

|  |
| --- |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования **«МИРЭА – Российский технологический университет»**  **РТУ МИРЭА** |

|  |  |
| --- | --- |
| **ПРИНЯТО**  решением Ученого совета Физико – технологического института  от «28» августа 2019 г.  протокол № 1 | **УТВЕРЖДАЮ**  Директор Физико – технологического института  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кузнецов В.В.  «28» августа 2019г.. |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Математический аппарат современной оптики** | | | | | |
|  | | | | | |
| Направление подготовки | | | | **12.04.02 «Оптотехника»** | |
|  | | | |  | |
| Магистерская программа | | | | **Оптико-электронные приборы и системы** | |
|  | | | |  | |
| Институт | | **Физико – технологический институт (ФТИ)** | | | |
|  | |  | | | |
| Форма обучения | | | | | **Очная** |
|  | | | | |  |
| Программа подготовки | | | **магистратура** | | |
| Кафедра | **Оптико-электронных приборов и систем** | | | | |
|  |  | | | | |

Москва 2019

|  |  |
| --- | --- |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана | **к.т.н., доц. Кузнецов В.В.** |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) рассмотрена и принята | |
| на заседании кафедры | **Оптико-электронных приборов и систем** |
|  |  |

Протокол заседания кафедры от 28 августа 2019 г. №1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Заведующий кафедрой | **к.т.н, доц. Кузнецов В.В.** | | | |
|  |  | |  | |
|  | |  | |  |

**1. Цель освоения дисциплины.**

Дисциплина "Математический аппарат современной оптики" имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся универсальной (УК-1), общепрофессиональных (ОПК-2 , ОПК-3 ) компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки магистров 12.04.02 "Оптотехника" с учетом специфики магистерской программы - "Оптико-электронные приборы и системы ".

**2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.**

Дисциплина "Математический аппарат современной оптики" является обязательной дисциплиной Блока 1 (Дисциплины) учебного плана направления подготовки магистров 12.04.02 "Оптотехника" магистерской программы "Оптико-электронные приборы и системы ". Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетные единицы (324 акад. час.).

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения программы бакалавриата (компетенциями выпускников)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции (код и название компетенции, уровень освоения - при наличии в карте компетенции)** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине(модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| ОПК-2 (Способность организовать проведение научного исследования и разработку, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с научными исследованиями в области оптической техники, оптико-электронных приборов и систем.) | Знать Методы выявления приоритетных задач в профессиональной области. Современные методы исследования, оценки и представления результатов выполненной работы. Основные стандарты оформления отчетов, статей и рефератов. |
| Уметь Формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач. Оценивать и представлять результаты выполненной работы. Оформлять отчеты, рефераты и статьи в соответствии с установленными требованиями. |
| Владеть Навыками выявления приоритетных задач исследования в профессиональной деятельности. Навыками проведения исследований систем и процессов в области оптотехники. Современными средствами редактирования и печати статей, рефератов и отчетов. |
| УК-1 (Способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.) | Знать Варианты действий в нестандартных ситуациях. |
| Уметь Действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения |
| Владеть Способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения |
| ОПК-3 (Способность приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач.) | Знать Основы проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий. |
| Уметь Формулировать цели, задачи и план научного исследования в области оптотехники на основе литературных данных |
| Владеть Навыками формулирования цели, задачи и плана научного исследования в области оптотехники на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий. |

**4. Содержание дисциплины**

4.1. Распределение объема и содержания дисциплины (модуля) по разделам, семестрам, видам учебной работы и формам контроля

