

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
Информатики и радиоэлектроники
Кафедра инженерной психологии и эргономики

УДК 615.831.7; 615.832.1

Драпеза
Вера Юрьевна

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ВОЗДЕЙСТВИЯ ИНФРАКРАСНОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА В ЛЕЧЕБНОЙ,
ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ И СПОРТИВНОЙ ПРАКТИКЕ

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-38 80 03 Приборы, системы и изделия
медицинского назначения

Вера Юрьевна Драпеза

Научный руководитель
Марина Михайловна Меженная
кандидат технических наук, доцент

Минск 2017

ВВЕДЕНИЕ

Инфракрасное (ИК) излучение используется для проведения тепловых процедур в клинической и спортивной медицине с целью восстановления функциональных резервов человеческого организма. ИК терапия способствует расширению кровеносных сосудов, увеличению обмена веществ, усилению иммунитета, улучшению питания мышц кислородом, тем самым обеспечивая противовоспалительный, рассасывающий, противоспазматический и обезболивающий эффекты.

Достижимый терапевтический эффект воздействия ИК излучения зависит от начального функционального состояния человека и адекватного выбора параметров облучения. Существующие ИК кабины преимущественно воздействуют длинноволновым диапазоном ИК спектра, способным разогревать только верхние слои кожи без глубокого проникновения в ткани человека. Кроме того ИК терапия противопоказана при артериальной гипертензии и сердечно-сосудистой недостаточности, так как используемые ИК излучатели генерируют избыточный поток энергии, существенно повышая температуру тела человека. При этом показатели энергопотребления остаются достаточно высокими.

Современный уровень развития технологий позволяет совершенствовать медицинскую технику, в том числе в направлении решения вышеуказанных проблем. При этом перспективной является разработка лечебно-диагностических комплексов с функцией управления параметрами воздействия исходя из физиологических характеристик биообъекта. Применительно к устройствам для инфракрасной терапии это позволит генерировать тепловую нагрузку, адекватную индивидуальному функциональному состоянию пользователя.

В связи с вышеизложенным целью данной магистерской диссертации является разработка энергоэффективной мобильной инфракрасной кабины для низкоинтенсивного воздействия ИК излучением преимущественно ближнего ИК диапазона на тело человека. Отличительной особенностью разрабатываемого устройства будет реализация биотехнической обратной связи посредством мониторинга физиологических показателей пользователя и автоматического управления параметрами ИК процедуры на основе результатов мониторинга.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

В рамках работы над магистерской диссертацией были поставлены цели разработать энергоэффективную мобильную инфракрасную кабину для низкоинтенсивного воздействия ИК излучением преимущественно ближнего ИК диапазона на тело человека, а так же провести исследования воздействия инфракрасным излучением на организм человека и обеспечить мониторинг физиологических показателей пользователя во время исследования.

В соответствии с поставленными целями, в работе сформулированы и решены следующие основные задачи:

1. Разработать структурную схему устройства для воздействия низкоинтенсивным ИК излучением на человеческий организм с биотехнической обратной связью для автоматического управления параметрами воздействия на основе физиологических показателей пользователя;

2. Разработать конструктивное исполнение технического средства (макетный образец ИК-камеры) для воздействия на организм человека энергией коротковолнового ИК-излучения;

2.1 В результате этого будет обеспечено повышение терапевтического эффекта от воздействия инфракрасного излучения на основе целенаправленного физиотерапевтического облучения организма человека энергией различных диапазонов ИК-спектра;

2.2 Минимизировать энергопотребление ИК-камеры за счет ее конструктивных особенностей;

2.3 Идеальными условиями в инфракрасной кабине, с точки зрения комфортного пребывания человека, следует считать температуру 37°C и влажность 40%. В связи с этим целесообразно разработать технические средства (макетный образец ИК-камеры), обеспечивающие поддержание температуры в диапазоне $37 - 40^{\circ}\text{C}$, что позволит расширить сферу применения ИК-терапии за счет устранения ограничений на использование инфракрасных саун при артериальной гипертензии, легочно-сердечной и сердечнососудистой недостаточности;

2.4 Обеспечить мобильность ИК-камеры, т.е. возможность ее работы как в горизонтальном, так и в вертикальном положениях;

3. Технически реализовать устройство для воздействия низкоинтенсивным ИК излучением на человеческий организм;

4. Провести исследования воздействия инфракрасным излучением на организм человека, а так же обеспечить мониторинг физиологических показателей пользователя во время исследования.

Новизна полученных результатов

В диссертации поставлена и решена актуальная задача по разработке энергоэффективной мобильной инфракрасной кабины для низкоинтенсивного воздействия ИК излучением преимущественно ближнего ИК диапазона на тело человека.

Теоретическая значимость диссертации заключается в выявлении того факта, что использование излучателей коротковолнового ИК излучения наиболее эффективно с точки зрения интенсивности самого излучения, а так же для минимизации тепловой нагрузки на пользователя при проведении ИК терапии.

