

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

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Современная оптоэлектроника и нанофотоника**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Макаров П.Г.
	Идентификатор	R9a51899a-MakarovPG-4f257daf

П.Г. Макаров

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Макаров П.Г.
	Идентификатор	R9a51899a-MakarovPG-4f257daf

П.Г.
Макаров

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пузина Ю.Ю.
	Идентификатор	Re86e9a56-Puzina-4d2acad1

Ю.Ю.
Пузина

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-2 Способен применять расчетно-теоретические и экспериментальные методы исследования электромагнитных и теплофизических процессов в низкоразмерных устройствах и материалах

ИД-4 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при выборе схемных решений и оборудования для наноразмерных устройств

2. ПК-3 Готов самостоятельно определять направление и характер проводимых исследований, учитывать современные тенденции развития наноразмерных систем и устройств

ИД-3 Способен проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств как части энергетической системы

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Устная форма

1. Поверхностные плазмоны (Коллоквиум)
2. Расчет комплексной диэлектрической функции (Коллоквиум)
3. Современные твердотельные источники света (Коллоквиум)
4. Электромагнитное поле в метаматериалах (Коллоквиум)

БРС дисциплины

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Расчет комплексной диэлектрической функции (Коллоквиум)
КМ-2 Электромагнитное поле в метаматериалах (Коллоквиум)
КМ-3 Поверхностные плазмоны (Коллоквиум)
КМ-4 Современные твердотельные источники света (Коллоквиум)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	11	15
Электромагнитное поле в веществе					

Электромагнитное поле в веществе	+			
Оптические свойства металлов				
Оптические свойства металлов	+			
Физика и технология метаматериалов				
Физика и технология метаматериалов		+		
Фотонные кристаллы				
Фотонные кристаллы		+		
Наноплазмоника				
Наноплазмоника			+	
Оптоэлектроника, нанофотоника и твердотельные источники света				
Оптоэлектроника, нанофотоника и твердотельные источники света				+
Вес КМ:	15	25	25	35

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-2	ИД-4 _{ПК-2} Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при выборе схемных решений и оборудования для наноразмерных устройств	Знать: способы расчета процессов в современной оптоэлектронике Уметь: проводить расчеты эффективности типовых нанотехнологических устройств современной оптоэлектроники	КМ-1 Расчет комплексной диэлектрической функции (Коллоквиум) КМ-3 Поверхностные плазмоны (Коллоквиум)
ПК-3	ИД-3 _{ПК-3} Способен проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств как части энергетической системы	Знать: типовые решения систем, проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств на основе современной оптоэлектроники Уметь: подбирать компоненты современной оптоэлектроники и проводить их расчет	КМ-2 Электромагнитное поле в метаматериалах (Коллоквиум) КМ-4 Современные твердотельные источники света (Коллоквиум)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Расчет комплексной диэлектрической функции

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Коллоквиум.

Краткое содержание задания:

Ответить на поставленный теоретический вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: способы расчета процессов в современной оптоэлектронике	1. Понятие об электромагнитном поле. Описание и основные характеристики. 2. Уравнения Максвелла в вакууме. Основные величины и физическая трактовка. 3. Описание электромагнитного поля с помощью потенциалов. Понятие о калибровке потенциалов. 4. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга. 5. Генерация электромагнитных волн. Излучение диполя. 6. Гармонические колебания диполя и направленность излучения. 7. Радиационное затухание колебаний диполя. 8. Распространение электромагнитного поля в вакууме. 9. Плоские электромагнитные волны в вакууме. 10. Монохроматические плоские электромагнитные волны в вакууме. 11. Поляризация монохроматических плоских электромагнитных волн 12. Эллиптическая, круговая и линейная поляризации электромагнитных волн. 13. Немонохроматическое электромагнитное поле. Естественная поляризация.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-2. Электромагнитное поле в метаматериалах

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Коллоквиум.

Краткое содержание задания:

Ответить на поставленный теоретический вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: типовые решения систем, проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств на основе современной оптоэлектроники	1.Интерференция электромагнитных волн. Интерференция монохроматических волн. Интерференция электромагнитных волн на плоскопараллельной пластине. 2.Интерферометр Майкельсона. Принцип работы и основные свойства. 3.Интерферометр Фабри-Перо. Принцип работы и основные свойства. 4.Дифракция электромагнитного поля. Принцип Гюйгенса. 5.Дифракция плоской электромагнитной волны на плоской щели и круглом отверстии. 6.Ближняя и дальняя зоны дифракции. 7.Источники электромагнитного поля. Нелазерные и лазерные источники. 8.Излучение ансамбля диполей. Статистика излучения ансамбля независимых осцилляторов.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-3. Поверхностные плазмоны

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Коллоквиум.