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № раздела | Семестр | Неделя семестра | Объем (в акад. час.) | | | | | | | | Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)  Формы промежуточной аттестации  (по семестрам) |
| Всего | Контактная работа (по видам учебных занятий) | | | | СР | КрПА | Контроль |
| Всего | ЛК | ЛБ | ПР |
| 1 | 1 | 1-2 | 17,44 | 3,89 | 0,89 | - | 3 | 13,56 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 2 | 1 | 2-4 | 18,44 | 4,89 | 0,89 | - | 4 | 13,56 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 3 | 1 | 4-6 | 17,44 | 3,89 | 0,89 | - | 3 | 13,56 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 4 | 1 | 6-7 | 17,44 | 3,89 | 0,89 | - | 3 | 13,56 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 5 | 1 | 7-9 | 17,44 | 3,89 | 0,89 | - | 3 | 13,56 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 6 | 1 | 9-11 | 18,44 | 4,89 | 0,89 | - | 4 | 13,56 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 7 | 1 | 11-12 | 17,44 | 3,89 | 0,89 | - | 3 | 13,56 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 8 | 1 | 12-14 | 18,44 | 4,89 | 0,89 | - | 4 | 13,56 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 9 | 1 | 14-16 | 18,44 | 4,89 | 0,89 | - | 4 | 13,56 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| По материалам 1 семестра | | |  |  |  |  |  |  | 0,25 | 17,75 | зачет |
| Всего в 1 семестре | | | 179 | 39 | 8,0 | - | 31 | 122 | 0,25 | 17,75 |  |
| 10 | 2 | 1-2 | 12,22 | 3,78 | 1,78 | - | 2 | 8,44 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 11 | 2 | 2-4 | 12,22 | 3,78 | 1,78 | - | 2 | 8,44 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 12 | 2 | 4-6 | 12,22 | 3,78 | 1,78 | - | 2 | 8,44 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 13 | 2 | 6-7 | 12,22 | 3,78 | 1,78 | - | 2 | 8,44 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 14 | 2 | 7-9 | 12,22 | 3,78 | 1,78 | - | 2 | 8,44 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 15 | 2 | 9-11 | 12,22 | 3,78 | 1,78 | - | 2 | 8,44 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 16 | 2 | 11-12 | 12,22 | 3,78 | 1,78 | - | 2 | 8,44 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 17 | 2 | 12-14 | 12,22 | 3,78 | 1,78 | - | 2 | 8,44 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 18 | 2 | 14-16 | 12,22 | 3,78 | 1,78 | - | 2 | 8,44 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| По материалам 2 семестра | | |  |  |  |  |  |  | 2,35 | 33,65 | экзамен |
| Всего в 2 семестре | | | 146 | 34 | 16,0 | - | 18 | 76 | 2,35 | 33,65 |  |
| Всего | | | 325 | 73 | 24,0 | - | 49 | 198 | 2,6 | 51,4 |  |

4.2. Наименование и содержание разделов дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № раздела | Наименование раздела | Содержание раздела |
| 1 | Принцип Гюйгенса-Френеля | Аналитическое представление дифракции в соответсвии с принципом Гюйгенса-Френеля |
| 2 | Преобразование Френеля | Аналитическое представление дифракции с помощью преобразования Френеля |
| 3 | Дифракция Фраунгофера | Аналитическое представление явления дифаркции Фраунгофера |
| 4 | Преобразование Фурье | Математическое описание преобразования Фурье |
| 5 | Физические основы голографии | Основные принципы голографии. |
| 6 | Геометрические свойства голограмм | Информация, содаржащаяся в голограмме |
| 7 | Интерферометрическая голография в рассеянном свете | Математическое описание физических процессов записи голограммы |
| 8 | Копирование голограмм | Принципы записи и копирования голограмм |
| 9 | Применение голограмм в современной оптике | Подведение итогов по изученному ранее материалу |
| 10 | Пространственная фильтрация | Принцип, методики, возможности пространственной фильтрации |
| 11 | Математические основы оптической фильтрации | Математическое представление процессов фильтрации |
| 12 | Двойная фильтация | Математический аппарат процесса двойной фильтрации |
| 13 | Свойства и применение пространственной фильтрации | Аналииз свойств пространственной фильтрации. Обозначение применения пространственной фильтрации в современной оптике. |
| 14 | Распознавание образов. Принципы. | Основные принципы распознавания образов с помощью пространственной фильтрации |
| 15 | Метод автокорелляции | Описание методики автокорреляции. |
| 16 | Метод производной. | Аналитическое описание метода производной |
| 17 | Экспериментальные установки для автокорреляционного и метода производной. | Описание работы экспериментальных установок |
| 18 | Применение автокорреляционного и метода производной. | Подведение итогов по изученному ранее материалу |

