

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии**

**Наименование образовательной программы: Биотехнические и медицинские аппараты и системы**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Взаимодействие электромагнитных полей с биообъектами**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|               |  |               |
|---------------|--|---------------|
|               | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |               |
|               | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |               |
|               | Владелец   | Михайлов М.С. |
| Идентификатор | R88495daf-MikhailovMS-74da3f0e                     |               |

М.С.  
Михайлов

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|               |  |               |
|---------------|--|---------------|
|               | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |               |
|               | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |               |
|               | Владелец   | Жихарева Г.В. |
| Идентификатор | Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c                     |               |

Г.В.  
Жихарева

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|               |  |               |
|---------------|--|---------------|
|               | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |               |
|               | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |               |
|               | Владелец   | Шалимова Е.В. |
| Идентификатор | Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6                     |               |

Е.В.  
Шалимова

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способность участвовать в научных исследованиях в области создания биотехнических систем

ИД-2 Анализирует сигналы и данные, определяет их влияние на параметры биотехнических систем

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Вопросы распространения электромагнитных волн в окружающей среде (Домашнее задание)
2. Определение глубины проникновения поля в биоткани (Домашнее задание)
3. Расчет санитарно-защитных зон передающих антенн (Домашнее задание)
4. Расчет собственного излучения биообъекта (Домашнее задание)
5. Тепловые эффекты при нагреве биообъекта электромагнитным полем (Домашнее задание)

### БРС дисциплины

5 семестр

| Раздел дисциплины   | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |
|---|---------------------------------|------|------|------|------|------|
|   | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|   | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 14   | 15   |
| Цели и задачи курса. Общие вопросы распространения электромагнитных волн в окружающей среде |                                 |      |      |      |      |      |
| Цели и задачи курса. Общие вопросы распространения электромагнитных волн в окружающей среде | +                               |      |      |      |      |      |
| Основные электрофизические параметры биологических тканей                                   |                                 |      |      |      |      |      |
| Основные электрофизические параметры биологических тканей                                   |                                 | +    |      |      |      |      |
| Тепловые эффекты воздействия ЭМ полей на биообъекты.  |                                 |      |      |      |      |      |
| Тепловые эффекты воздействия ЭМ полей на биообъекты.  |                                 |      |      | +    | +    |      |
| Нетепловые эффекты воздействия ЭМ полей на биообъекты.                                      |                                 |      |      |      |      |      |
| Нетепловые эффекты воздействия ЭМ полей на биообъекты.                                      |                                 |      |      | +    | +    |      |

|  |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|
| Методы моделирования взаимодействия электромагнитных волн с биообъектами |    |    |    |    |    |
| Методы моделирования взаимодействия электромагнитных волн с биообъектами |    |    |    |    | +  |
| Вес КМ:  | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор  | Запланированные результаты обучения по дисциплине   | Контрольная точка  |
|--------------------|--|---|--|
| ПК-1               | ИД-2ПК-1<br>Анализирует сигналы и данные, определяет их влияние на параметры биотехнических систем | <p>Знать:</p> <p>основные уравнения электромагнитного поля и методы их использования при расчетах простейших структур для изучения электромагнитных волн, условия распространения электромагнитных волн в различных средах;</p> <p>Уметь:</p> <p>реализовывать методики и алгоритмы расчета санитарно-защитных зон и зон ограничения застройки оценивать время безопасного воздействия нагрева на биологические ткани в терапевтических целях</p> <p>правильно выбирать методику расчета глубины проникновения электромагнитного поля в биологические ткани</p> | <p>Вопросы распространения электромагнитных волн в окружающей среде (Домашнее задание)</p> <p>Определение глубины проникновения поля в биоткани (Домашнее задание)</p> <p>Тепловые эффекты при нагреве биообъекта электромагнитным полем (Домашнее задание)</p> <p>Расчет собственного излучения биообъекта (Домашнее задание)</p> <p>Расчет санитарно-защитных зон передающих антенн (Домашнее задание)</p> |

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Вопросы распространения электромагнитных волн в окружающей среде

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдается задание

#### Краткое содержание задания:

Проверить знание особенностей распространения электромагнитных волн в свободном пространстве

