

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 615.47:612.1

Раджабов
Шахрам Фуркат Угли

Система автоматического контроля уровня кислорода в крови при нарушении
зрительной и слуховой функции

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра
по специальности 1-39 80 03 «Электронные системы и технологии»

Научный руководитель:
Дик Сергей Константинович
канд. техн. наук., доцент

Минск 2023

ВВЕДЕНИЕ

Организм человека является сложной системой взаимосвязанных органов. Для жизни и поддержания организма мы каждый день употребляем пищу, пьем воду и поглощаем кислород. Кислород является важным элементом для правильного функционирования организма, ведь именно он является необходимым веществом для клеточного дыхания. Благодаря нему организм вырабатывает энергию, необходимую для правильного функционирования мозга, сердца, мышц и крови. Насыщение артериальной крови определяет насыщение крови кислородом, а его уровень говорит нам, достаточно ли насыщен кислородом организм.

Частота сердечных сокращений, температура тела, артериальное давление и частота дыхания являются главными параметрами по определению состояния человека. Введен и пятый параметр как показатель насыщения кислородом организма – сатурация. Для ее измерения и в больницах, и в домашних условиях применяют пульсоксиметр.

Пульсоксиметр представляет собой маленький прибор, который за секунды считает процент оксигемоглобина в крови. В больнице также используют пульсоксиметр, им могут определить газовый состав крови в лаборатории. Для этого берется образец крови из артерии или вены.

Цель исследования – разработка системы которая будет позволять проводить измерение кислорода в крови при нарушении зрительной и слуховой функции.

Поставленные задачи в диссертации: разработка устройства для людей с нарушениями зрительной и слуховой функций; разработать методику проведения исследований; провести исследования в соответствии с методикой; проанализировать и обработать полученные результаты.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель работы является разработка системы, которая позволит проводить измерения уровня кислорода в крови при нарушении зрительной и слуховой функции.

Объектом исследования в данной работе выступают методы и средства измерения содержания уровня кислорода в крови.

Предметом исследования являются амплитудно-частотные характеристики оптического сигнала.

Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие задачи исследования:

- разработать макетный образец для контроля уровня кислорода в крови для людей с нарушениями зрительной и слуховой функций;
- разработать методику проведения исследований;
- провести исследования согласно разработанной методике;
- проанализировать и обработать полученные результаты.

Личный вклад соискателя.

Все основные научные результаты, представленные в работе, получены соискателем самостоятельно на базе УО «БГУИР». В диссертации изложены результаты научно-исследовательских работ, выполненных автором в соавторстве (4 публикаций).

Личный вклад соискателя заключается в проведении теоретических исследований, разработке методики проведения экспериментов, проведение исследований, обработка экспериментальных данных.

Участие научного руководителя: кандидата технических наук, доцента кафедры ЭТТ УО «БГУИР» Дика С. К. заключалось в обсуждении структуры, постановке целей и задач исследований, обсуждении и обобщении результатов теоретических и практических исследований, проведенных автором.

Апробация результатов диссертации

Результаты исследований были представлены на XIII-ой Международной научно-технической конференции «МЕДЭЛЕКТРОНИКА-2022» (декабрь 2022, Минск, БГУИР) и 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов (апрель 2023, Минск, БГУИР). По материалам диссертации опубликовано 4 печатных работ, из них 4 научные статьи.

Научная новизна работы состоит в разработке устройства для людей с ограниченностью слуха.

Практическая значимость работы заключается в разработке системы автоматического контроля уровня кислорода в крови при нарушении зрительной слуховой функции.

Положения, выносимые на защиту

1. Способ измерения кислорода в крови на основе отражения световых волн от биоткани, на основе которого разработан прототип пульсоксиметра для слабовидящих пациентов с возможностью озвучивания результатов измерения уровня кислорода в крови и осуществляющий измерения концентрации кислорода в крови в диапазоне от 70 до 100 %.

2. Результаты исследований измерения кислорода в крови у трех групп испытуемых. У первой контрольной группы (не курящие) средние значения сатурации варьировались от $94,4 \pm 1,5$ до $97,0 \pm 1,0$, средняя ошибка измерения составила 2,2 % от эталонного, второй группы (курящие обычные сигареты) – от $93,4 \pm 0,55$ до $95,3 \pm 0,58$, средняя ошибка измерения составила 1,0 % от эталонного, у третьей группы (курящие электронные сигареты) – от $93,8 \pm 0,84$ до $95,67 \pm 0,58$, средняя ошибка измерения составила 1,3 % от эталонного.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В общей характеристике работы сформулированы ее цели и задачи, даны сведения об объекте и предмете исследования, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объем диссертации.