4.3. Лабораторные работы (ЛБ)

Учебным планом не предусмотрены

4.4. Практические занятия (ПР)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | № раздела дисциплины | Тематика практических занятий | Трудоемкость (в акад. часах) |
| 1 | 1 | Аналитическое представление дифракции в соответсвии с принципом Гюйгенса-Френеля | 3 |
| 2 | 2 | Аналитическое представление дифракции с помощью преобразования Френеля | 4 |
| 3 | 3 | Аналитическое представление явления дифаркции Фраунгофера | 3 |
| 4 | 4 | Математическое описание преобразования Фурье | 3 |
| 5 | 5 | Основные принципы голографии. | 3 |
| 6 | 6 | Информация, содаржащаяся в голограмме | 4 |
| 7 | 7 | Математическое описание физических процессов записи голограммы | 3 |
| 8 | 8 | Принципы записи и копирования голограмм | 4 |
| 9 | 9 | Подведение итогов по изученному ранее материалу | 4 |
|  |  | Всего в 1 семестре | 31 |
| 10 | 10 | Принцип, методики, возможности пространственной фильтрации | 2 |
| 11 | 11 | Математическое представление процессов фильтрации | 2 |
| 12 | 12 | Математический аппарат процесса двойной фильтрации | 2 |
| 13 | 13 | Аналииз свойств пространственной фильтрации. Обозначение применения пространственной фильтрации в современной оптике. | 2 |
| 14 | 14 | Основные принципы распознавания образов с помощью пространственной фильтрации | 2 |
| 15 | 15 | Описание методики автокорреляции. | 2 |
| 16 | 16 | Аналитическое описание метода производной | 2 |
| 17 | 17 | Описание работы экспериментальных установок | 2 |
| 18 | 18 | Подведение итогов по изученному ранее материалу | 2 |
|  |  | Всего в 2 семестре | 18 |
|  |  | Всего | 49 |

**5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Виды самостоятельной работы обучающегося, порядок и сроки ее выполнения:

- подготовка к занятиям с использованием конспектов и приведенных ниже (п/п.п. 8.1 и 8.2) источников;

- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и теоретическая подготовка к их сдаче.

Перечень вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведен ниже (п. 6.3).

**6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

6.1. Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины "Математический аппарат современной оптики", представлен в п.3 настоящей рабочей программы.

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивая

6.2.1 Показатели и критерии оценивания компетенций, используемые шкалы оценивания