#### Контрольные вопросы/задания:

|  |   |
|--|---|
| <p>Знать: основные уравнения электромагнитного поля и методы их использования при расчетах простейших структур для изучения электромагнитных волн, условия распространения электромагнитных волн в различных средах;</p> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Покажите, какая область фронта волны является существенной при распространении радиоволн.</li><li>2. Как классифицируются трассы, имеющие на пути одиночное клиновидное препятствие, и каким методом рассчитывается напряженность поля на такой трассе?</li><li>3. Как изменится величина напряженности поля за клиновидным препятствием на открытой и закрытой трассах при изменении длины волны?</li><li>4. Изобразите схемы распространения радиоволн на трассе с «усиливающим» препятствием. Поясните явление «усиления» напряженности поля за препятствием.</li><li>5. Какими методами рассчитывается напряженность поля на трассе с пологими препятствиями?</li><li>6. Получите формулу, определяющую радиусы зон Френеля</li><li>7. Докажите, что область пространства, существенная при распространении радиоволн, представляет собой эллипсоид вращения.</li><li>8. Получите формулы, определяющие зависимость напряженности поля и мощности в приемной антенне от протяженности трассы и параметров передающего устройства.</li><li>9. Диаграмма направленности излучателя описывается выражением <math>F(\theta, \varphi) = \sin(\theta)(1 + \cos(2\varphi))/2</math><br/>Построить сечение ДН в плоскости ХОУ в полярной системе координат. Вычислить КНД излучателя.</li><li>10. Космическая линия связи имеет протяженность 350 км. Мощность передатчика 100 Вт, длина волны 5 см. Передающая и приёмная антенны идентичны и представляют собой параболические зеркала с эффективной площадью 0.4 м<sup>2</sup>. Определить мощность, поступающую на вход приёмника.</li></ol> |
|--|---|

11. Как изменится дальность действия радиолокационной станции, работающей с целями, эффективная площадь рассеяния которых  $5 \text{ м}^2$ , на длине волны  $3 \text{ см}$  при увеличении диаметра зеркала антенны с  $12 \text{ м}$  до  $18 \text{ м}$ ? Чувствительность приёмника  $5 \cdot 10^{-16} \text{ Вт}$ . Мощность передатчика  $30 \text{ Вт}$ . КПД антенны  $0.75$ .

12. Эксперимент показал, что напряжённость электрического поля в точке приёма на радиотрассе протяжённостью  $3 \text{ км}$  с препятствием в виде протяжённого здания высотой  $30 \text{ м}$  не зависит от частоты. На каком расстоянии от передающей антенны расположено препятствие, если высоты передающей и приёмной антенн  $35 \text{ м}$  и  $25 \text{ м}$ ?

13. Диаграмма направленности излучателя описывается выражением  $F(\theta, \varphi) = \cos(2\theta)(1 + \cos(\varphi))/2$

Построить сечение ДН в плоскости  $XOY$  в полярной системе координат. Вычислить КНД излучателя.

14. Рассчитать напряжённость электрического поля, создаваемую сотовым телефоном на расстоянии  $2 \text{ км}$  при КПД антенны  $0.6$  и мощности на входе антенны  $0.1 \text{ Вт}$ . Антенной является элементарный электрический излучатель.

15. Определите чувствительность приёмника радиолокационной станции, работающей с целями, эффективная площадь рассеяния которых не менее  $2 \text{ м}^2$ , на расстояниях  $15 \text{ км}$ , на длине волны  $3 \text{ см}$ .

Приём и передача осуществляются на одну и ту же антенну, коэффициент направленного действия которой равен  $1000$ . Мощность передатчика  $10 \text{ Вт}$ .

16. При какой высоте строения, расположенного на расстоянии  $400 \text{ м}$  от передающей антенны, множитель ослабления  $V > 1.1$ ? Общая протяжённость трассы  $1 \text{ км}$ , длина волны  $8 \text{ см}$ .

Высоты передающей и приёмной антенн  $40 \text{ м}$  и  $30 \text{ м}$ .

17. Какие строгие и приближенные граничные условия выполняются на границе раздела двух сред?

18. Постройте диаграмму направленности горизонтального электрического вибратора, расположенного на высоте  $h = 8 \text{ м}$  над идеальной проводящей плоскостью в декартовой и полярной системах координат. Рабочая частота  $f = 150 \text{ МГц}$ . Определите положения максимумов и минимумов поля.

