

**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  
Специальные вопросы биофизики**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крамм М.Н.
	Идентификатор	R07fd3885-KrammMN-8d6314d0

(подпись)


М.Н. Крамм

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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


(подпись)

Г.В.  
Жихарева

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

Е.В.  
Шалимова

(расшифровка  
подписи)

## 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. ОПК-1 способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем

ИД-1 Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы

ИД-2 Применяет знания естественных наук и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

2. ПК-1 Способен 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. Контрольная работа по теме "Ионные токи" (Контрольная работа)

2. Контрольная работа по теме "Модель Дебая" (Контрольная работа)

3. Контрольная работа по теме "Электродипольное взаимодействие" (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Защита расчетного задания. Ч.1 (Интервью)

2. Защита расчетного задания. Ч.2 . (Интервью)

## 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	12	16
Термодинамика живого организма						
Термодинамика живого организма		+			+	
Движение классических заряженных частиц						

Движение классических заряженных частиц	+	+	+	+	+
Строение атомов и молекул					
Строение атомов и молекул	+		+	+	+
Электродипольное взаимодействие					
Электродипольное взаимодействие		+	+		
Магнитодипольное взаимодействие					
Магнитодипольное взаимодействие	+		+	+	+
Вес КМ:	10	15	15	25	35

\$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
ОПК-1	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	Знать: – механизмы взаимодействия ЭМП с ансамблем полярных молекул; – механизмы взаимодействия ЭМП с молекулами на основе квантовых подходов; – термодинамические основы жизни и природу движения классических частиц в биообъектах;	Контрольная работа по теме "Ионные токи" (Контрольная работа) Контрольная работа по теме "Модель Дебая" (Контрольная работа) Контрольная работа по теме "Электродипольное взаимодействие" (Контрольная работа) Защита расчетного задания. Ч.1 (Интервью) Защита расчетного задания. Ч.2 . (Интервью)
ОПК-1	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Применяет знания естественных наук и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Уметь: – самостоятельно разбираться в биофизических процессах жизнедеятельности;	Контрольная работа по теме "Ионные токи" (Контрольная работа) Защита расчетного задания. Ч.1 (Интервью) Защита расчетного задания. Ч.2 . (Интервью)
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Анализирует сигналы и данные, определяет их влияние на параметры биотехнических систем	Уметь: – рассчитывать электромагнитные поля в биообъектах;	Контрольная работа по теме "Модель Дебая" (Контрольная работа) Контрольная работа по теме "Электродипольное взаимодействие" (Контрольная работа)

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

### КМ-1. Контрольная работа по теме "Ионные токи"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа выполняется в письменной форме на практическом занятии. Необходимо выполнить задание по билету.

#### Краткое содержание задания:

Приведите решение и ответы на вопросы по билету

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: — термодинамические основы жизни и природу движения классических частиц в биообъектах;	1. Что такое электролитическая диссоциация? 2. От чего зависит скорость дрейфа? 3. К чему приводит амбиполярная диффузия? Почему?
Уметь: — самостоятельно разбираться в биофизических процессах жизнедеятельности;	<p>Среда содержит однозарядные ионы. Концентрация ионов с молярной массой <math>M = 40 \text{ г / моль}</math>, <math>N_i = 10^{22} \text{ м}^{-3}</math>. Частота столкновений <math>\nu = 2\pi \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}</math></p> <p>1. Найдите действительную часть относительной диэлектрической проницаемости среды на частоте 10 ГГц</p> <p>Среда содержит однозарядные ионы. Концентрация ионов с молярной массой <math>M = 40 \text{ г / моль}</math>, <math>N_i = 10^{22} \text{ м}^{-3}</math>. Частота столкновений <math>\nu = 2\pi \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}</math></p> <p>2. <b>Figure 1</b> Найдите коэффициент отражения от плоской шгроаницы раздела при нормальном падении на нее при нормальном падении на нее плоской волны с частотой 10 ГГц</p> <p>Среда содержит однозарядные ионы. Концентрация ионов с молярной массой <math>M = 40 \text{ г / моль}</math>, <math>N_i = 10^{22} \text{ м}^{-3}</math>. Частота столкновений <math>\nu = 2\pi \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}</math></p> <p>3. <b>Figure 2</b> Найдите коэффициент ослабления по плотности мощности на частоте 10 ГГц</p>

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью, имеются мелкие неточности

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено, имеются ошибки непринципиального характера

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено частично, допущены отдельные существенные ошибки

## КМ-2. Контрольная работа по теме "Модель Дебая"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа выполняется в письменной форме на практическом занятии. Необходимо выполнить задание по билету.