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Элементы компетенций (знания, умения, владения)** | **Показатели оценивания** | **Критерии оценивания** | **Средства оценивания** | **Шкалы оцени-вания** |
| Знать (ОПК-2 ) | Знать Методы выявления приоритетных задач в профессиональной области. Современные методы исследования, оценки и представления результатов выполненной работы. Основные стандарты оформления отчетов, статей и рефератов. | Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение практических заданий; Экзамен; Зачет; | Шкала 1 |
| Уметь (ОПК-2 ) | Уметь Формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач. Оценивать и представлять результаты выполненной работы. Оформлять отчеты, рефераты и статьи в соответствии с установленными требованиями. | Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение практических заданий; Экзамен; Зачет; | Шкала 1 |
| Владеть (ОПК-2 ) | Владеть Навыками выявления приоритетных задач исследования в профессиональной деятельности. Навыками проведения исследований систем и процессов в области оптотехники. Современными средствами редактирования и печати статей, рефератов и отчетов. | Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение практических заданий; Экзамен; Зачет; | Шкала 2 |
| Знать (УК-1) | Знать Варианты действий в нестандартных ситуациях. | Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение практических заданий; Экзамен; Зачет; | Шкала 1 |
| Уметь (УК-1) | Уметь Действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения | Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение практических заданий; Экзамен; Зачет; | Шкала 1 |
| Владеть (УК-1) | Владеть Способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения | Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение практических заданий; Экзамен; Зачет; | Шкала 2 |
| Знать (ОПК-3 ) | Знать Основы проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий. | Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение практических заданий; Экзамен; Зачет; | Шкала 1 |
| Уметь (ОПК-3 ) | Уметь Формулировать цели, задачи и план научного исследования в области оптотехники на основе литературных данных | Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение практических заданий; Экзамен; Зачет; | Шкала 1 |
| Владеть (ОПК-3 ) | Владеть Навыками формулирования цели, задачи и плана научного исследования в области оптотехники на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий. | Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение практических заданий; Экзамен; Зачет; | Шкала 2 |

6.2.2. Описание шкал оценивания степени сформированности элементов компетенций

Шкала 1. Оценка сформированности отдельных элементов компетенций

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначения | | Формулировка требований к степени сформированности компетенции | | |
| Цифр. | Оценка | Знать | Уметь | Владеть |
|
| 1 | Неуд. | Отсутствие знаний | Отсутствие умений | Отсутствие навыков |
| 2 | Неуд. | Фрагментарные знания | Частично освоенное умение | Фрагментарное применение |
| 3 | Удовл. | Общие, но не структурированные знания | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение | В целом успешное, но не систематическое применение |
| 4 | Хор. | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания | В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков |
| 5 | Отл. | Сформированные систематические знания | Сформированное умение | Успешное и систематическое применение навыков |

Шкала 2. Комплексная оценка сформированности знаний, умений и владений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначения | | Формулировка требований к степени сформированности компетенции |
| Цифр. | Оценка |
|
| 1 | Неуд. | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале |
| 2 | Удовл. или неуд. (по усмотрению преподавателя) | Знать на уровне ориентирования, представлений. Субъект учения знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает их в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 | Удовл. | Знать и уметь на репродуктивном уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 | Хор. | Знать, уметь, владеть на аналитическом уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 | Отл. | Знать, уметь, владеть на системном уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания учебной дисциплины, его значимость в содержании учебной дисциплины. |

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Типовые вопросы и задания для текущего контроля (оценка сформированности элементов (знаний, умений) универсальной (УК-1), общепрофессиональных (ОПК-2 , ОПК-3 ) компетенций в рамках текущего контроля по дисциплине):

1. Описание методики автокорреляции.

2. Основы нелинейной оптики: генерация второй гармоники, преобразование одной световой волны в другую, параметрические явления в оптике.

3. Описание работы экспериментальных установок

4. Математический аппарат процесса двойной фильтрации

5. Квантовые числа, излучательные переходы, правила отбора.

6. Математическое представление процессов фильтрации

7. Основные характеристики спектральных приборов: аппаратная функция, разрешающая способность область дисперсии.

8. Двойное лучепреломление, распространение света в кристаллах, вращение плоскости поляризации.

9. Аналитическое представление дифракции в соответсвии с принципом Гюйгенса-Френеля

10. Линейная оптика, границы раздела двух сред, нормальная и аномальные дисперсии.

Защита лабораторных работ (оценка сформированности элементов (знаний, умений) универсальной (УК-1), общепрофессиональных (ОПК-2 , ОПК-3 ) компетенций) в рамках текущего контроля по дисциплине):

1. Физические основы абсорбции, соотношения Крамерса-Кронига, закон Бугера-Ламберта-Берра.

2. Линейная оптика, границы раздела двух сред, нормальная и аномальные дисперсии.