Во Введение. В данном разделе приведены цель исследования, четыре задачи и дано обоснование актуальности данной работы.

В первой главе. Анализ существующих методов и средств для измерения кислорода в крови. Данный раздел состоит из 3 подразделов, в том числе выводы по разделу. В главе проведено исследование литературы по тематике диссертации, и описаны основные методы измерения показателей кислорода в крови. Описаны характеристики используемых аналогичных устройств. Приведены основные проблемы в точности измерений существующих устройств.

Вторая глава. Разработка макетного образца для измерения кислорода в крови. Данный раздел состоит из 5 подразделов, в том числе выводы по разделу. В главе описаны этапы разработки устройства.

В третьей главе. Экспериментальные исследования. Данный раздел состоит из 3 подразделов, в том числе выводы по разделу. В данной главе приведены графики и таблицы с результатами исследований.

В заключении. В данной главе приведены выводы и результаты разработки устройства для людей с нарушениями зрительной и слуховой функций и выводы исследований.

В приложениях. Приведена справка о результатах проверки в системе «Антиплагиат», а так же листинг основного файла программы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации было разработано устройство измерения уровня кислорода в крови. По результатам анализа существующих методов и средств для измерения кислорода создан пульсоксиметр портативного вида на основе отражения световой волны для слабовидящих и слабослышащих.

Электрическая принципиальная схема разработана с учетом подобранной элементная база. Программный код для работы устройства написан с использованием библиотек на языке С. В коде предусмотрено отключение после бездействия для экономии заряда. Спроектирован корпус прибора с учетом температурных режимов элементной базы. Учтена подзарядка устройства и возможность портативного применения. Для разработки корпуса выбрана аддитивная технология.

В исследованиях принимали участие 28 мужчин в возрасте от 19 до 27 лет. Испытуемые поделены на подгруппы: ведущие здоровый образ жизни, курящие сигареты и электронные устройства.

У первой контрольной группы (не курящие) средние значения сатурации варьировались от $94,4 \pm 1,5$ до $97,0 \pm 1,0$, средняя ошибка измерения составила 2,2 % от эталонного, второй группы (курящие обычные сигареты) – от $93,4 \pm 0,55$ до $95,3 \pm 0,58$, средняя ошибка измерения составила 1,0 % от эталонного, у третьей группы (курящие электронные сигареты) – от $93,8 \pm 0,84$ до $95,67 \pm 0,58$, средняя ошибка измерения составила 1,3 % от эталонного.

Измерения кислорода осуществляться с помощью разработанного устройства и эталонного прибора, при этом средняя ошибка измерения достаточно небольшая. Результаты исследований измерения кислорода в крови у трех групп испытуемых показали, что у людей, имеющие пагубные привычки, концентрация кислорода в крови в среднем снижена на 1,4 % у курящих обычные сигареты и на 1,1% снижена у курящих электронные сигареты.

Данная диссертационная работа выполнена самостоятельно, проверена в системе «Антиплагиат». Процент оригинальности соответствует норме и составляет 87,61%. По материалам диссертации опубликовано 4 печатных работ, из них все статьи опубликованы.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА

[1-А] Раджабов, Ш. Ф. Анализ результатов измерений сатурации кислорода в крови с помощью умных часов = Analysis of the results of blood oxygen saturation measurements using smart watches / Ш. Ф. Раджабов, С. К. Дик // Медэлектроника–2022. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии : сборник научных статей XIII Международной научно-технической конференции, Минск, 8-9 декабря 2022 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; отв. за вып.: М. В. Давыдов. – Минск : БГУИР, 2022. – С. 254–259.

[2-А] Раджабов, Ш. Ф. Портативный измеритель кислорода в крови / Ш. Ф. Раджабов // Электронные системы и технологии [Электронный ресурс] : сборник материалов 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 18-22 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2023 (в печати).

[3-А] Горох, П.И. Повышение эффективности высокоинтенсивных физических нагрузок при проведении процедур светотерапии / П.И. Горох, И. И. Семенчик, Ш.Ф. Раджабов // Электронные системы и технологии [Электронный ресурс] : сборник материалов 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 18-22 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2023 (в печати).

[4-А] Раджабов, Ш. Ф. Исследование воздействия СВЧ-излучения на имитаторы тканей человека / Ш. Ф. Раджабов, В. А. Шутович // Электронные системы и технологии [Электронный ресурс] : сборник материалов 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 18-22 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2023 (в печати).