Краткое содержание задания:

Ответить на поставленный теоретический вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: проводить расчеты эффективности типовых нанотехнологических устройств современной оптоэлектроники	1.Квантовая природа электромагнитного поля. Понятие о фотонах. 2.Когерентные источники электромагнитного поля. Основные характеристики. 3.Спонтанное и вынужденное излучение в квантовой системе. 4.Система с двухуровневыми энергетическими состояниями; спонтанное и вынужденное поглощение и испускание. 5.Коэффициенты Эйнштейна и их трактовка. 6.Инверсная населенность и ее основные свойства. 7.Электромагнитное поле в веществе 8.Зонная картина твердых тел 9.Носители заряда в металлах и полупроводниках

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-4. Современные твердотельные источники света

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Коллоквиум.

Краткое содержание задания:

Ответить на поставленный теоретический вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: подбирать компоненты современной оптоэлектроники и проводить их расчет	1. Физика лазеров. Основные свойства и критерии существования лазерного излучения. 2. Условия лазерной генерации и усиления. Основные принципы устройства лазеров. 3. Основные характеристики лазеров и лазерного излучения. 4. Первый твердотельный лазер и его устройство. 5. Способы создания инверсной населенности. Понятие о накачке и ее видах. 6. Активная лазерная среда и ее свойства. Примеры активных лазерных сред. 7. Классификация лазеров. Основные характеристики при классификации. 8. Примеры различных лазеров. Краткое описание и режимы. 9. Воздействие лазерного излучения на вещество: тепловые и нетепловые эффекты 10. Карта режимов взаимодействия вещества и лазерного излучения 11. Тепловое действие лазерного излучения (нерезонансное взаимодействие лазерного луча с веществом)

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Уравнения Максвелла в вакууме. Основные величины и физическая трактовка.
2. Коэффициенты Эйнштейна и их трактовка.
3. Вектор электрического поля задан плоской монохроматической (гармонической) волной вида

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \exp \left[i(\omega t - \vec{k}\vec{r}) \right]$$

Векторы $\vec{E}_0$ и $\vec{k}$ лежат в плоскости xz. Записать комплексные и действительные выражения проекций полей электрического и магнитного поля на направления x, y, z для волны в вакууме.

Процедура проведения

Экзамен проводится по билетам и предполагает ответ студента на поставленные вопросы. К началу зачета с оценкой преподаватель подготавливает следующие документы:

- экзаменационные билеты;
- наглядные пособия, материалы справочного характера, нормативные документы и образцы техники, разрешенные к использованию на экзамене;

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-2} Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при выборе схемных решений и оборудования для наноразмерных устройств

Вопросы, задания

1. Найти импульс единицы объема ЭМ поля плоской волны, если напряженность электрического поля составляет 1000 В/м.
2. Описание электромагнитного поля с помощью потенциалов. Понятие о калибровке потенциалов.
3. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.
4. Генерация электромагнитных волн. Излучение диполя.
5. Гармонические колебания диполя и направленность излучения.
6. Радиационное затухание колебаний диполя.
7. Распространение электромагнитного поля в вакууме.
8. Плоские электромагнитные волны в вакууме.
9. Монохроматические плоские электромагнитные волны в вакууме.
10. Поляризация монохроматических плоских электромагнитных волн
11. Эллиптическая, круговая и линейная поляризации электромагнитных волн.
12. Немонохроматическое электромагнитное поле. Естественная поляризация.
13. Интерференция электромагнитных волн. Интерференция монохроматических волн. Интерференция электромагнитных волн на плоскопараллельной пластине.
14. Интерферометр Майкельсона. Принцип работы и основные свойства.

15. Интерферометр Фабри-Перо. Принцип работы и основные свойства.
16. Дифракция электромагнитного поля. Принцип Гюйгенса.
17. Дифракция плоской электромагнитной волны на плоской щели и круглом отверстии.
18. Ближняя и дальняя зоны дифракции.
19. Источники электромагнитного поля. Нелазерные и лазерные источники.
20. Излучение ансамбля диполей. Статистика излучения ансамбля независимых осцилляторов.
21. Квантовая природа электромагнитного поля. Понятие о фотонах.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Вектор электрического поля задан плоской монохроматической (гармонической) волной вида

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \exp \left[i(\omega t - \vec{k}\vec{r}) \right]$$

Векторы $\vec{E}_0$ и $\vec{k}$ лежат в плоскости xz. Записать комплексные и действительные выражения проекций полей электрического и магнитного поля на направления x, y, z для волны в вакууме.