3. Математический аппарат процесса двойной фильтрации

4. Двойное лучепреломление, распространение света в кристаллах, вращение плоскости поляризации.

5. Математическое описание физических процессов записи голограммы

Перечень вопросов для подготовки к экзамену (оценка сформированности элементов универсальной (УК-1), общепрофессиональных (ОПК-2 , ОПК-3 ) компетенций в рамках промежуточного контроля по дисциплине) по разделам дисциплины представлен в Приложении 2 к Рабочей программе.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедуры и средства оценивания элементов компетенций по дисциплине "Математический аппарат современной оптики"

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Процедура проведения** | **Средство оценивания** | | | | | | |
| Текущий контроль | | | Промежуточный контроль | | | |
| Выполнение устных заданий | Выполнение практических заданий | - | Экзамен | - | Зачет | - |
| Продолжительность контроля | По усмотрению преподавателя | По усмотрению преподавателя | - | В соотв. с принятыми нормами времени | - | По усмотрению преподавателя | - |
| Форма проведения контроля | Устная | Устная, Письменная | - | Устная, Письменная | - | Устная, Письменная | - |
| Вид проверочного задания | Устные вопросы | Практические задания | - | Экзаменационный билет | - | Билет с заданием | - |
| Форма отчетности | Ответы в устной форме | Ответы в письменной и устной форме | - | Ответы в письменной и устной форме | - | Ответы в письменной и устной форме | - |
| Раздаточный материал | Справочная литература | Справочная литература | - | - | - | - | - |

**7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплина "Математический аппарат современной оптики" предусматривает лекции, практические занятия, а также самостоятельную работу. Успешное изучение дисциплины требует посещения занятий, выполнение самостоятельной работы и ознакомления с основной и дополнительной литературой.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое занятие и указания на самостоятельную работу.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо: перед очередной лекцией просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

- по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующий теме занятия;

- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

- в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

**8. Ресурсное обеспечение дисциплины**

8.1. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

а) Основная литература:

1. Русинов, М. М. Техническая оптика : учебное пособие; КД Либроком, 2017 488 c.

2. Марченко О.М. Гауссов свет; Лань 2016, 1-е изд.

3. Андреев А.Л., Коротаев В.В. Элементы и узлы электронных и оптико-электронных приборов. Учебное пособие; Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2016.

4. Теория электрической связи» , ред. Д. Д. Кловского ,Москва «Радио и связь»,1999г.

5. Ф. Юу « Введение в теорию дифракции, обработку информации и голографию» М,Советское радио. 1979.

6. Применение методов фурье-оптики» ,ред. Г.Старка , Москва «Радио и связь»,1988.

7. Богданов, А.В. Волоконные технологические лазеры и их применение : учебное пособие / А.В. Богданов, Ю.В. Голубенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-2027-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/101825

8. Лазеры: применения и приложения : учебное пособие / А.С. Борейшо, В.А. Борейшо, И.М. Евдокимов, С.В. Ивакин ; под редакцией А. С. Борейшо. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 520 с. — ISBN 978-5-8114-2234-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/87570

б) Дополнительная литература:

1. Лебедько Е.Г. Системы оптической локации, часть Учебное пособие для вузов.- СПб: НИУ ИТМО, 201

2. О.Звелто Физика лазеров. М. издательство Лань. 2010

3. Основы оптики, Борн М., Вольф Э., 1973.

4. А.Н. Пихтин. Оптическая и квантовая электроника. – М.: Высш. шк., 2011

8.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимые для освоения дисциплины:

http://www.library.mirea.ru.

8.3. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

Комплект лицензионного программного обеспечения: MS Windows , MS Office . OOО «СКАЙСОФТ ВИКТОРИ» сублицензионный договор от 07 июня 2018 №0373100029518000033.