**Краткое содержание задания:**

Приведите решение и ответы на вопросы по билету

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: — механизмы взаимодействия ЭМП с ансамблем полярных молекул;</p>	<p>1.Поясните, как поляризуемость молекулы зависит от абс температуры? Почему?                  2.Почему выстроившиеся молекулы в объеме приводят к появлению поверхностных зарядов как на обкладках конденсатора?                  3.Поясните в рамках модели Дебая, по какому закону изменяется величина вектора поляризации вещества при выключении внешнего электрического поля?</p>
<p>Уметь: — рассчитывать электромагнитные поля в биообъектах;</p>	<p><small>В атмосферном воздухе при температуре 300 К, находится пары воды. Дипольный момент молекулы воды <math>d = 6,36 \cdot 10^{-30}</math> К·м. Относительная диэлектрическая проницаемость воздуха с парами воды приблизительно равна <math>\epsilon = 1 + \frac{N_A d^2}{\epsilon_0 3kT} \frac{1}{1 + \omega\tau}</math>. Частота столкновений <math>\nu = \tau^{-1} = 10^{10}</math>, концентрация молекул воды <math>N_{H_2O} = 10^{26}</math> м<sup>-3</sup>. Найдите постоянную распространения волны на частоте 0,15 ГГц.</small></p> <p>1. Биологическая ткань имеет относительную диэлектрическую проницаемость <math>\epsilon = \epsilon_\infty + \frac{\epsilon_2 - \epsilon_\infty}{1 + j\omega\tau}</math>. Найдите амплитуду напряженности магнитного поля с частотой 10 ГГц, если <math>\epsilon_\infty = 2,25</math>, <math>\epsilon_2 = 81</math> в = <math>\tau^{-1} = 2\pi \cdot 10^{10}</math>, а амплитуда колебаний вектора E равна 1 В/м</p> <p>2. Биологическая ткань имеет относительную диэлектрическую проницаемость <math>\epsilon = \epsilon_\infty + \frac{\epsilon_2 - \epsilon_\infty}{1 + j\omega\tau}</math>.</p> <p>3. Найдите частоту столкновений, если, <math>\epsilon_\infty = 2,25</math>, <math>\epsilon_2 = 81</math>, а удельная проводимость на частоте 10 ГГц равна 22 См/м.</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Задание выполнено полностью, имеются мелкие неточности

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Задание выполнено, имеются ошибки не 50% принципиального характера

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Задание выполнено частично, допущены отдельные существенные ошибки

## КМ-3. Контрольная работа по теме "Электродипольное взаимодействие"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа выполняется в письменной форме на практическом занятии. Необходимо выполнить задание по билету.

**Краткое содержание задания:**

Приведите решение и ответы на вопросы по билету

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: — механизмы взаимодействия ЭМП с молекулами на основе квантовых подходов;</p>	<p>1. По какому закону во времени изменяются населенности уровней при отсутствии электрического поля? 2. Каков физический смысл постоянной времени <math>T_2</math>? Что она характеризует? 3. В каком частотном диапазоне температура существенно влияет на равновесную разность населенностей?</p>
<p>Уметь: — рассчитывать электромагнитные поля в биообъектах;</p>	<p>1. Газообразная среда содержит молекулы аммиака. Дипольный момент перехода на частоте 24 ГГц</p> $d = 3,6 \cdot 10^{-30} \text{ Кл} \cdot \text{м}$ <p>Измерения дали значение полосы резонансного поглощения 50 МГц. Разность населенностей на двух уровнях перехода</p> $n_{12} = 5 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$ <p>Температура газа <math>T=300</math> К. Найдите коэффициент ослабления по мощности на центральной частоте перехода. 2. Измерения показателя коэффициента ослабления в выдохе человека (капнометрия) на частоте перехода молекул воды 80,6 ГГц дали значение</p> $\alpha_{\Pi} = 0,5 \text{ м}^{-1}$ <p>Время релаксации <math>T_2=0,1</math> нс. Дипольный момент перехода</p> $d = 6 \cdot 10^{-30} \text{ Кл} \cdot \text{м}$ <p>Температура газа 300 К. Найдите концентрацию молекул воды. Считайте вклад поляризации в диэлектрическую проницаемость слабым. 3. Измерения показателя коэффициента ослабления в выдохе человека (капнометрия) на длине волны поглощения <math>\text{CO}_2</math>, равной 4,3 мкм дали значение</p> $\alpha_{\Pi} = 3 \text{ м}^{-1}$ <p>Время релаксации <math>T_2=0,1</math> нс. Дипольный момент перехода</p>