19. Постройте диаграмму направленности горизонтального электрического вибратора, расположенного на высоте  $h = 8 \text{ м}$  над диэлектрическим полупространством с проницаемостью  $4$  в декартовой и полярной системах координат. Рабочая частота  $f = 150 \text{ МГц}$ . Определите положения максимумов и минимумов поля.

|  |   |
|--|---|
|  | <p>20. Постройте диаграмму направленности вертикального электрического вибратора, расположенного на высоте <math>h = 8</math> м над идеально проводящей плоскостью в декартовой и полярной системах координат. Рабочая частота <math>f = 150</math> МГц. Определите положения максимумов и минимумов поля.</p> <p>21. Постройте диаграмму направленности вертикального электрического вибратора, расположенного на высоте <math>h = 8</math> м над диэлектрическим полупространством с проницаемостью 4 в декартовой и полярной системах координат. Рабочая частота <math>f = 150</math> МГц. Определите положения максимумов и минимумов поля.</p> |
|--|---|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

**КМ-2. Определение глубины проникновения поля в биоткани**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдаётся задание

**Краткое содержание задания:**

Проверить умение определить глубину проникновения поля в биоткани

**Контрольные вопросы/задания:**

|  |  |
|--|--|
| <p>Уметь: правильно выбирать методику расчета глубины проникновения электромагнитного поля в биологические ткани</p> | <p>1. Определить действительную и мнимую части диэлектрической проницаемости, показатели преломления и затухания, постоянную распространения, постоянную затухания, длину волны в среде, глубину проникновения электромагнитного поля частоты (<math>X</math> МГц (ГГц) ) в <i>кожной ткани</i> человека. Определить энергетические коэффициенты отражения и</p> |
|--|--|

|  |   |
|--|---|
|  | <p>прохождения плоской волны через плоскую границу раздела свободное пространство – <b>кожная ткань</b>.<br/> <b>Выделенные данные даются индивидуально для каждого студента</b></p> <p>2. Можно ли на данной частоте ограничиться только учетом влияния <b>кожной ткани</b> на затухание поля, коэффициенты отражения и прохождения волны? Или необходимо учитывать влияние <b>мышечной и жировой ткани</b>?<br/> <b>Выделенные данные даются индивидуально для каждого студента</b></p> |
|--|---|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

**КМ-3. Тепловые эффекты при нагреве биообъекта электромагнитным полем**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдаётся задание

**Краткое содержание задания:**

Проверить умение оценить тепловые эффекты при нагреве биообъекта электромагнитным полем

**Контрольные вопросы/задания:**

|  |   |
|--|---|
| <p>Уметь: оценивать время безопасного воздействия нагрева на биологические ткани в терапевтических целях</p> | <p>1.<br/> 1. Рассчитать по формулам (6) и (8) время релаксации температуры и установившееся значение приращения температуры в <i>мышечной</i> ткани на частоте <i>13,56 МГц</i> как функции удельной поглощаемой мощности <math>W_a</math>. При расчете учесть влияние процессов теплопроводности, метаболизма и кровотока. Используя методику и результаты решения задания 1, найти максимальную допустимую напряженность</p> |
|--|---|

|  |   |
|--|---|
|  | <p>электрического поля и плотность потока мощности падающей волны, при которой приращение температуры не превышает <math>80^{\circ}\text{C}</math>.<br/> <b>ВНИМАНИЕ! ПРИРАЩЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ НАГРЕВЕ ВЫ ДОЛЖНЫ ЗАДАТЬ САМОСТОЯТЕЛЬНО С УЧЕТОМ ТОГО, ЧТО УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ БИОТКАНИ НЕ ДОЛЖНО ПРЕВЫШАТЬ <math>10^{\circ}\text{C}</math> (СМ. СВЕДЕНИЯ О ВЛИЯНИИ НАГРЕВА НА НОРМАЛЬНЫЕ И ОПУХОЛЕВЫЕ ТКАНИ В КОНЦЕ МЕТОД. УКАЗАНИЙ!),</b><br/> 2.Поясните качественно, какую роль в процессе нагрева играет теплопроводность<br/> 3.Для найденного в п.1 значения напряженности поля рассчитайте изменение температуры во времени по формуле (5) до времен порядка <math>3\tau</math>. Сопоставьте расчет с установившимся значением температуры, найденным в п.1 и приближенным расчетом температуры по формуле (7). Постройте график изменения температуры биоткани во времени, Нанесите на него результат приближенного расчета по формуле (7) и значение температуры при <math>t=3\tau</math>.<br/> 4.Поясните качественно, используя данные по режимам нагрева нормальных и опухолевых тканей, можно ли применить результаты проведенного расчета для определения величины ЭМП, необходимой для повреждения опухолевой ткани, находящейся на внешней границе нормальной биоткани. Укажите интервал времен, при котором опухолевая ткань разрушается, а нормальная – нет.</p> |
|--|---|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

