

УДК 37:372.8;537.87;621.317

*В. А. Банний, Е. С. Петрова, О. М. Дерюжкова*

Учреждение образования  
«Гомельский государственный медицинский университет»  
г. Гомель, Республика Беларусь

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЭКРАНОВ  
В СВЧ-ДИАПАЗОНЕ В КУРСЕ  
«МЕДИЦИНСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»**

***Введение***

«Медицинская и биологическая физика» – учебная дисциплина естественнонаучного модуля, содержащая систематизированные научные знания о физических законах и явлениях природы применительно к решению медицинских задач, а также об устройстве медицинской аппаратуры и правилах ее безопасного использования.

Физика и медицина – это тесно связанные науки, знание функционирования живого организма, объяснение нормальных физиологических и патологических процессов необходимо будущему специалисту. Несмотря на сложность и взаимосвязь различных процессов в организме человека, очень многие из них близки по их математическому описанию к физическим. Многие физические понятия являются базовыми для понимания строения и функционирования человеческого тела. Ряд методов диагностики и лечения базируются на использовании физических принципов [1]. Начиная с XIX в. студенты-медики изучали физику на очень серьезном уровне. В настоящее время медицинская физика подтвердила свою актуальность, поскольку ускоренными темпами в медицинскую практику постоянно внедряются новые методы, связанные с различными достижениями областей физики: лазерная хирургия, ультразвуковые исследования мягких тканей, магнитно-резонансная томография, рентген, операции с помощью гамма-скальпеля и др. Таким образом, учебная дисциплина «Медицинская и биологическая физика», изучаемая в вузах медицинского профиля, формирует у будущих специалистов основу профессиональной компетенции для применения знаний о биофизических механизмах жизнедеятельности организма, закономерностях их взаимодействия с физическими факторами различной природы, принципах работы медицинской аппаратуры при решении диагностических, профилактических и лечебных задач профессиональной деятельности.

***Цель***

Данная работа состоит в описании методики и актуализации лабораторной работы «Оценка эффективности электромагнитных экранов в СВЧ-диапазоне», проводимой со студентами медицинского вуза, а также в выявлении важности проведения оценки эффективности защиты от СВЧ-излучения с помощью ЭМЭ (электромагнитных экранов), сформированных из различных материалов.

В рамках проведения лабораторного занятия для достижения поставленной цели определены следующие методические задачи: ознакомление студентов с характеристиками электромагнитного излучения (ЭМИ) и теорией Дж. Максвелла о распространении электромагнитных волн в веществе; изучение студентами механизмов взаимодействия ЭМИ СВЧ-диапазона с различными по происхождению материалами; ознакомление обучающихся с нормативными требованиями к уровням ЭМИ СВЧ-диапазона; проведение измерений интенсивности ЭМИ СВЧ-диапазона от различных источников из-

лучения на различных расстояниях от них и углах поворота; оценка эффективности различных ЭМЭ.

### ***Материал и методы исследования***

Материалами являлись мобильные телефоны студентов, а также бытовая СВЧ-печь, выбранные в качестве источников СВЧ-излучения. Измерительный прибор – мультиметр с датчиками-измерителями плотности потока энергии ЭМИ. В качестве защитных средств от СВЧ-излучения выбраны различные ЭМЭ: металлический лист, сетка с размерами ячеек 5 мм, сетка с размерами ячеек 1 мм, полимерный лист (полиэтилен), композиционный материал на основе полиэтилена и магнитно-мягкого феррита, а также волокнистый нетканый материал на основе полиэтилена и углеродных нитей [2].

Методами исследования являлись сравнение интенсивности ЭМИ до и после применения различных экранирующих материалов.

### ***Результаты исследования и их обсуждение***

За последние полвека антропогенная деятельность человека привела к значительному росту уровня электромагнитного загрязнения: к естественному фоновому ЭМИ добавились новые источники. Воздействие ЭМИ на организм человека может быть различным и определяется мощностью ЭМИ. До настоящего времени не полностью изучено влияние СВЧ-излучения нетепловой интенсивности на биологические объекты. В мировой литературе накоплены многочисленные данные о возможном неблагоприятном влиянии ЭМИ радиочастотного диапазона на живой организм. Эти излучения являются мощным физическим раздражителем, который может привести к развитию функциональных и органических нарушений со стороны нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой, иммунной, кроветворной и других систем организма. ЭМИ могут усугублять уже имеющиеся хронические заболевания или служить фактором, способствующим возникновению заболеваний другой этиологии. Даже слабые ЭМИ способны вызывать такие болезни как: болезни Паркинсона и Альцгеймера, амнезия, раковые заболевания, заболевания центральной нервной системы, иммунной и эндокринной систем, опухоль мозга, ухудшение зрения, импотенцию и повысить склонность к самоубийству [3].

