

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МИРЭА – РОССИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

**С.В. ПАСЕЧНИК**

# **ОСНОВЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ С БИООБЪЕКТАМИ**

Методические указания на практические занятия №1-4  
для студентов, обучающихся по направлению 12.03.04 Биотехнические  
системы и технологии

Москва – 2019

УДК 532.78:548.5

ББК 22.317

И20

**Пасечник С.В. Основы взаимодействия физических полей с биообъектами**  
[Электронный ресурс]: методические указания / Пасечник С.В. — М.: МИРЭА – Российский  
технологический университет, 2019. —  
1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Разработаны в помощь студентам для подготовки к практическим занятиям по тематикам расчет электромагнитных полей в сложных средах, расчет тепловых эффектов и анализ специфических воздействий электромагнитных полей на ткани и организм, знакомств с экспериментальными методами и установками оптической спектроскопии биообъектов, расчет мощности излучения, энергетических доз и проникающей способности радиации. В состав методических указаний входят: перечень отрабатываемых учебных вопросов и действий, методические рекомендации обучаемым по подготовке к практическому занятию, перечень руководств и пособий, подлежащих изучению перед занятием, приложения. Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 12.03.04 Биотехнические системы и технологии.

Методические указания издаются в авторской редакции.

Рецензент:

Минимальные системные требования:

Наличие операционной системы Windows, поддерживаемой производителем.

Наличие свободного места в оперативной памяти не менее 128 Мб.

Наличие свободного места в памяти хранения (на жестком диске) не менее 30 Мб.

Наличие интерфейса ввода информации.

Дополнительные программные средства: программа для чтения pdf-файлов (Adobe Reader).

Подписано к использованию по решению Редакционно-издательского совета

МИРЭА – Российского технологического университета от \_\_\_\_\_ 2019 г.

Объем \_\_\_ Мб

Тираж 10

# 1. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

## 1.1. Тема практического занятия №1:

Расчет электромагнитных полей в сложных средах.

## 1.2. Время: 4 часа (акад).

## 1.3. Место проведения: учебная аудитория.

## 1.4. Содержание

### 1.4.1. Перечень отрабатываемых учебных вопросов и действий :

- 1-й учебный вопрос. Пример расчета параметров электромагнитной волны, распространяющейся в проводящей среде (Расчет скорости распространения и коэффициента поглощения для электромагнитной волны в средах с различными материальными параметрами).

- 2-й учебный вопрос.

Анализ процесса отражения электромагнитной волны от границы раздела двух сред (получение графических зависимостей коэффициентов отражения и прохождения электромагнитной волны от импедансов двух сред. Частные случаи отражения от диэлектрика и сильно проводящей среды)).

- 3-й учебный вопрос.

Пример расчета амплитудных и энергетических коэффициентов отражения электромагнитной волны от границы раздела при изменяющихся значениях материальных параметров сред (расчет коэффициентов отражения и прохождения электромагнитных волн от границ раздела воздух – мышечная ткань, мышечная ткань – жировая ткань).

- 4-й учебный вопрос.

Анализ процесса прохождения электромагнитной волны через слой конечной толщины (Определение набега фазы в материале слоя и его зависимости от электрических параметров среды. Анализ случая согласования двух сред с помощью переходного слоя) .

- 5-й учебный вопрос.

Пример расчета амплитудных и энергетических коэффициентов отражения электромагнитной волны от переходного слоя (Анализ зависимости данных параметров от толщины слоя и длины волны электромагнитного излучения. Расчет для слоистой системы воздух, жировой слой, мышечная ткань)

- 6-й учебный вопрос.

Анализ распространения электромагнитных волн в среде с дисперсией (расчет времен релаксации по данным биофизических измерений электрических параметров тканей).

### 1.4.2. Методические рекомендации обучаемым по подготовке к практическому занятию:

- Подготовка к практическому занятию заключается в проработке соответствующего теоретического материала - Необходимо уметь применять основные представления теории электромагнетизма к анализу распространения электромагнитных волн в сложных средах.

- В процессе практического занятия проводится текущий опрос с зачетом положительных ответов.

1.4.3. Перечень руководств и пособий, подлежащих изучению перед занятием:

1. Кудряшов Ю.Б., Перов Ю.Ф., Рубин А.Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения, Москва, Физматлит, 2008.

– Повторить материал дисциплин «Физика» и «Биофизика» изучаемых на 1-м и 2-м курсах обучения

1.4.4. Приложения:

- возможно использование раздаточного материала с исходными данными для расчетов.

## 2. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

2.1. Тема практического занятия №2:

Расчет тепловых эффектов и анализ специфических воздействий электромагнитных полей на ткани и организм

2.2. Время: 4 часа (акад).

2.3. Место проведения: учебная аудитория.

2.4. Содержание

2.4.1. Перечень отрабатываемых учебных вопросов и действий :

- 1-й учебный вопрос. Пример расчета скорости тепловыделения при распространении электромагнитной волны в поглощающей среде. (Расчет скорости тепловыделения как функции электропроводности среды и частоты электромагнитного поля).

- 2-й учебный вопрос.

Анализ процесса поглощения электромагнитной энергии биотканями (физическое обоснование метода диатермии. Анализ процессов локального нагрева и теплопередачи в тканях организма).

- 3-й учебный вопрос.