Практическая ценность работы состоит в использовании ИК излучателей преимущественно ближнего ИК диапазона для максимальной глубины проникновения ИК излучения в ткани человеческого организма. Так же конструкция ИК кабины и ее вес позволяют проводить оздоравливающие тепловые процедуры, как в горизонтальном, так и в вертикальном положениях, в то время как выпускаемые ИК сауны характеризуются вертикальной ориентацией в пространстве. При этом обеспечивается возможность изменения положения и перемещения устройства одним человеком. Потребляемая мощность ИК кабины составляет 0,4 кВт/ч, что значительно ниже по сравнению с существующими аналогами (не менее 0,9 кВт/ч). Рабочая температура внутри кабины поддерживается на уровне 39°C в области туловища пациента (что существенно ниже существующих серийных аналогов – более 45°C) и 32°C в области головы (из-за наличия защитных рефлекторов и воздушных окошек, расположенных на уровне головы). Это позволяет расширить сферу применения ИК терапии за счет устранения ограничений на использование инфракрасных камер при артериальной гипертензии, сердечно-сосудистой недостаточности.

Положения, выносимые на защиту

- обоснование использования излучателей преимущественно ближнего ИК диапазона в ИК разрабатываемой кабине;
- разработка конструктивного исполнения технического средства (макетный образец ИК-камеры) для воздействия на организм человека энергией коротковолнового ИК-излучения;
- техническая реализация устройство для воздействия низкоинтенсивным ИК излучением на человеческий организм;
- исследования воздействия инфракрасным излучением на организм человека, а так же обеспечение мониторинга физиологических показателей пользователя во время исследования

Личный вклад соискателя ученой степени

В совместно опубликованных работах соискателю принадлежат определение целей и постановка задач исследования, разработка алгоритма проведения исследований воздействия инфракрасным излучением на организм человека, а также проведение самих исследований и анализ полученных результатов мониторинга физиологических показателей пользователя при проведении ИК-терапии посредством разработанной ИК кабины.

Основным соавтором опубликованных работ является научный руководитель, кандидат технических наук, доцент М. М. Меженая.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Основные положения и результаты исследований докладывались на научных и научно-практических конференциях разного уровня. X Международная научно-техническая конференция «МЕДЭЛЕКТРОНИКА-2016» (Минск, 8-9 декабря 2016 года), XXV Международные чтения «Великие преобразователи естествознания: Нильс Бор» (Минск, 16-17 марта 2017 года).

Опубликованность результатов исследований

По материалам магистерской диссертации было опубликовано 2 работы в журналах, входящих в перечень ВАК, 1 работа опубликована в сборнике материалов конференции «Медэлектроник-2016», 2 работы приняты в печать, опубликовано 2 тезиса на 53-ю научную конференцию аспирантов, магистрантов и студентов. Подготовлена заявка на патент «Устройство инфракрасной кабины с биотехнической обратной связью».

Структура и объем диссертации

Работа состоит из общей характеристики, введения, трех глав исследования, заключения, библиографического списка и приложения А. Общий объем представленной магистерской диссертации составляет 51 страницу. Работа содержит 24 рисунка и 5 таблиц. Библиографический список содержит 39 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении и общей характеристике обосновывается актуальность выбранной работы, формулируются цели и задачи, дается краткая характеристика разработанности работы. Указывается научная новизна и практическая значимость диссертации, а также личный вклад соискателя. Формируются основные положения диссертации, выносимые на защиту.

Первая глава «Обзор существующих методов и технических средств инфракрасной терапии» носит теоретический характер, состоит из 3 разделов. В ней определяется следующее:

- биофизические основы воздействия инфракрасного излучения на организм человека, а именно терапевтическое психологическое воздействия ИК-излучения, воздействие ИК-излучения на мышечную систему, на сердечнососудистую систему, на иммунную систему человека, на обмен веществ и системы внутренней секреции;

- обосновывается выбор коротковолнового спектрального диапазона инфракрасного излучения для воздействия на организм человека;

- приводится сравнительная характеристика существующих инфракрасных кабин с банями и саунами.

Вторая глава «Разработка инфракрасной кабины для обеспечения терапевтического воздействия на организм человека» носит практико-ориентированный характер, состоит из 3 разделов с подразделами. В первом разделе второй главы обосновывается выбор конструктивных элементов разрабатываемого устройства, а именно инфракрасных нагревательных элементов и системы управления инфракрасной сауной.

Во втором разделе второй главы разрабатывается структурная схема и принцип работы инфракрасной сауны. В третьем разделе второй главы описываются конструктивное исполнение устройства, а так же приводятся преимущества по сравнению с существующими аналогами.

Третья глава «Исследование воздействия разработанной инфракрасной кабины на организм человека» имеет исследовательский характер, состоит из 3 разделов.

В ней содержится следующее:

- методика проведения исследований воздействия инфракрасным излучением на организм человека;

- результаты мониторинга физиологических показателей пользователя при проведении инфракрасной терапии;

- технические характеристики разработанной инфракрасной кабины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной магистерской диссертации разработана энергоэффективная мобильная инфракрасная кабина для восстановления функциональных резервов человеческого организма обеспечивающая воздействие низкоинтенсивным ИК излучением преимущественно ближнего ИК диапазона. Устройство представляет собой замкнутую кабину с входной дверью, системой вентилирования воздуха и размещенными внутри нее ИК источниками, рефлекторами для защиты головы человека от действия ИК излучения, датчиками температурной нагрузки и влажности, таймером, измерителями артериального давления, температуры тела и пульса пользователя. Инфракрасная кабина снабжена двумя коротковолновыми ИК излучателями, состоящими из трех галогенных кварцевых ламп КГМ24-250 с максимумом спектра излучения на 1,3 мкм.