8.4. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине:

- учебная аудитория, оснащенная презентационным оборудованием;

- учебная аудитория для проведения семенарских и практических занятий;

- лабораторный практикум по направлению "Оптико-электронные приборы и системы "

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки магистров 12.04.02 "Оптотехника", с профилем подготовки "Оптико-электронные приборы и системы "

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ, ВНОСИМЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.7.2 "Математический аппарат современной оптики"**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Дата внесения изменений | Номер пункта рабочей программы дисциплины (модуля) или программы практики | Содержание изменений | Согласование | |
| Зав. кафедрой | Директор института |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ, ВНОСИМЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.7.2 "Математический аппарат современной оптики"**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Дата внесения изменений | Номер пункта рабочей программы дисциплины (модуля) или программы практики | Содержание изменений | Согласование | |
| Зав. кафедрой | Директор института |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**Приложение 1**

**Аннотация**

**к рабочей программе дисциплины "Математический аппарат современной оптики"**

**1. Цель освоения дисциплины.**

Дисциплина "Математический аппарат современной оптики" имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся универсальной (УК-1), общепрофессиональных (ОПК-2 , ОПК-3 ) компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки магистров 12.04.02 "Оптотехника" с учетом специфики магистерской программы - "Оптико-электронные приборы и системы ". В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- Методы выявления приоритетных задач в профессиональной области.  
Современные методы исследования, оценки и представления результатов выполненной работы.  
Основные стандарты оформления отчетов, статей и рефератов.  
 (ОПК-2 )

- Варианты действий в нестандартных ситуациях. (УК-1)

- Основы проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий.  
 (ОПК-3 )

**Уметь:**

- Формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач.  
Оценивать и представлять результаты выполненной работы.  
Оформлять отчеты, рефераты и статьи в соответствии с установленными требованиями.  
  
 (ОПК-2 )

- Действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения (УК-1)

- Формулировать цели, задачи и план научного исследования в области оптотехники на основе литературных данных (ОПК-3 )

**Владеть:**

- Навыками выявления приоритетных задач исследования в профессиональной деятельности.  
Навыками проведения исследований систем и процессов в области оптотехники.  
Современными средствами редактирования и печати статей, рефератов и отчетов. (ОПК-2 )

- Способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения (УК-1)

- Навыками формулирования цели, задачи и плана научного исследования в области оптотехники на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий. (ОПК-3 )

**2. Место дисциплины в структуре ОП ВО.**

Дисциплина "Математический аппарат современной оптики" является обязательной дисциплиной Блока 1 (Дисциплины) учебного плана направления подготовки магистров 12.04.02 "Оптотехника" магистерской программы "Оптико-электронные приборы и системы ".

3. Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетные единицы (324 акад. час.).

Форма промежуточного контроля успеваемости - экзамен.

**Приложение №2**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**"Математический аппарат современной оптики"**

***Назначение оценочных материалов***

Фонд оценочных материалов создается в соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей основной профессиональной образовательной программе (ОПОП) для проведения текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся.

Оценочные материалы (ОМ) – материалы, нормирующие процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям образовательных программ, рабочих программ модулей (дисциплин).

Фонд оценочных материалов сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;

- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;

- объективности: разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

Основными параметрами и свойствами ОМ являются:

• предметная направленность (соответствие предмету изучения конкретной учебной дисциплины);

• содержание (состав и взаимосвязь структурных единиц, образующих содержание теоретической и практической составляющих учебной дисциплины);

• объем (количественный состав оценочных средств, входящих в ОМ);

• качество оценочных средств и ОМ в целом, обеспечивающее получение объективных и достоверных результатов при проведении контроля с различными целями.

