE USE OF SOUND ANALYSIS TO STUDY THE DYNAMICS OF HUMAN RESPIRATORY FUNCTION AND MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF EQUIPMENT**

***Abstract.** The possibility of using sound analysis to study the dynamics of human respiratory function and monitoring the technical condition of equipment is substantiated. Methods of carrying out appropriate measurements have been developed.*

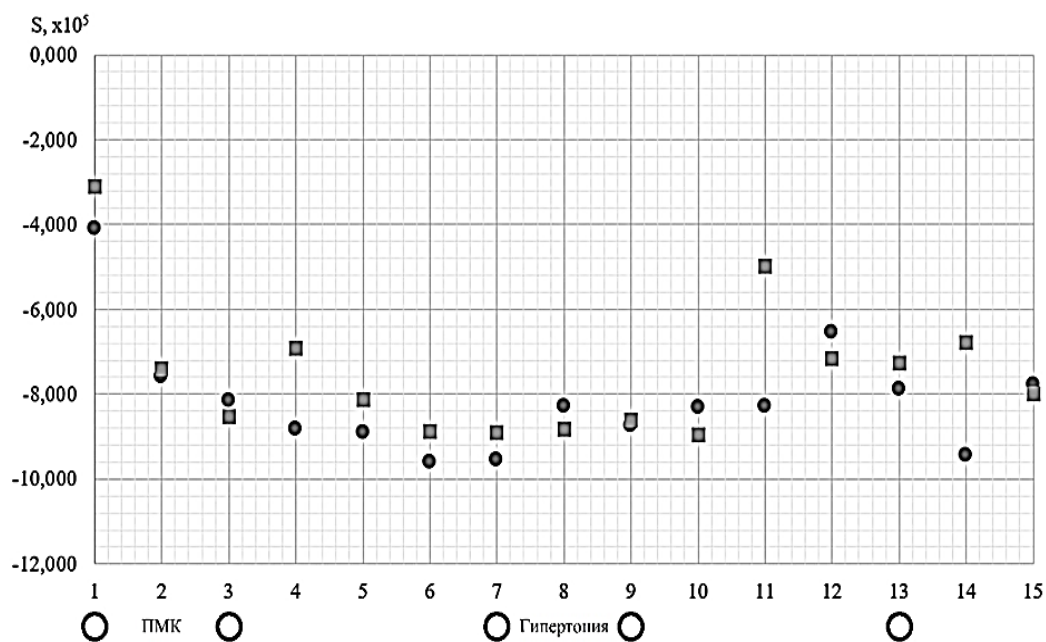
Целью настоящего исследования является обоснование возможности использования звукового анализа в системе «интеллектуальная окружающая среда» как для дистанционного мониторинга динамики дыхательной функции человека, так и мониторинга технического состояния бытовой техники. Актуальность исследований вытекает из необходимости оперативно получать и обрабатывать информацию о состоянии здоровья пациента дистанционно, что требуется в рамках концепции «дистанционная медицина», а также анализировать и корректировать физические нагрузки при занятиях спортом и физкультурой. Кроме того, в системе умный дом целесообразно производить постоянный мониторинг состояния бытовой техники и оперативно передавать полученную информацию производителям и в обслуживающие центры.

Для достижения первой части указанной цели были решены следующие задачи: разработана методика эксперимента, выбран вид тестовой нагрузки, обоснована возможность использования смартфонов для записи и дистанционной передачи сигнала, выбрано программное обеспечение для обработки сигнала.

В качестве тестовой нагрузки участникам эксперимента предлагалось выполнить в комфортном для них темпе 15 приседаний. В состав тестовой группы входили 15 студентов - юношей третьих и четвертых курсов. Вид нагрузки был выбран из соображений отсутствия специальных требований к оборудованию. Очевидно, что для тестов в других возрастных группах может быть выбран иной вид нагрузки. В перспективе целесообразно нормировать типы нагрузки для разных категорий пациентов, чтобы иметь возможность их сравнения. Все студенты были опрошены и выявлены курящие, недавно переболевшие ОРВИ и COVID-19, и испытуемые с наличием хронических заболеваний сердечно сосудистой и (или) респираторной системы.

Запись дыхания осуществлялась посредством системы «внешний микрофон – смартфон» на расстоянии 5 см от носа испытуемого в течении 10-15 с. Записанный сигнал передавался в компьютер. На основании полученной аудиограммы определялись следующие параметры дыхания под воздействием физической нагрузки: площадь под графиком распределения мощности по частоте, время восстановления частоты дыхания, изменение ширины частотного диапазона.