	$d = 6 \cdot 10^{-30} \text{ Кл} \cdot \text{м}$ <p>Температура газа 300 К. Найдите концентрацию углекислого газа в выдохе. Считайте вклад поляризации в диэлектрическую проницаемость слабым.</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью, имеются мелкие неточности*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено, имеются ошибки непринципиального характера*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено частично, допущены отдельные существенные ошибки*

**КМ-4. Защита расчетного задания. Ч.1**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Интервью

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Для допуска к защите должны быть представлены материалы по Ч.1 задания, студенту задаются вопросы в формате интервью

**Краткое содержание задания:**

Ответьте на поясняющие вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: – механизмы взаимодействия ЭМП с молекулами на основе квантовых подходов;	1.Что такое равновесная намагниченность?
Знать: – термодинамические основы жизни и природу движения классических частиц в биообъектах;	1.Что такое дипольный момент молекулы 2.От чего зависит удельная проводимость в ионном токе?
Уметь: – самостоятельно разбираться в биофизических процессах жизнедеятельности;	1.Как рассчитывается равновесная намагниченность? 2.Как рассчитывается эффективная удельная проводимость?

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: РГР Ч.1 выполнена полностью, имеются мелкие неточности, на уточняющие вопросы получены исчерпывающие ответы*

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: РГР выполнена, имеются ошибки не принципиального характера, на уточняющие вопросы получены ответы

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: РГР выполнена частично, допущены отдельные существенные ошибки, на уточняющие вопросы часть ответов ошибочна

### КМ-5. Защита расчетного задания. Ч.2 .

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Интервью

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 35

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Для допуска к защите должно быть принято расчетно-графическое задание Ч.2, студенту задаются вопросы в формате интервью.

#### Краткое содержание задания:

Ответьте на поясняющие вопросы

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: – механизмы взаимодействия ЭМП с молекулами на основе квантовых подходов;	1. От чего зависит частота ЯМР ? 2. Как возбудить колебания поперечной намагниченности при экспериментальном исследовании ЯМР? 3. Как рассчитываются потери, вносимые пробой в резонатор спектрометра ЭПР?
Уметь: – самостоятельно разбираться в биофизических процессах жизнедеятельности;	1. Как рассчитывается плазменная частота для ионов в жидкости? 2. Как найти статическую относительную диэлектрическую восприимчивость вещества, зная параметры модели Дебая? 3. Как найти зависимости разности населенностей в двухуровневой системе в равновесном состоянии от температуры? Поясните.

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: РГР Ч.2 выполнена полностью, имеются мелкие неточности, на уточняющие вопросы получены исчерпывающие ответы

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: РГР выполнена, имеются ошибки не принципиального характера, на уточняющие вопросы получены ответы

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: РГР выполнена частично, допущены отдельные существенные ошибки, на уточняющие вопросы часть ответов ошибочна

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

<b>МЭИ</b>	<b>ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 1</b>		<i>Утверждаю: Зав. кафедрой</i>
			<i>Лектор:</i>
			<i>25 декабря 2020 г.</i>
	Кафедра		Основ радиотехники
	Дисциплина		<b>Специальные вопросы биофизики</b>
	Институт		радиотехники и электроники
<p>1. В чем заключаются основные признаки живого организма</p> <p>2. Что такое электролитическая диссоциация? Раствор электролита?</p> <p>3. Какова общая тенденция для энергии при образовании биополимеров? Дайте объяснение.</p> <p>4. Объясните словами, как осуществляется переход в формуле для относительной диэлектрической проницаемости в двухуровневой системе: переход от общего выражения к случаю частот, близких к частоте резонанса.</p> <p>5. В чем специфика и принцип работы спектрометра ЭПР?</p>			

## Процедура проведения

Экзамен проходит в устном формате, Студенту предоставляется 1 час для подготовки ответов на вопросы билета. Оценка выставляется по итогам беседы с экзаменатором.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-1</sub> Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы

### Вопросы, задания

1.