**Целью ОМ** является проверка сформированности у студентов компетенций по видам профессиональной деятельности:

* *научно-исследовательской*
* *технологической*
* *организационно-управленческой*

Второй целью ОМ является проверка сформированности у студентов универсальной (УК-1), общепрофессиональных (ОПК-2 , ОПК-3 ) компетенций

**Карта компетенций** представлена в п. 3 Рабочей программы дисциплины.

**Показатели оценивания** планируемых результатов обучения представлены в п. 6.2.1 Рабочей программы дисциплины

**Оценочные материалы**

**Раздел 1. Задания для текущего контроля**

Целью текущего контроля знаний является установление подробной, реальной картины студенческих достижений и успешности усвоения ими магистерской учебной программы на данный момент времени. В условиях рейтинговой системы контроля результаты текущего оценивания обучающегося используются как показатель его текущего рейтинга.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе преподавателя. Данный вид контроля стимулирует у студентов стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

Формы проведения текущего контроля включают выполнение практических заданий, тестирования, написание рефератов, работу над презентациями и проектами.

**ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К РАЗЛИЧНЫМ ВИДАМ АУДИТОРНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

1. ***Подготовка информационного сообщения*** для практического занятия. Информационное сообщение – небольшое по объему дополнение к вопросам, рассматриваемым на семинарских занятиях. Студент излагает подготовленные им материалы в аудитории, принимая участие в дискуссии по тому или иному вопросу. Информационное сообщение должно отвечать следующим требованиям: в нем излагаются теоретические подходы к рассматриваемому вопросу, дается анализ принципов, законов, понятий и категорий; теоретические положения подкрепляются фактами, примерами, выступление должно быть аргументированным. Целью такого выступления является подготовка студентов к самостоятельному анализу учебной и научной литературы и выработка у них опыта самостоятельного мышления по проблемам курса.

Вопросы для подготовки информационного сообщения содержатся в планах семинарских занятий по дисциплине и другой методической литературе или предлагаются преподавателем после изучения соответствующей темы курса.

Регламент времени на озвучивание сообщения - до 5-10 мин.

***2. Написание реферата.*** Реферат – это краткое (с точки зрения всей существующей по данной проблеме литературы) изложение сущности избранной проблемы. Как правило, реферат имеет научно-информационное назначение. Выбор темы реферата имеет важное значение: тема должна представлять профессиональный интерес, касаться обсуждаемых в современной литературе вопросов. Реферат пишется на основе изучения ряда монографических изданий, статей, помещенных в периодических изданиях.

Перечень предлагаемых тем для написания рефератов можно найти в планах семинарских занятий по дисциплине, в методической литературе или на сайте кафедры. Студент вправе сам предложить тему реферата, в этом случае требует согласование её формулировки с преподавателем.

Регламент озвучивания реферата – 10-15 минут.

3. С***оставление краткого конспекта.*** Конспект–это одна из разновидностей вторичных документов фактографического ряда, краткая запись основного содержания текста с помощью тезисов. Составление конспекта учит работать над темой, всесторонне обдумывая ее, анализируя различные точки зрения на один и тот же вопрос.

Существует две разновидности конспектирования:

- конспектирование письменных текстов (документальных источников, нормативных документов, статей, помещенных в специализированных периодических изданиях);

- конспектирование устных сообщений (например, лекций).

Конспект может быть кратким или подробным.

Необходимо уточнить, что дословная запись как письменной, так и устной речи не относится к конспектированию. Успешность конспекта зависит от умения структурирования материала. Важно не только научиться выделять основные понятия, но и намечать связи между ними.

Конспект должен начинаться с указания реквизитов ис­точника. Если речь идет о научной статье, помещенной в специализированных периодических изданиях, то следует указать фамилию автора, наименование статьи, название журнала, а также год и номер данного периодического издания. Если речь идет о конспектировании нормативных документов, то следует обратить внимание на действующую редакцию данного документа.

Отчет о составлении конспекта предоставляется в письменном виде. Кроме того, студент кратко излагает главные положения и выводы в аудитории. Регламент устного сообщения на семинарских занятиях – 3-4 минуты. Преподаватель просматривает предоставленный конспект.

4. ***Написание эссе***- это вид внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по написанию сочинения небольшого объема и свободной композиции на частную тему, трактуемую субъективно и обычно неполно.

