

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

УДК 53.047

БЕКАБАЕВ
Даниил Дмитриевич

**МОДЕЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
ДИАПАЗОНА 2,4 – 5,0 ГГц НА ТКАНИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА**

Автореферат
на соискание степени магистра
по специальности 1–45 80 01 Системы и сети инфокоммуникаций

Научный руководитель
к.т.н., доцент
ШЕВЧУК Оксана Геннадьевна

Минск 2023

ВВЕДЕНИЕ

Воздействия электрических, магнитных и электромагнитных полей неблагоприятно влияет на организм человека: магнитные поля индуцируют циркулирующие токи в организме человека. Сила этих токов зависит от интенсивности внешнего магнитного поля, если токи достаточно сильные, они могут оказывать возбуждающее действие на нервную систему и мышечную ткань. Электрические и магнитные поля также влияют на биохимические процессы, приводят к внутриклеточной поляризации и разогреву тканей, более быстрому или замедленному протеканию биохимических реакций или биофизических процессов. Существуют открытые вопросы о влиянии электромагнитных полей на развитие катаракты, неблагоприятного исхода беременности, гиперчувствительности к электромагнитным полям и депрессии, наиболее остро стоит вопрос о влиянии электромагнитных полей на развитие раковых заболеваний.

Целью магистерской диссертации является оценка влияния электромагнитного воздействия на ткани тела человека в частотном диапазоне 2.4 – 5 ГГц.

Для достижения цели магистерской диссертации поставлены следующие задачи: определение характера влияния электромагнитного излучения на организм человека, анализ нормативных документов в области электромагнитного воздействия на организм человека, анализ источников электромагнитного воздействия, определение параметров модели тканей человека, построение компьютерной модели тканей человека, проведение моделирования воздействия электромагнитного излучения на ткани человека, анализ полученных результатов.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами

Тема диссертационной работы соответствует пункту 2 приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь на 2021–2025 гг., утвержденных Указом Президента Республики Беларусь №156 от 7 мая 2020 г. «Обеспечение безопасности человека, общества, государства». Работа выполнялась в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Цель и задачи исследования

Целью диссертационной работы является оценка влияния электромагнитного воздействия на ткани тела человека в частотном диапазоне 2,4 – 5 ГГц.

Для достижения поставленной цели в диссертации решены следующие задачи:

1. Определен характер влияния электромагнитного излучения на организм человека.
2. Проанализированы нормативные документы в области электромагнитного воздействия на организм человека
3. Проанализированы источники электромагнитного воздействия в диапазоне частот 2,4 – 5 ГГц.
4. Определены параметры человеческих тканей.
5. Построена компьютерная модель тканей человека
6. Проведен анализ результатов моделирования воздействия электромагнитного излучения диапазона 2,4 – 5 ГГц на ткани тела человека.

Личный вклад соискателя ученой степени

Содержание диссертации отображает личный вклад автора. Он заключается в научном обосновании методов оценки воздействия электромагнитного излучения на ткани человека в заданном частотном диапазоне и проведении экспериментов по исследованию параметров воздействия электромагнитного излучения на ткани тела человека и анализе полученных результатов, формулировке выводов.

Определение целей и задач исследований, интерпретация и обобщение полученных результатов проводились совместно с научным руководителем к.т.н., доцент О.Г. Шевчук.

Апробация результатов диссертации

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на: 58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (г. Минск, 12-22 апреля 2022 г.). 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (г. Минск, 17-21 апреля 2023 г.).

Опубликование результатов диссертации

По результатам исследований, представленных в диссертации, опубликованы 1 статья и 1 тезис в сборниках и материалах конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав с выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка, восьми приложений.

Общий объем диссертационной работы составляет 59 страниц, из них 33 страницы текста, 28 рисунков на 22 страницах, 6 таблиц на 5 страницах, список использованных библиографических источников (10 наименований на 1 странице), список публикаций автора по теме диссертации (2 наименования на 1 странице), графический материал на 5 страницах.

Проверка на уникальность

Проведена экспертиза диссертации Бекабаева Даниила Дмитриевича «Модель воздействия электромагнитного излучения диапазона 2,4 – 5,0 ГГц на ткани тела человека» на корректность использования заимствованных материалов с применением сетевого ресурса «Антиплагиат» (адрес доступа: <https://antiplagiat.ru>) в on-line режиме 17.04.2023 г. В результате проверки установлена корректность использования заимствованных материалов (оригинальность диссертационной работы составляет 90 %).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрены проблемы необходимости проведения данного исследования, определены цели и задачи магистерской диссертации.

В **общей характеристике работы** показана связь работы с приоритетными направлениями научных исследований, цель и задачи исследования, личный вклад соискателя ученой степени, апробация результатов диссертации.

В **первой главе** магистерской диссертации проводится анализ влияния электромагнитного излучения на ткани тела человека, рассматриваются последствия термического воздействия на ткани, обусловленного нагревом в результате действия электромагнитного поля, при превышении установленных норм электромагнитного воздействия. Описываются наиболее чувствительные к нагреву ткани и органы человеческого организма, а также возможные последствия в результате многократного воздействия электромагнитных полей малой интенсивности. Рассмотрены нормативные документы Республики Беларусь в области электромагнитного воздействия на организм человека, приведены предельно допустимые параметры электромагнитного воздействия. Проведен анализ источников воздействия электромагнитного поля, приведены их мощностные параметры и частоты.

Во **второй главе** предлагается методика оценки воздействия

электромагнитного излучения на ткани тела человека, вводятся определения параметров, необходимых для оценки интенсивности электромагнитного поля. Определены диэлектрические и физическо-термические параметры человеческих тканей, необходимые для численного моделирования. Приведены параметры источников внешнего электромагнитного воздействия, рассчитаны передающие антенны для численного моделирования воздействия электромагнитного излучения.

В третьей главе приводится схема эксперимента моделирования электромагнитного воздействия на ткани тела человека, описаны этапы проведенного моделирования в среде *CST Studio Suite*. Определены условия для электромагнитного и теплового анализа. Проведен анализ полученных результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С помощью компьютерного моделирования, исследовано воздействие электромагнитного излучения диапазона 2,4 – 5 ГГц на ткани тела человека.

Получены диаграммы распределения плотности потока электромагнитной энергии и нагрева тканей человека, при воздействии электромагнитным излучением диапазона 2,4 – 5 ГГц.

В соответствии с нормативными документами предельно допустимые значения энергетических характеристик воздействия электромагнитного излучения на ткани тела человека, не превышают предельно допустимых значений, при ограничении времени воздействия электромагнитного излучения. Локальный нагрев тканей, к которому вызывает электромагнитное излучение, не приводит к значительному повышению температуры человеческих тканей, а соответственно их термическому повреждению.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

1–А. Бекабаев, Д.Д. Проблемы влияния электромагнитного излучения устройств *IoT* с применением технологии *5G NR* на организм человека / Бекабаев Д.Д., Савицкий В.А. // 58-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР : тезисы докладов 58-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. Минск, 18-22 апреля 2022 г. / редкол. : В. Ю. Цветков [и др.]. – Минск : БГУИР, 2022. – С. 124.

1–А. Бекабаев, Д.Д. Моделирование воздействия электромагнитного излучения на ткани тела человека частотой 2.4 ГГц /

Бекабаев Д.Д., Савицкий В.А. // 59-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР : тезисы докладов 59-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. Минск, 17-21 апреля 2022 г. / редкол. : В. Ю. Цветков [и др.]. – Минск : БГУИР, 2022. – С. 85.