**КМ-4. Расчет собственного излучения биообъекта**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдается задание

**Краткое содержание задания:**

Проверить умение вычислить собственное излучение биообъекта

**Контрольные вопросы/задания:**

|  |  |
|--|--|
| <p>Уметь: оценивать время безопасного воздействия нагрева на биологические ткани в терапевтических целях</p> | <p>1. Рассчитать интенсивность излучения человека на частоте 6,78 МГц. Исходные данные: площадь антенны – аппликатора 900 см<sup>2</sup>, полоса принимаемых частот 10% от основной частоты, температура человека 1) 36,60С и 2) 37,20С. Рассмотреть два варианта 1) излучательная способность равна 1, 2) излучательная способность определяется по методике задания км-5 для мышечной ткани.</p> <p>2. Рассчитать для данных пункта 1 принимаемую мощность теплового излучения человека</p> <p>3. Рассчитать полную мощность излучения человека в предположении применимости закона Стефана (формула (5)). Площадь человека оцените сами.</p> <p>4. На какой максимальной глубине можно обнаружить воспалительный процесс на данной частоте, если чувствительность радиоприемного устройства составляет 0,1 К, а приращение температуры в воспаленном органе – 0,60 С? Глубину skin – слоя взять из задания км-5 либо км-6 для мышечной ткани. При каких допущениях справедлива формула (6)?</p> <p>В конце не забудьте написать выводы по результатам расчетов.</p> |
|--|--|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## КМ-5. Расчет санитарно-защитных зон передающих антенн

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдается задание

**Краткое содержание задания:**

Проверить умение вычислить границы санитарно-защитных зон передающих антенн

**Контрольные вопросы/задания:**

|  |  |
|--|--|
| Уметь: реализовывать методики и алгоритмы расчета санитарно-защитных зон и зон ограничения застройки | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Радиостанция СВ диапазона волн – передатчик 250 кВт. Излучатель – вертикальный диполь длиной <math>l/4</math>, частота 700 кГц, режим работы – непрерывный. Рассчитать санитарную зону, исходя из требований СанПиН для населения России. Влияние земли учесть в приближении идеального проводника.</li><li>2. Оценить расстояние от передатчика, на котором уровень естественного фона ЭМП выше среднего уровня амплитуды электрического поля передатчика. При оценке рассчитать мощность естественного излучения по формуле <math>P=kTDf</math>, <math>k</math> - постоянная Больцмана, <math>T</math>-яркостная температура источника излучения, <math>Df</math>-полоса приемника. Полоса приема для АМ радиостанций – 6,5 кГц. Мощность, принимаемую от искусственного источника, рассчитать в предположении, что эффективная площадь приемной антенны равна 1 м<sup>2</sup></li><li>3. Рассчитайте размеры санитарно – защитной зоны для радиостанции УКВ диапазона (частота 101 МГц, мощность передатчика 15 кВт, КНД –3, поляризация – вертикальная, высота подъема антенны 60 м) в предположении, что диаграмма направленности антенны круговая и ориентирована максимумом вдоль поверхности Земли .</li><li>4. Оцените расстояние от УКВ радиостанции, на котором уровень естественного фона ЭМП выше среднего уровня плотности потока мощности передатчика. При оценке рассчитать мощность естественного излучения по формуле <math>P=kTDf</math>, <math>k</math>- постоянная Больцмана, <math>T</math>-яркостная температура источника излучения, <math>Df</math>-полоса приемника. Полосу приема принять – 50 кГц. Мощность, принимаемую от УКВ передатчика, рассчитать в предположении, что эффективная площадь приемной антенны равна 1 м<sup>2</sup>.</li><li>5. Обслуживающий персонал РЛС со следующими параметрами: частота 3 ГГц, площадь раскрыва антенны 20 м<sup>2</sup>, непрерывное излучение, мощность 120 Вт, вынужден проводить ремонтные работы в ближней зоне антенны без отключения РЛС. Определить допустимое время нахождения персонала</li></ol> |
|--|--|

в поле РЛС на расстояниях от 1 до 200 м.  
6. Медицинский персонал эксплуатирует физиотерапевтическую установку частоты 433 МГц с непрерывной мощностью 80 Вт. Принимая, что антенна – полуволновый диполь, найдите допустимое время нахождения в зоне антенны на расстоянии 1,0 м и более.