На рис. 1 в качестве примера приведена диаграмма значений площади под графиком логарифма распределения мощности по частоте до и после нагрузки для каждого участника эксперимента, полученная на основании обработки результатов измерений. Для этого из аудиограммы с помощью программы Spectrogram были получены распределения мощности по частоте в логарифмической шкале, а затем с использованием программы Mathcad вычислялась площадь под графиком логарифма распределения мощности. Использование логарифма распределения мощности обусловило наличие отрицательных значений.



**Рис. 1 - Диаграмма значений площади распределения мощности по частоте (● - до нагрузки, ■ - после нагрузки, ○ – курящие, ПМК – участник эксперимента с параллаксом митрального клапана)**

Разность между значениями площади распределения мощности по частоте может использоваться как критерий устойчивости к

физическим нагрузкам. Например, можно сказать, что испытуемый под номером 9 более устойчив к физическим нагрузкам, чем испытуемый 11. Низкие значения площади свидетельствуют о слабой интенсивности дыхания. Соответствующие показания у испытуемых под номерами 3, 8, 10, 12 и 15, возможно, вызваны такими факторами, как курение (испытуемый 3), гипертония (8) и неполноценным восстановлением после COVID – 19 у оставшихся.

Анализ результатов эксперимента по времени восстановления дыхания и по изменении ширины частотного диапазона под действием нагрузки показал, что как правило, у курящих испытуемых и перенесших заболевания время восстановления периода дыхания больше, чем у некурящих и здоровых. Изменение ширины частотного диапазона показало меньшую корреляцию. Возможно, это обусловлено зависимостью ширины спектрального диапазона от анатомических особенностей испытуемого, что требует дополнительных исследований.

В процессе проведения экспериментов оказалось был выявлен недостаток, заключающийся в необходимости подносить микрофон к носу испытуемых на фиксированное расстояние и точно ориентировать его ось, что влияет на уровень сигнала. Поэтому была разработана методика измерений, имитирующая измерения ларингофоном, т.е. устанавливался контакт между внутренним микрофоном смартфона и горлом испытуемого и производилась запись аудиограммы. Корректность изменения методики анализировалась сравнением результатов синхронной записи аудиограмм по первоначальной и новой методикам. Появление миниатюрных микрофонов MEMS [1] с равномерной характеристикой чувствительности в области частот до 10 кГц и габаритными размерами порядка нескольких миллиметров обуславливает возможность встраивать их в носимые человеком приспособления или элементы одежды и проводить непрерывный мониторинг параметров дыхания.

Предлагаемая методика эксперимента может быть использована при формировании заданий учащимся на занятиях по физкультуре, коррекции физической нагрузки при индивидуальных экспериментах. На основании этой методики можно создать систему дистанционного мониторинга состояния человека, которая может быть связана с учреждениями здравоохранения. Кроме того, возможно создание совокупности измерительного устройства и соответствующего программного обеспечения для индивидуальных занятий физкультурой в домашних условиях.

Разработанная методика может также использоваться для

мониторинга технического состояния техники, в том числе бытовой в рамках концепции «интеллектуальная окружающая среда». В процессе испытаний опытных образцов проектируемой техники, содержащей встроенные миниатюрные микрофоны, анализируются параметры аудиограмм при функционировании техники как в исправном состоянии, так и при наличии дефектов и нарушений в функционировании. Производители техники создают компьютерную программу, которая позволяет связать параметры аудиограммы с дефектом или нарушением функционирования, а также отправить сообщение о неисправности производителю или в службу сервиса, пользователям. Это программное обеспечение встраивают в изделие. В случае отклонений от нормального функционирования от изделия производителям или службе сервиса поступает сигнал о необходимости ремонта или полной замены изделия, а также информируется лицо или организация, использующая технику. Указанная система позволит предотвратить экстремальные ситуации, связанные с отказом техники.

На основании вышеизложенного возможно сделать вывод о перспективности использования звукового анализа как для исследования динамики дыхательной функции человека, так и для мониторинга технического состояния техники.

### **Список использованных источников**

1. Сысоева, С. МЭМС-микрофоны / С.Сысоева // Компоненты и технологии. – 2010. - № 7. - С. 72-78. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/mems-mikrofony>. – Дата доступа: 12.1.2023.

УДК 004.043:303.725.37

**С.А. Степанова, Н.Е. Золотухин**

Санкт-Петербургский государственный экономический университет  
Санкт-Петербург, Россия

### **ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ БИЗНЕС АНАЛИТИКИ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ГОСТИНИЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Аннотация.* В статье авторами рассмотрена специфика построения