Пример расчета тепловых эффектов в мышечной, жировой и костной биотканях. (Расчет скорости тепловыделения в низкочастотных и радиочастных электромагнитных полях).

- 4-й учебный вопрос.

Анализ процесса поглощения биотканями энергии электромагнитных волн УВЧ и СВЧ диапазонов (Определение частот резонансного поглощения энергии и анализ влияние пространственных неоднородностей на тепловыделение в биотканях).

- 5-й учебный вопрос.

Анализ особенностей теплового воздействия электромагнитных полей на живые организмы (знакомство с методами расчета тепловых эффектов при работе систем терморегуляции. Примеры расчета теплового воздействия СВЧ полей на биообъекты).

- 6-й учебный вопрос.

Анализ особенностей специфического нетеплового воздействия электромагнитных полей на живые организмы (рассмотрение возможных физических эффектов, ответственных за нетепловое воздействие электромагнитных полей. Оценка силовых и энергетических характеристик электромагнитных полей, вызывающих биологически значимые эффекты).

2.4.2. Методические рекомендации обучаемым по подготовке к практическому занятию:

- Подготовка к практическому занятию заключается в проработке соответствующего теоретического материала - Необходимо уметь применять общие теоретические результаты по воздействию электромагнитных полей на биообъекты к анализу характера такого воздействия в условиях изменяющихся частотных, силовых и энергетических характеристик электромагнитных полей.

- В процессе практического занятия проводится текущий опрос с зачетом положительных ответов.

2.4.3. Перечень руководств и пособий, подлежащих изучению перед занятием:

1. Кудряшов Ю.Б., Перов Ю.Ф., Рубин А.Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения, Москва, Физматлит, 2008.

– Повторить материал дисциплин «Физика» и «Биофизика» изучаемых на 1-м и 2-м курсах обучения

2.4.4. Приложения:

- возможно использование раздаточного материала с исходными данными для расчетов.

### 3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

3.1. Тема практического занятия №3:

Знакомство с экспериментальными методами и установками оптической спектроскопии биообъектов

3.2. Время: 4 часа (акад).

3.3. Место проведения: Проблемная лаборатория молекулярной акустики.

3.4. Содержание

3.4.1. Перечень отрабатываемых учебных вопросов и действий :

- 1-й учебный вопрос. Проведение спектрометрических исследований биосред (Ознакомление с устройством и принципом работы спектрометра высокого разрешения)

- 2-й учебный вопрос.

Изучение принципов и аппаратуры корреляционной спектроскопии ( Знакомство с техническим устройством корреляционной спектроскопии, проведение пробных исследований биологических объектов)

- 3-й учебный вопрос.

. Знакомство с устройствами экспресс анализа спектров биологических жидкостей и биосред. (Изучение принципа действия колориметра)

3.4.2. Методические рекомендации обучаемым по подготовке к практическому занятию:

- Подготовка к практическому занятию заключается в проработке технических описаний приборов и соответствующего теоретического материала. Необходимо уметь применять теоретические знания по воздействию на биообъекты электромагнитных полей светового диапазона к практическим проблемам спектрометрических исследований биосред и биообъектов.

- Перед практическим занятием проводится текущий опрос с зачетом положительных ответов.

3.4.3. Перечень руководств и пособий, подлежащих изучению перед занятием:

1. Л.В. Жорина, Основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами, Москва. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.

2. Технические описания и инструкции по эксплуатации экспериментального оборудования.

3.4.4. Приложения:

- возможно использование раздаточного материала с описанием экспериментальных установок.

3.Л.В. Жорина, Основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами, Москва. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006..

4.4.4. Приложения:

- возможно использование раздаточного материала со справкой по методике тестирования.

## 4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

### 4.1. Тема практического занятия

Расчет мощности излучения, энергетических доз и проникающей способности радиации.

4.2. Время: 4 часа (акад).

4.3. Место проведения: учебная аудитория.

#### 4.4. Содержание

4.4.1. Перечень отрабатываемых учебных вопросов и действий :

- 1-й учебный вопрос. Пример расчета энергетических доз радиации (анализ возможных источников радиации и степени их опасности. Расчет экспозиционных и поглощенных доз)

- 2-й учебный вопрос.

Анализ механизмов воздействия радиации на биологические объекты (анализ прямого и косвенного воздействия радиации, определение наиболее вероятных механизмов поражающего действия радиации).

- 3-й учебный вопрос.

. Анализ способов защиты от радиоактивного излучения (пример расчета биологически эквивалентных доз радиации. Анализ способов химической защиты. Расчет защитных экранов для радиоактивного излучения различного состава)

4.4.2. Методические рекомендации обучаемым по подготовке к практическому занятию:

- Подготовка к практическому занятию заключается в проработке соответствующего теоретического материала - Необходимо уметь применять на практике теоретические представления о механизмах воздействия ионизирующих излучений на биообъекты.

- В процессе практического занятия проводится текущий опрос с зачетом положительных ответов.

4.4.3. Перечень руководств и пособий, подлежащих изучению перед занятием:

1.Л.В. Жорина, Основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами, Москва. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006..

2. Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных Учебное пособие. - М.: ВШ, 2004. - 549 с

– Повторить материал курсов «Биохимия» и « Биология человека и животных», изучаемых на 1-м и курсе обучения

4.4.4. Приложения:

- возможно использование раздаточного материала с исходными данными для расчетов.