7. Оценить расстояние от установки, на котором уровень естественного фона ЭМП выше среднего уровня плотности потока мощности передатчика. При оценке рассчитать мощность естественного излучения по формуле  $P = kTDf$ ,  $k$  - постоянная Больцмана,  $T$  - яркостная температура источника излучения,  $Df$  - полоса приемника. Полосу приема принять – 0,001 от несущей частоты установки. Мощность, принимаемую от искусственного источника, рассчитать в предположении, что эффективная площадь приемной антенны равна 1 м<sup>2</sup>

8. Медицинский персонал эксплуатирует физиотерапевтическую установку частоты 2450 МГц с непрерывной мощностью 120 Вт. Принимая, что антенна - полуволновый диполь, найдите допустимое время нахождения персонала в зоне антенны на расстоянии 1.5 м и более.

9. Базовая радиостанция (БС) сотовой связи диапазона 900 МГц, мощность передатчика 50 Вт, КНД антенны 5, установлена на крыше здания высотой 20 м. Определить расстояние от БС, на котором может располагаться жилой дом, при условии, что внутри дома должны выполняться санитарные нормы для населения. Потерями поля при прохождении через стены и окна пренебречь.

10. Базовая радиостанция (БС) сотовой связи диапазона 1800 МГц, мощность передатчика 35 Вт, КНД антенны 4, установлена на крыше здания высотой 2 м. Определить расстояние от БС, на котором может располагаться жилой дом, при условии, что внутри дома должны выполняться санитарные нормы для населения. Потерями поля при прохождении через стены и окна пренебречь.

11. Автомобильная система мобильной связи частоты 27 МГц имеет следующие параметры: вибраторная антенна длиной 1,5 м, установлена на крыше автомобиля, мощность на входе антенны 10 Вт. КПД антенны 75%. Определите безопасное расстояние от антенны, на котором выполняются санитарные нормы для населения.

12. Для беспроводной связи ноутбуков с узлами связи в настоящее время предлагается ряд систем передачи информации СВЧ диапазона. Рассчитайте допустимую мощность передатчика, установленного

|  |  |
|--|--|
|  | <p>в ноутбуке, при следующих параметрах: частота 2,5 ГГц, КНД антенны – 1,5, минимальное расстояние от антенны до человека – 35 см. Поскольку санитарные нормы для таких устройств еще не разработаны, при оценке используйте временные санитарные нормы для сотовых радиотелефонов.</p> |
|--|--|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Диапазоны радиочастот. Радиосредства, работающие в этих диапазонах. Характеристики современных радиосредств по величине излучаемой мощности.
2. Задана частота 10 МГц. Исходные данные: площадь антенны – аппликатора 900 см<sup>2</sup>, полоса принимаемых частот 10% от основной частоты, температура человека 1) 36,6оС и 2) 37,2оС. Излучательная способность равна 1. Рассчитать для данных пункта принимаемую мощность теплового излучения человека. Рассчитать полную мощность излучения человека в предположении применимости закона Стефана. Площадь человека принять равной своему росту.

### Процедура проведения

Каждому студенту выдаётся индивидуальный билет. Билет содержит один теоретический вопрос и задачу

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-1</sub> Анализирует сигналы и данные, определяет их влияние на параметры биотехнических систем