Устройство характеризуется следующими преимуществами по сравнению с существующими аналогами.

1. Максимальная глубина проникновения ИК излучения в ткани человеческого организма за счет использования ИК излучателей преимущественно ближнего ИК диапазона.

2. Мобильность: конструкция ИК кабины и ее вес позволяют проводить оздоравливающе тепловые процедуры как в горизонтальном, так и в вертикальном положениях, в то время как выпускаемые ИК сауны характеризуются вертикальной ориентацией в пространстве. При этом обеспечивается возможность изменения положения и перемещения устройства силами одного человека.

3. Низкое энергопотребление: потребляемая мощность ИК кабины составляет 0,4 кВт/ч, что значительно ниже по сравнению с существующими аналогами (не менее 0,9 кВт/ч).

4. Рабочая температура внутри кабины поддерживается на уровне 39°C в области туловища пациента (что существенно ниже существующих серийных аналогов - более 45°C) и 32°C в области головы (из-за наличия защитных рефлекторов и вентиляционных клапанов, расположенных на уровне головы). Это позволяет минимизировать тепловую нагрузку на сердечно-сосудистую систему человека (данный вывод подтверждается результатами проведенных авторами исследований по оценке уровня тепловой нагрузки, создаваемой посредством разработанной ИК кабины, на сердечно-сосудистую систему человека).

5. Мониторинг физиологических показателей пользователя позволяет получить диагностическую информацию о текущем функциональном состоянии человека и использовать эту информацию для автоматического управления параметрами ИК процедуры, начиная от регулировки

температурных режимов и заканчивая полным прекращением процедуры при необходимости (биотехническая обратная связь). Это позволяет генерировать тепловую нагрузку, адекватную индивидуальному функциональному состоянию пользователя.

Разработана методика воздействия ИК-излучением на организм человека, основанная на использовании инфракрасной кабины с вышеуказанными техническими характеристиками. Разработанная методика реализует следующие функциональные возможности: выбор горизонтального или вертикального рабочего положения кабины. Контроль температуры и влажности воздуха внутри ИК-кабины, контроль температуры тела, пульса, верхнего и нижнего артериального давления испытуемого.

Общим итогом работы является расширение сферы применения ИК-кабины с сугубо бытовой до медицинской за счет минимизации тепловой нагрузки и устранения ограничений на использование инфракрасных камер у ряда пациентов с хроническими заболеваниями, а также реализации биотехнической обратной связи для адаптации параметров воздействия под индивидуальное функциональное состояние пользователя.

Результаты работы представляют интерес для инженеров, специализирующихся в области разработки технических средств воздействия ИК излучением с целью профилактики и лечения заболеваний органов и функциональных систем человека.

Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка алгоритма автоматического управления режимами ИК-терапии на основе мониторинга физиологических показателей пользователя и данных теплового режима.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

[1-А] Драпеза, В.Ю. Устройство низкоинтенсивного воздействия инфракрасным излучением на организм человека с целью восстановления его функционального состояния / А.Н. Осипов, В.Ю. Драпеза, М.М. Меженная, М.Х.-М. Тхостов, Н.И. Стетюкевич, В.Ф. Шевцов, В.А. Кульчицкий, Д.А. Котов, Н.С. Давыдова // Научный журнал «Доклады БГУИР» / редкол.: М.П. Батура [и др.]. Мн.: БГУИР, №7 (101), 2016. Стр. 70-75.

[2-А] Драпеза, В.Ю. Инфракрасная кабина с автоматическим управлением параметрами воздействия на основе физиологических показателей пользователя / А.Н. Осипов, В.Ю. Драпеза, М.М. Меженная, М.Х.-М. Тхостов, Н.И. Стетюкевич, В.Ф. Шевцов, В.А. Кульчицкий, М.В. Давыдов // Научно-практический и научно-теоретический журнал «Новости медико-биологических наук». Мн., Т.15, №1, 2017. Стр.66-71.

[3-А] Драпеза, В.Ю. Мониторинг физиологических показателей человека для реализации биотехнической обратной связи в устройстве инфракрасной кабины / А.Н. Осипов, В.Ю. Драпеза, М.М. Меженная, М.Х.-М. Тхостов // Материалы Третьей Международной научно-практической конференции «BIG DATA Advanced Analytics. Optimising Buisness and IT». Мн.: БГУИР, 2017. Стр. 306-311

[4-А] Драпеза, В.Ю. Устройство низкоинтенсивного воздействия инфракрасным излучением для восстановления функционального состояния человека / В. Ю. Драпеза // Великие преобразователи естествознания: Нильс Бор : материалы юбилейных XXV Международных чтений. – Минск : БГУИР, 2017. – С. 232 - 233.