<b>МЭИ</b>	<b>ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 2</b>		<i>Утверждаю: Зав. кафедрой</i>
			<i>Лектор:</i>
			<i>25 декабря 2020 г.</i>
	Кафедра		Основ радиотехники
	Дисциплина		<b>Специальные вопросы биофизики</b>
	Институт		радиотехники и электроники
<p>1. В чем заключается отличие интуитивного и научного путей в биофизике ?</p>			

2. В каких случаях частицу можно считать классической, а в каких - нет ?
3. Как проявляются особенности термодинамики в структурах биополимеров?
4. Запишите относительную диэлектрическую восприимчивость на частоте перехода в двухуровневой системе. Объясните, от чего она зависит и почему.
5. В чем специфика и принцип работы спектрометра ЯМР?

2.

<b>МЭИ</b>	<b>ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 3</b>		<i>Утверждаю:</i> <i>Зав. кафедрой</i>  <i>Лектор:</i>  <i>25 декабря 2020 г.</i>
	Кафедра	Основ радиотехники	
	Дисциплина	<b>Специальные вопросы биофизики</b>	
	Институт	радиотехники и электроники	

1. В чем заключается принцип дополнительности в биологии
2. Какие особенности закона распределения частиц по скорости (проекция скорости) в ансамбле: а) в отсутствие дрейфа б) при наличии дрейфа в) при повышении температуры
3. Что характеризует постоянная времени в модели Дебая?
4. Объясните эффект насыщения при увеличении электрического поля в двухуровневой системе. Что в результате получится?
5. Что такое химический сдвиг? Почему он происходит?

3.

<b>МЭИ</b>	<b>ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 4</b>		<i>Утверждаю:</i> <i>Зав. кафедрой</i>  <i>Лектор:</i>  <i>25 декабря 2020 г.</i>
	Кафедра	Основ радиотехники	
	Дисциплина	<b>Специальные вопросы биофизики</b>	
	Институт	радиотехники и электроники	

1. Как соотносятся финализм и каузальность в физике и биологии?
2. От чего зависит скорость дрейфа? Дайте полное развернутое пояснение.
3. Поясните, как поляризуемость молекулы зависит от абс температуры? Почему?
4. Найдите удельную мощность потерь в центре линии поглощения двухуровневой системы на длине волны 3 мкм, если амплитуда напряженности электрического поля равна 1 В/м, время релаксации 0,1 нс, дипольный момент перехода , разность населенностей 1027 м-3.
5. Как измеряют химический сдвиг?

4.

<b>МЭИ</b>	<b>ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 5</b>		<i>Утверждаю:</i> <i>Зав. кафедрой</i>  <i>Лектор:</i>  <i>25 декабря 2020 г.</i>
		Кафедра	Основ радиотехники
		Дисциплина	<b>Специальные вопросы биофизики</b>
		Институт	радиотехники и электроники

1. В чем заключается понятие аperiодического кристалла ?

2. Объясните переход от уравнения для скорости одной частицы при дрейфе к уравнению для плотности ионного тока. Как перейти к стационарному решению?

3. Почему выстроившиеся молекулы в объеме приводят к появлению поверхностных зарядов как на обкладках конденсатора?

4. Найдите добротность лоренцевской линии поглощения аммиака в воздухе, если длина волны для линии поглощения 12,5 мм, а время релаксации 0,1 нс.

5. Почему импульсные спектрометры ЯМР имеют более высокую чувствительность, чем спектрометры, работающие в непрерывном режиме?

5.

<b>МЭИ</b>	<b>ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 6</b>		<i>Утверждаю:</i> <i>Зав. кафедрой</i>  <i>Лектор:</i>  <i>25 декабря 2020 г.</i>
		Кафедра	Основ радиотехники
		Дисциплина	<b>Специальные вопросы биофизики</b>
		Институт	радиотехники и электроники

1. В чем отличие объектов живой и неживой природы. В чем общность?