Приведем описание лабораторной работы «Оценка эффективности электромагнитных экранов в СВЧ-диапазоне» в курсе медицинской и биологической физики.

В теоретической части данной работы студенты знакомятся с примерами потенциально опасных источников электромагнитных полей и излучений и предельно допустимыми уровнями их воздействия на биологический организм, изучают методики измерения электромагнитного излучения, способы защиты объектов от негативного влияния ЭМИ СВЧ-диапазона, а также рассматривают примеры лечебно-профилактических мероприятий по защите от ЭМИ.

Схема экспериментальной установки представлена на рисунке. На лабораторном столе размещаются источник ЭМИ на вращающемся диске с нанесенной шкалой угла поворота, держатель датчика-измерителя плотности потока энергии, перемещаемый относительно источника ЭМИ по высоте и удалению, защитный ЭМЭ и мультиметр. На поверхность стола нанесена измерительная миллиметровая сетка. Из микроволновой печи предварительно удаляется поворачивающийся столик, а в качестве нагрузки используется огнеупорный шамотный кирпич, устанавливаемый на неподвижную подставку. Передняя панель СВЧ печи является участком наиболее интенсивного излучения (рисунок 1).

Датчики выполнены в виде полуволнового вибратора на частоты 2,45 ГГц, закрепленного на диэлектрической стойке с возможностью перемещения по вертикали. Узлы установки сменных защитных ЭМЭ обеспечивают их оперативную установку и замену. Сменные экраны имеют один типоразмер, но сформированы из различных материалов.

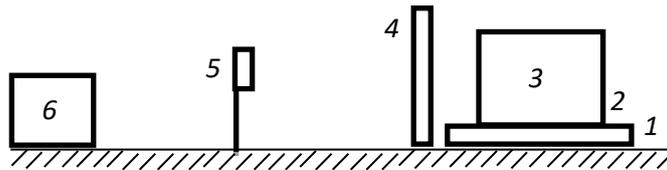


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки для измерения интенсивности ЭМИ:  
1 – лабораторный стол; 2 – поворотный диск; 3 – источник СВЧ-излучения; 4 – ЭМЭ;  
5 – датчик измерителя интенсивности ЭМИ; 6 – мультиметр

Мультиметр располагается на свободной части лабораторного стола (за пределами координатной сетки). Данная установка позволяет ознакомиться с методами измерения ЭМИ СВЧ-диапазона, а также изучить методы защиты от радиоизлучения при работе с устройствами и аппаратами, содержащими СВЧ-генератор. Установка позволяет определить зависимости плотности потока ЭМИ СВЧ-диапазона от расстояния до источника СВЧ и угла поворота, определить экранирующие свойства различных материалов.

### **Заключение**

Таким образом, в результате проведения лабораторной работы «Оценка эффективности электромагнитных экранов в СВЧ-диапазоне» студенты приобретают сведения о физических характеристиках электромагнитных полей и излучений и их источниках, изучают механизмы взаимодействия ЭМИ с композиционными материалами, овладевают практическими навыками решения проблем электромагнитной безопасности и защиты от негативного влияния ЭМИ СВЧ-диапазона.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Черняев, А. П. Введение в медицинскую физику: учеб. пособие / А. П. Черняев, Б. Я. Наркевич – М. : ООП физического факультета МГУ, 2019. – 81 с.
2. Поглотители энергии электромагнитного излучения оптического и СВЧ диапазонов на основе полимерных композитов / В. А. Банный [и др.] // Полимерные материалы и технологии. – 2017. – Т. 3, № 4. – С. 64–68.
3. Банный, В. А. Оценка уровня электромагнитного фона и способы защиты от СВЧ-излучения: учебно-методическое пособие для студентов 1 курса всех факультетов медицинских вузов / В. А. Банный. – Гомель : Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет», 2015. – 64 с.

УДК: 616.728.2.018.4-089.844-092.9

**Ю. В. Бондарева, Д. В. Чарнаштан, Э. А. Надыров, Д. А. Зиновкин,  
Н. Г. Мальцева, И. В. Ковалев, В. И. Николаев**

**Учреждение образования  
«Гомельский государственный медицинский университет»  
г. Гомель, Республика Беларусь**

## **МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ БЕСЦЕМЕНТНОЙ НОЖКИ ЭНДОПРОТЕЗА ТАЗобедренного СУСТАВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОКОМПЗИТНОЙ ИНТРАМЕДУЛЛЯРНОЙ КОСТНОЙ ПЛАСТИКИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

### **Введение**

Костные трансплантаты широко используется в ортопедической хирургии. В процессе установки бесцементной ножки тотального эндопротеза тазобедренного сустава (ТЭТС) могут использоваться костно-пластические материалы. В связи с этим важную