2. Найти импульс электромагнитного поля вида

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \exp \left[i(\omega t - \vec{k}\vec{r}) \right]$$

в объеме 1 м³, если величина напряженности поля равна $E_0 = 1 \text{ кВ/м}; 5 \text{ кВ/м}$

3. Получить выражения для полей $\vec{E}_0$ и $\vec{H}_0$ стоячей волны в вакууме. Чему равен сдвиг фаз между полями? Изобразить моментальные снимки полей в различные моменты времени.
4. Немонохроматическое электромагнитное поле. Естественная поляризация.
5. Дифракция электромагнитного поля. Принцип Гюйгенса.
6. Квантовая природа электромагнитного поля. Понятие о фотонах.
7. Описание квантового электромагнитного поля. Фотоны и их характеристики. Числа заполнения.
8. Когерентные источники электромагнитного поля. Основные характеристики.
9. Спонтанное и вынужденное излучение в квантовой системе.
10. Коэффициенты Эйнштейна и их трактовка.

2. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ПК-3} Способен проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств как части энергетической системы

Вопросы, задания

1. Вектор электрического поля задан плоской монохроматической (гармонической) волной вида

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \exp \left[i(\omega t - \vec{k}\vec{r}) \right]$$

Векторы $\vec{E}_0$ и $\vec{k}$ лежат в плоскости xz. Записать комплексные и действительные выражения проекций полей электрического и магнитного поля на направления x, y, z для волны в вакууме.

2. Вектор электрического поля задан плоской монохроматической (гармонической) волной вида

$$\vec{H} = \vec{H}_0 \exp \left[i(\omega t - \vec{k}\vec{r}) \right]$$

Векторы $\vec{H}_0$ и $\vec{k}$ лежат в плоскости xz. Записать комплексные и действительные выражения проекций полей электрического и магнитного поля на направления x, y, z для волны в вакууме.

3. Оценить ширину интерференционной полосы Δl , если расстояние d между щелями S1 и S2 равно 1 мм, а расстояние от щелей до экрана Э составляет L = 1 м.

4. Найти импульс электромагнитного поля вида

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \exp \left[i(\omega t - \vec{k}\vec{r}) \right]$$

в объеме 1 м³, если величина напряженности поля равна $E_0 = 1 \text{ кВ/м}; 5 \text{ кВ/м}$

5. Найти энергию плоской электромагнитной волны, если напряженность электрического поля оставляет 1000 В/м.

6. Получить выражения для полей $\vec{E}_0$ и $\vec{H}_0$ стоячей волны в вакууме. Чему равен сдвиг фаз между полями? Изобразить моментальные снимки полей в различные моменты времени.

7. Понятие об электромагнитном поле. Описание и основные характеристики.

8. Уравнения Максвелла в вакууме. Основные величины и физическая трактовка.

9. Когерентные источники электромагнитного поля. Основные характеристики.

10. Спонтанное и вынужденное излучение в квантовой системе.

11. Коэффициенты Эйнштейна и их трактовка.

12. Инверсная населенность и ее основные свойства.

13. Оптические резонатор и его основные свойства.

14. Физика лазеров. Основные свойства и критерии существования лазерного излучения.

15. Условия лазерной генерации и усиления. Основные принципы устройства лазеров.

16. Основные характеристики лазеров и лазерного излучения.

17. Способы создания инверсной населенности. Понятие о накачке и ее видах.

18. Активная лазерная среда и ее свойства. Примеры активных лазерных сред.

19. Классификация лазеров. Основные характеристики при классификации.

20. Воздействие лазерного излучения на вещество: тепловые и нетепловые эффекты

21. Карта режимов взаимодействия вещества и лазерного излучения

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Оценить ширину интерференционной полосы Δl , если расстояние d между щелями S1 и S2 равно 1 мм, а расстояние от щелей до экрана Э составляет L = 1 м.

2. Найти энергию плоской электромагнитной волны, если напряженность электрического поля оставляет 1000 В/м.

3. Уравнения Максвелла в вакууме. Основные величины и физическая трактовка.

4. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.

5. Гармонические колебания диполя и направленность излучения.

6. Монохроматические плоские электромагнитные волны в вакууме.

7. Интерферометр Фабри-Перо. Принцип работы и основные свойства.

8. Физика лазеров. Основные свойства и критерии существования лазерного излучения.

9. Активная лазерная среда и ее свойства. Примеры активных лазерных сред.

10. Воздействие лазерного излучения на вещество: тепловые и нетепловые эффекты

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

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 («неудовлетворительно»)

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу