

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

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Твердотельная микро- и нанoeлектроника, лазерная и оптическая измерительная электроника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.02.02.07 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 2 семестр - 5; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 180 часов |
| Лекции | 2 семестр - 16 часов; |
| Практические занятия | 2 семестр - 16 часов; |
| Лабораторные работы | 2 семестр - 32 часа; |
| Консультации | 2 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 2 семестр - 113,5 часов; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: | |
| Расчетное задание | |
| Лабораторная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 2 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Лапицкий К.М. |
| | Идентификатор | R34188c97-LapitskyKM-ff585e2b |

К.М. Лапицкий

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

| | | |
|--|--|---------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Скорнякова Н.М. |
| | Идентификатор | R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6 |

Н.М.
Скорнякова

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|--|--|---------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Скорнякова Н.М. |
| | Идентификатор | R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6 |

Н.М.
Скорнякова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение принципов построения рефрактометрических оптико-электронных комплексов и систем.

Задачи дисциплины

- изучение оптических свойств сред и их влияние на распространение оптического излучения;
- изучение принципов теневых методов и их модификаций исследования неоднородных сред;
- изучение методики расчета и обработки рефрактограмм для визуализации неоднородной среды;
- изучение принципов проведения экспериментальных исследований по определению параметров оптически прозрачной неоднородной среды на основе известных принципов построения рефрактометрических систем.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|---|---|
| ПК-1 Способен проводить, сопровождать работы, организовывать обучение персонала по проектированию и конструированию лазерных и оптических измерительных приборов и комплексов | ИД-2 _{ПК-1} Умеет решать изобретательские задачи и разрабатывать инновационные приборы квантово-оптических систем и комплексов | знать: - физические процессы, приводящие к оптической неоднородности среды. уметь: - разработать методику расчета и обработки рефрактограмм для визуализации сферически-слоистой неоднородной среды; - разработать методику расчета и обработки рефрактограмм для визуализации плоскостойкой неоднородной среды; - проводить экспериментальные исследования по определению параметров оптически прозрачной неоднородной среды на основе известных принципов построения рефрактометрических систем с использованием некогерентных и когерентных источников. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Твердотельная микро- и наноэлектроника, лазерная и оптическая измерительная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основные законы геометрической и физической оптики
- уметь Моделировать и проводить обработку одномерных и двумерных сигналов

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания |
|----------|---|--------------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|----------------------|---|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Рефракционные измерения в современной технике | 4 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Рефракционные измерения в современной технике" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 8-26 [5], стр. 29-37 [7], стр. 8-26 |
| 1.1 | Рефракционные измерения в современной технике | 4 | | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | |
| 2 | Оптические характеристики однородных и неоднородных сред | 10 | | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Оптические характеристики однородных и неоднородных сред и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Оптические характеристики однородных и неоднородных сред" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 46-60 [3], стр. 28-37 [6], стр. 766-793 [7], стр. 46-60 |
| 2.1 | Оптические характеристики однородных и неоднородных сред | 10 | | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | |
| 3 | Структурированное лазерное излучение | 24 | | 2 | 8 | 2 | - | - | - | - | - | 12 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
| 3.1 | Структурированное лазерное излучение | 24 | | 2 | 8 | 2 | - | - | - | - | - | 12 | - | необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Структурированное лазерное излучение" материалу. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Структурированное лазерное излучение" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Структурированное лазерное излучение" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 27-45 [3], стр. 12-27 [5], стр. 24-28, 64-76 [7], стр. 27-45 |
| 4 | Приближение геометрической оптики для описания рефракции в слоистых средах | 36 | | 4 | - | 6 | - | - | - | - | - | 26 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Приближение геометрической оптики для описания рефракции в слоистых средах" |
| 4.1 | Приближение геометрической оптики для описания рефракции в слоистых средах | 36 | | 4 | - | 6 | - | - | - | - | - | 26 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Приближение геометрической оптики для описания рефракции в слоистых средах" материалу. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Приближение геометрической оптики для описания рефракции в слоистых средах и |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|---|----|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | <p>подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Приближение геометрической оптики для описания рефракции в слоистых средах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 41-50, 80-96 [3], стр. 38-63 [4], стр. 87-92 [7], стр. 41-50, 80-96</p> |
| 5 | Принципы построения лазерных рефракционных систем | 70 | 6 | 24 | 4 | - | - | - | - | - | 36 | - | <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Принципы построения лазерных рефракционных систем" материалу.</p> |
| 5.1 | Принципы построения лазерных рефракционных систем | 70 | 6 | 24 | 4 | - | - | - | - | - | 36 | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Принципы построения лазерных рефракционных систем"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Принципы построения лазерных рефракционных систем" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 97-122 [2], стр. 30-38 [3], стр. 64-70</p> |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|--|----|----|----|---|---|---|---|-----|-------|------|-------------------------------------|
| | | | | | | | | | | | | | | [5], стр. 48-53 [7], стр. 97-122 |
| | Экзамен | 36.0 | | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 180.0 | | 16 | 32 | 16 | - | 2 | - | - | 0.5 | 80 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 180.0 | | 16 | 32 | 16 | 2 | | - | | 0.5 | 113.5 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Рефракционные измерения в современной технике

1.1. Рефракционные измерения в современной технике

Роль и значение рефракционных измерений в современной науке, технике и технологии, в становлении современного прецизионного приборостроения. Принципы рефракционных методов диагностики неоднородных сред. Обзор теневых методов исследования оптически неоднородных сред.

2. Оптические характеристики однородных и неоднородных сред

2.1. Оптические характеристики однородных и неоднородных сред

Оптические свойства среды. Показатель преломления. Физические процессы, приводящие к оптической неоднородности среды. Температурное поле в жидкости. Стратифицированные жидкости. Акустическое поле в жидкостях и газах. Нарушение полного внутреннего отражения при изменении физических свойств среды. Методы определения показателя преломления газов, жидкостей и твёрдых сред. Среда с отрицательным показателем преломления. Дисперсия и поглощение света. Комплексный показатель преломления.

3. Структурированное лазерное излучение

3.1. Структурированное лазерное излучение

Основные виды структурированного лазерного излучения (СЛИ). Гауссовы пучки. Формирование лазерной плоскости на основе оптических элементов: одно-, двух- и трехлинзовая схемы. Формирование СЛИ на основе дифракционных оптических элементов.

4. Приближение геометрической оптики для описания рефракции в слоистых средах

4.1. Приближение геометрической оптики для описания рефракции в слоистых средах

Волновое уравнение. Уравнение Гельмгольца. Уравнение эйконала и уравнение переноса. Лучевой вектор. Связь лучевого вектора и эйконала. Волновая и геометрооптическая модель излучения. Уравнение траектории светового луча. Дифференциальное уравнение траектории светового луча. Плоскостойкая среда. Уравнение траектории лучей в плоскостойкой неоднородности. Сферически-стойкая среда. Уравнение траектории лучей в сферически-стойкой неоднородности. Моделирование рефракции СЛИ в оптически неоднородной среде. Рефрактограммы СЛИ в среде с градиентом температуры.

5. Принципы построения лазерных рефракционных систем

5.1. Принципы построения лазерных рефракционных систем

Метод лазерной рефрактографии. Исследование теплового пограничного слоя вблизи поверхности нагретого или охлаждённого тела в жидкости с использованием рефракции лазерного излучения. Теневой фоновый метод (ТФМ). Исследование крупномасштабных неоднородностей. Структурные элементы систем. Требования к СЛИ. Требования к системам регистрации рефрактограмм и изображений ТФМ. Методы регистрации и обработки рефрактограмм и изображений ТФМ.

3.3. Темы практических занятий

1. Моделирование рефрактограмм СЛИ в различных неоднородностях;
2. Формирование лазерной плоскости на основе оптических элементов. Одно-, двух- и

трехлинзовая схемы;

3. Траектории лучей в сферической неоднородности;

4. Траектории лучей в плоскостой неоднородности;

5. Оптические свойства среды. Показатель преломления. Физические процессы, приводящие к оптической неоднородности среды. Температурное поле в жидкости. Акустическое поле в жидкостях и газах. Стратифицированные жидкости.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Формирование лазерной плоскости при помощи линзовых систем;

2. Определение размеров пузырьков газа лазерным интерференционным методом;

3. Исследование рефракции лазерного излучения в тепловом пограничном сферическом слое в жидкости;

4. Изучение теневого фонового метода.

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|--|---------------------|--|---|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Знать: | | | | | | | |
| физические процессы, приводящие к оптической неоднородности среды | ИД-2ПК-1 | | + | | | | Расчетное задание/Оптические свойства среды. Методы определения показателя преломления среды |
| Уметь: | | | | | | | |
| проводить экспериментальные исследования по определению параметров оптически прозрачной неоднородной среды на основе известных принципов построения рефрактометрических систем с использованием некогерентных и когерентных источников | ИД-2ПК-1 | + | | | | + | Лабораторная работа/Принципы построения рефрактометрических систем |
| разработать методику расчета и обработки рефрактограмм для визуализации плоскостойкой неоднородной среды | ИД-2ПК-1 | | | | + | | Расчетное задание/Распространение излучения в плоскостойкой неоднородной среде |
| разработать методику расчета и обработки рефрактограмм для визуализации сферически-слоистой неоднородной среды | ИД-2ПК-1 | | | + | + | | Расчетное задание/Распространение излучения в сферически-слоистой неоднородной среде |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Смешанная форма

1. Оптические свойства среды. Методы определения показателя преломления среды (Расчетное задание)
2. Распространение излучения в плоскостой неоднородной среде (Расчетное задание)
3. Распространение излучения в сферически-слоистой неоднородной среде (Расчетное задание)

Форма реализации: Устная форма

1. Принципы построения рефрактометрических систем (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №2)

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

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Евтихиева, О. А. Лазерная рефрактография / О. А. Евтихиева, И. Л. Расковская, Б. С. Ринкевичюс . – М. : Физматлит, 2008 . – 176 с. - ISBN 978-5-922110-44-0 .;
2. Ринкевичюс, Б. С. Лазерная интерферометрия. Лабораторный практикум : учебное пособие по курсу "Лазерная интерферометрия" по направлению "Электроника и микроэлектроника" / Б. С. Ринкевичюс, К. М. Лапицкий, В. Т. Нгуен, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 40 с. - ISBN 978-5-383-00274-2 .
<http://elibrary.mpei.ru/elibrary/view.php?id=417>;
3. Евтихиева, О. А. Основы лазерной рефрактографии : учебное пособие по курсу "Лазерная диагностика неоднородных потоков" по направлению "Электроника и микроэлектроника" / О. А. Евтихиева, И. Л. Расковская, Б. С. Ринкевичюс ; ред. Б. С. Ринкевичюс ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2012 . – 84 с. - ISBN 978-5-7046-1392-3 .
<http://elibrary.mpei.ru/elibrary/view.php?id=5004>;
4. Информационная оптика : Учебное пособие для вузов по направлениям "Оптотехника", "Информатика и вычислительная техника", "Электроника и микроэлектроника" / Ред. Н. Н. Евтихий . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 612 с. - ISBN 5-7046-0584-2 .;
5. Ринкевичюс, Б. С. Лазерная диагностика потоков / Б. С. Ринкевичюс ; Ред. В. А. Фабрикант . – М. : Изд-во МЭИ, 1990 . – 288 с. - ISBN 5-7046-0003-4 .;

6. Физические величины. Справочник / ред. И. С. Григорьев, Е. З. Мейлихов . – М. : Энергоиздат, 1991 . – 1231 с.;
7. Евтихиева О. А., Расковская И. Л., Ринкевичюс Б. С.- "Лазерная рефрактография", Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2008 - (176 с.)
https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49091.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Python;
6. SmathStudio.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
14. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
15. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|---|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | А-202, Учебная мультимедийная аудитория каф. Физики | парта, стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, ноутбук |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | А-202, Учебная мультимедийная аудитория каф. Физики | парта, стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, |

| | | |
|---|--|---|
| | | ноутбук |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | А-200, Учебная лаборатория "Квантовые источники излучения" | стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, колонки, стенд учебный, учебно-наглядное пособие |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | А-202, Учебная мультимедийная аудитория каф. Физики | парта, стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, ноутбук |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-303, Лекционная аудитория | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | А-201/1, Кабинет сотрудников каф. Физики | стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Б-101/1, Склад каф. Физики им. В.А. Фабриканта | стеллаж для хранения инвентаря, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, книги, учебники, пособия |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Рефрактометрические измерительные системы

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Распространение излучения в плоскостойкой неоднородной среде (Расчетное задание)
- КМ-2 Распространение излучения в сферически-слоистой неоднородной среде (Расчетное задание)
- КМ-3 Оптические свойства среды. Методы определения показателя преломления среды (Расчетное задание)
- КМ-4 Принципы построения рефрактометрических систем (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 1 | Рефракционные измерения в современной технике | | | | | |
| 1.1 | Рефракционные измерения в современной технике | | | | | + |
| 2 | Оптические характеристики однородных и неоднородных сред | | | | | |
| 2.1 | Оптические характеристики однородных и неоднородных сред | | | | + | |
| 3 | Структурированное лазерное излучение | | | | | |
| 3.1 | Структурированное лазерное излучение | | | + | | |
| 4 | Приближение геометрической оптики для описания рефракции в слоистых средах | | | | | |
| 4.1 | Приближение геометрической оптики для описания рефракции в слоистых средах | | + | + | | |
| 5 | Принципы построения лазерных рефракционных систем | | | | | |
| 5.1 | Принципы построения лазерных рефракционных систем | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 20 | 20 | 20 | 40 |