

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Королюка Евгения Сергеевича
на тему «Программно-аппаратный комплекс для электроимпедансной
визуализации зоны криодеструкции» по специальности 2.2.12 – Приборы,
системы и изделия медицинского назначения на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Актуальность избранной темы

Актуальность темы заключается в исследовании зависимости электрических свойств различных биологических тканей от температуры в диапазоне от - 50 до + 25 °С при использовании зондирующего тока с полосой частот от 10 кГц до 1 МГц. Данные исследования позволяют описать процессы, которые происходят при заморозке биологических тканей во время процедуры криодеструкции. Также решается проблема в создании научно-исследовательской аппаратуры, позволяющей определять размер и границу зоны с помощью метода электроимпедансной томографии.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Обоснованность результатов базируется на согласованности уже известных данных и экспериментальных результатов. Контроль основных технических параметров осуществляется с помощью серийно выпускаемого поверенного оборудования.

Оценка новизны и достоверности.

В качестве новых научных результатов можно выделить:

1. Предложен способ для оценки границ и размеров зоны криовоздействия, основанный на измерении электроимпедансного спектра биологической ткани.
2. Получены экспериментальные данные о зависимости биоимпедансного спектра в температурном диапазоне от - 50 до + 25 °С.
3. Разработана научно-исследовательская аппаратура для получения электрических спектров биологической ткани в диапазоне частот от 10 кГц до 1 МГц в режиме реального времени.

Достоверность результатов работы подтверждается данными математического моделирования с использованием общеизвестного набора

программ MATLAB. Все исследования проведены методами, соответствующими предмету, цели и поставленным задачам.

Апробация работы:

Основные результаты исследований представлены в 22 работах, из них – 2 статьи в научных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных журналов и изданий ВАК, 3 публикации в зарубежных изданиях, входящих в базу Scopus и Web of Science, 1 патент на полезную модель РФ и 4 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

Результаты диссертации докладывались и представлялись на:

- X, XII, XIII, XIV Всероссийской научной конференции «Наука. Технологии. Инновации» (г. Новосибирск, 2016 г., 2018 г., 2019 г., 2020 г.);
- IV, V Всероссийском молодежном форуме с международным участием «Инженерия для освоения космоса» (г. Томск, 2016 г., 2017 г.);
- XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии» (г. Томск, 2017 г.);
- V Международной научной конференции «Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине» (г. Томск, 2018 г.);
- V Международной конференции по инновациям в неразрушающем контроле SibTest (г. Екатеринбург, 2019 г.);
- XXI, XXII, XXIII Международной научно-практической конференция студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке» (г. Томск, 2020 г., 2021 г., 2022 г.);

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка сокращений, пяти приложений и изложена на 167 страницах машинописного текста, содержит 72 рисунков, 6 таблиц и список используемых источников из 174 наименований.

В качестве задач диссертационной работы автор поставил необходимость провести аналитические и патентные исследования в области методов и аппаратуры для измерения электрического импеданса биологической ткани при холодовом воздействии; сформулировать требования к программно-аппаратному комплексу для измерения электрического импеданса и визуализации зоны криодеструкции биологической ткани при изменении температуры в диапазоне от -50

до +25 °С; разработать и реализовать портативный программно-аппаратный комплекс для измерения электроимпедансного спектра в полосе частот от 10 кГц до 1 МГц и визуализации зоны криодеструкции биологической ткани при изменении температуры в заданном диапазоне; разработать алгоритмические и программные средства для трехмерной реконструкции и визуализации зоны криодеструкции на основе измерений электрического импеданса.

В первой главе представлены этапы развития криохирургии. Рассмотрены различные хладагенты, применяемые в криомедицине, их достоинства и недостатки. Проведен обзор современных высокоэффективных методов лечения с использованием жидкого азота, аргона и гелия высокого давления. Сформулированы основные недостатки, мешающие широкому внедрению томографии в область криохирургии.

Во второй главе диссертации рассмотрено применение электрической импедансной томографии в медицине. Проанализированы приборы для измерения биологического импеданса и возможность их использования в электроимпедансной томографии.

В третьей главе описана разработка и сборка экспериментального образца программно-аппаратного комплекса, а также криоинструментов для контроля процедуры проведения криодеструкции с использованием электрической импедансной томографии.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований. В качестве исследуемых образцов использовались биологические образцы ткани растительного и животного происхождения.

Практическая значимость диссертации не вызывает сомнения и заключается в возможности применения разработанного программно-аппаратного комплекса для визуализации зоны криодеструкции биологических тканей в составе медицинских криохирургических аппаратов, а также минимизации побочных эффектов от криохирургических вмешательств.

В результате экспериментальной апробации определены температурные диапазоны и скорости промерзания биологических тканей, при которых обеспечивается полная криодеструкция патологических образований с минимальным влиянием на здоровые ткани.

Полученные результаты востребованы несколькими учреждениями и организациями, что подтверждается актами использования результатов диссертационной работы в этих организациях.

В то же время по работе можно сделать следующие замечания:

1. В главе 1 представлены результаты сравнения методов медицинской визуализации в криохирургии. Также в диссертации многократно упоминается, что магнитно-резонансная, компьютерная и ультразвуковая томография имеют достаточно ограниченное применение. При этом не приводится информация, какие основные методы используют для определения границы зоны и степень промерзания биологических тканей.

2. Предлагаемые метод и прототип электроимпедансного томографа обладают несомненными преимуществами перед другими, экономически доступными, методами медицинской визуализации, однако соискатель не указывает ограничений их применения. Например, не ясно как предполагается применение данной технологии для лечения больных с метастатическим поражением костей.

3. В пункте 4.7 соискатель приводит фотографии исследуемых образцов и полученных томографических изображений. Однако было бы интересно сравнить полученные результаты визуализации различных тестовых объектов, показанных на рисунке 4.24.

4. Чем обоснованно использование физиологического раствора в проводимых экспериментальных исследованиях?

5. За счет чего осуществлялся нагрев образцов после охлаждения?

Несмотря на представленные замечания, работа выполнена на высоком уровне и ее значимость не вызывает сомнений.

Заключение

Диссертация Королюка Евгения Сергеевича является научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на хорошем научно-техническом уровне.

Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Работа базируется на достаточном количестве исходных данных, примеров и расчетов, написана на хорошем научно-техническом уровне. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Официальный оппонент:

доктор технических наук по специальностям 05.13.07 – Автоматизация технологических процессов и производств, 05.13.16 – Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях, профессор, заведующий кафедрой «Биомедицинская техника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет»

Фролов Сергей Владимирович

Адрес: 392000, г. Тамбов, ул. Советская
д. 106/5, помещение 2
e-mail: bmt@tstu.ru
тел: +7 (4752) 63-56-20

25. 10. 2023 г.

Подпись проф. Фролова С.В.
ЗАВЕРЯЮ, секретарь Ученого совета

Отзывом от 30.10.2023
А. Селевков М.И.

С отзывом ознакомлен
30.10.2023г. *С.В. Фролов* / Фролов С.В.