### Вопросы, задания

1. Задана частота 101 МГц. Исходные данные: площадь антенны – аппликатора 1000 см<sup>2</sup>, полоса принимаемых частот 10% от основной частоты, температура человека 1) 36,2оС и 2) 37,8оС. Излучательная способность равна 1. Рассчитать для данных пункта принимаемую мощность теплового излучения человека. Рассчитать полную мощность излучения человека в предположении применимости закона Стефана. Площадь человека принять равной своему росту.
2. Определить действительную и мнимую части диэлектрической проницаемости, показатели преломления и затухания, постоянную распространения, постоянную затухания, длину волны в среде, глубину проникновения электромагнитного поля частоты 900 МГц в мозговой ткани человека. Определить энергетические коэффициенты отражения и прохождения плоской волны через плоскую границу раздела свободное пространство – мозговая ткань. Рассчитать длину волны в ткани и глубину скин-слоя.
3. Определить действительную и мнимую части диэлектрической проницаемости, показатели преломления и затухания, постоянную распространения, постоянную затухания, длину волны в среде, глубину проникновения электромагнитного поля частоты 1800 МГц в мышечной ткани человека. Определить энергетические коэффициенты отражения и прохождения плоской волны через плоскую границу раздела свободное пространство – мышечная ткань. Рассчитать длину волны в ткани и глубину скин-слоя.
4. Определить действительную и мнимую части диэлектрической проницаемости, показатели преломления и затухания, постоянную распространения, постоянную затухания, длину волны в среде, глубину проникновения электромагнитного поля частоты 2450 МГц в костной ткани человека. Определить энергетические коэффициенты

- отражения и прохождения плоской волны через плоскую границу раздела свободное пространство – костная ткань. Рассчитать длину волны в ткани и глубину скин-слоя.
5. Задана частота 910 МГц. Исходные данные: площадь антенны – аппликатора 800 см<sup>2</sup>, полоса принимаемых частот 10% от основной частоты, температура человека 1) 36,0оС и 2) 39,1оС. Излучательная способность равна 1. Рассчитать для данных пункта принимаемую мощность теплового излучения человека. Рассчитать полную мощность излучения человека в предположении применимости закона Стефана. Площадь человека принять равной своему росту.
6. Задана частота 2500 МГц. Исходные данные: площадь антенны – аппликатора 300 см<sup>2</sup>, полоса принимаемых частот 10% от основной частоты, температура человека 1) 36,7оС и 2) 39,5оС. Излучательная способность равна 1. Рассчитать для данных пункта принимаемую мощность теплового излучения человека. Рассчитать полную мощность излучения человека в предположении применимости закона Стефана. Площадь человека принять равной своему росту.
7. Определить действительную и мнимую части диэлектрической проницаемости, показатели преломления и затухания, постоянную распространения, постоянную затухания, длину волны в среде, глубину проникновения электромагнитного поля частоты 433 МГц в кожной ткани человека. Определить энергетические коэффициенты отражения и прохождения плоской волны через плоскую границу раздела свободное пространство – кожная ткань. Рассчитать длину волны в ткани и глубину скин-слоя.
8. Медицинский персонал эксплуатирует физиотерапевтическую установку частоты 2450 МГц с непрерывной мощностью 120 Вт. Принимая, что антенна - полуволновый диполь, найдите допустимое время нахождения персонала в зоне антенны на расстоянии 1.5 м и более.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Как изменится мощность в приёмной части радиолинии при увеличении расстояния между передающей и приёмной частями
- Ответы:
- 1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится
- Верный ответ: 2) Уменьшится
2. Как изменится мощность в приёмной части радиолинии при увеличении коэффициента усиления передающей антенны
- Ответы:
- 1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится
- Верный ответ: 1) Увеличится
3. Область пространства, существенная для распространения радиоволн, это
- Ответы:
- 1) область между передатчиком и приёмником, в которой сосредоточена малая часть передаваемой мощности 2) область между передатчиком и приёмником, в которой сосредоточена основная часть передаваемой мощности 3) область между передатчиком и приёмником, в которой сосредоточена половина передаваемой мощности
- Верный ответ: 2) область между передатчиком и приёмником, в которой сосредоточена основная часть передаваемой мощности
4. Как влияют мелкие неровности поверхности на диаграмму направленности излучателя, поднятого над поверхностью
- Ответы:
- 1) не влияют 2) уменьшают уровни максимумов и увеличивают уровни минимумов диаграммы направленности 3) увеличивают уровни максимумов и уменьшают уровни минимумов диаграммы направленности
- Верный ответ: 2) уменьшают уровни максимумов и увеличивают уровни минимумов диаграммы направленности

5. При распространении радиоволны в ионосфере в направлении, совпадающем с направлением силовых линий постоянного магнитного поля Земли, наблюдается эффект

Ответы:

1) Максвелла 2) Герца 3) Фарадея

Верный ответ: 3) Фарадея

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.