2. В чем отличие в рассмотрении частоты соударения для тока ионов в газе и для тока ионов в жидкости?

3. Поясните в рамках модели Дебая, по какому закону изменяется во времени величина вектора поляризации вещества при выключении внешнего электрического поля?

4. При каких внешних условиях спиновое квантовое число влияет на спектр поглощения вещества

5. Что нужно обеспечить в МРТ для возбуждения колебаний поперечной намагниченности биоткани?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. В чем заключаются отличительные признаки живого организма?

1. Саморегулирующаяся система
2. Самовоспроизводящая система
3. Замкнутая система

Ответы:

Выберите номера верных ответов

Верный ответ: 1 и 2

2. От чего зависит скорость дрейфа частиц?

Ответы:

Выберите номера верных ответов

1. От напряженности электрического поля
2. От подвижности частиц
3. От напряженности магнитного поля

Верный ответ: 1 и 2

3.

Когда энергия взаимодействия дипольного момента с электрическим полем минимальна?

Ответы:

Выберите номера правильных ответов:

1. Дипольный момент направлен вдоль вектора  $E$
2. Дипольный момент направлен навстречу вектору  $E$
3. Дипольный момент направлен перпендикулярно вектору  $E$

Верный ответ: 1

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-1</sub> Применяет знания естественных наук и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

### Вопросы, задания

Биологическая ткань имеет относительную диэлектрическую проницаемость  $\epsilon = \epsilon_\infty + \frac{\epsilon_s - \epsilon_\infty}{1 + j\omega\tau}$

1. Найти частоту столкновений, если  $\epsilon_\infty = 2,25$ ,  $\epsilon_s = 81$ , а удельная проводимость на частоте 10 ГГц равна 22 См/м. Среда содержит однозарядные ионы. Концентрация ионов с молярной массой  $M = 40 \text{ г/моль}$ ,
2.  $N_i = 10^{22} \text{ м}^{-3}$ . Частота столкновений  $\nu = 2\pi \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$

**Figure 3** Найдите коэффициент ослабления по плотности мощности на частоте 10 ГГц

3. Как найти зависимости разности населенностей в двухуровневой системе в равновесном состоянии от температуры? Поясните.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Полоса лоренцевской линии поглощения при ЭПР при увеличении температуры.....

Ответы:

Выберите правильный вариант продолжения фразы:

1. Уменьшается
2. Возрастает
3. Не изменяется

Верный ответ: 2

2. Для увеличения скорости передачи возбуждения по нейрону толщина мембраны ....

Ответы:

Выберите правильный номер продолжения фразы:

1. Должна быть меньше
2. Должна быть больше
3. Не влияет.

Верный ответ: 2

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

### Вопросы, задания

1. Газообразная среда содержит молекулы аммиака. Дипольный момент перехода на частоте 24 ГГц

$$d = 3,6 \cdot 10^{-30} \text{ Кл} \cdot \text{м}$$

Измерения дали значение полосы резонансного поглощения 50 МГц. Разность населенностей на двух уровнях перехода

$$n_{12} = 5 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$$

Температура газа  $T=300$  К. Найдите коэффициент ослабления по мощности на центральной частоте перехода.

2. Измерения показателя коэффициента ослабления в выдохе человека (капнометрии) на длине волны поглощения  $\text{CO}_2$ , равной 4,3 мкм дали значение

$$\alpha_{\Pi} = 3 \text{ м}^{-1}$$

Время релаксации  $T_2=0,1$  нс. Дипольный момент перехода

$$d = 6 \cdot 10^{-30} \text{ Кл} \cdot \text{м}$$

Температура газа 300 К. Найдите концентрацию углекислого газа в выдохе. Считайте вклад поляризации в диэлектрическую проницаемость слабым.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Найдите частоту ЯМР на протонах, если индукция постоянного магнитного поля равна 0,5 Тл

Ответы:

Запишите правильный ответ в МГц, округлив до целых

Верный ответ: 21

2. Сколько сочетаний может быть закодировано в кодоне, содержащем три азотистых основания?

Ответы:

Введите целое число сочетаний

Верный ответ: 64

### II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью, имеются мелкие неточности

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено, имеются ошибки не принципиального характера

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено частично, допущены отдельные существенные ошибки

### *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 экзаменационной составляющих.