Эссе - это небольшая письменная работа на тему, предложенную преподавателем (тема может быть предложена и студентом, но обязательно должна быть согласована с преподавателем). Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме.

Тема, выбираемая для написания эссе должна быть актуальной, затрагивающей современные пробле­мы области изучения дисциплины. Обучающийся должен раскрыть не только суть проблемы, привести различные точки зрения, но и выразить собственные взгляды на нее. Этот вид работы требует от обучающегося умения четко выражать мысли как в письменной форме, так и посредством логических рассуждений, ясно изла­гать свою точку зрения.

Эссе может быть представлено на практическом занятии, на конкурсе студенческих работ, научных конференциях.

5. ***Написание рецензии***- это вид внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по написанию критического отзыва на первоисточник (книгу, статью, сочинение и пр.). В рецензии обучающийся должен обозначить проблему, которой посвящена статья, проанализировать доказательную базу, положительные стороны и недостатки статьи, высказать свою точку зрения на рассматриваемые проблемы.

6. ***Составление словаря терминов по темам курса*** – вид самостоятельной работы обучающегося, выражающейся в подборе и систематизации терминов, непонятных слов и выражений, встречающихся при изучении темы. Развивает у работы обучающихся способность выделять главные понятия темы и формулировать их. Оформляется письменно, включает название и значение терминов, слов и понятий в алфавитном порядке.

7. ***Составление сводной* (*обобщающей*) *таблицы по теме***- это вид самостоятельной работы обучающегося по систематизации информации, которая сводится (обобщается) в рамки таблицы. Формирование структуры таблицы отражает склонность обучающегося к систематизации материала и развивает его умения по структурированию информации. Крат­кость изложения информации характеризует способность к ее свертыванию. Такие таблицы создаются как помощь в изучении большого объема информации, желая придать ему оптимальную форму для запоминания. Задание чаще всего носит обязательный характер, а его качество оцени­вается по качеству знаний в процессе контроля. Оформляется письменно.

Задания по составлению сводной таблицы планируются чаще в контексте обязательного задания по подготовке к теоретическому занятию.

8. ***Составление схем, иллюстраций (рисунков), графиков, диаграмм***- это более простой вид графического способа отображения информации. Целью этой работы является развитие умения обучающегося выделять главные элементы, устанавливать между ними соотношение, отслеживать ход раз­вития, изменения какого-либо процесса, явления, соотношения каких-либо величин и т.д. Второстепенные детали описательного характера опускаются. Рисунки носят чаще схематичный характер. В них выделяются и обозначаются общие элементы, их топографическое соотношение. Рисунком может быть отображение действия, что способствует наглядности и, соответственно, лучшему запоминанию алгоритма. Схемы и рисунки широко используются в заданиях на практических занятиях в разделе самостоятельной работы. Эти задания могут даваться всем обучающимся как обязательные для подготовки к практическим занятиям.

9. ***Подготовка письменной творческой работы,*** н***аучно-исследовательская деятельность обучающегося***- этот вид деятельности предполагает самостоятельное формулирование проблемы и ее решение, либо решение сложной предложенной проблемы с последующим контролем преподавателя, что обеспечит продуктивную творческую деятельность и формирование наиболее эффективных и прочных знаний (знаний-трансформаций). Этот вид задания может выполняться в ходе занятий обучающегося в кружке по дисциплине или планироваться индивидуально и требует достаточной подготовки и методического обеспечения.

Подготовка к исследовательской работе интенсифицируется при выборе темы дипломной работы, когда студенты начинают сбор материала к исследованию. Совместно с руководителем составляются общая программа деятельности, план-проспект дипломной работы, ведется подбор литературы.

Роль преподавателя и роль обучающегося в этом случае значительно усложняются, так как основной целью является развитие у обучающихся исследовательского, научного мышления. Такой вид деятельности под силу не всем обучающимся, планируя его, следует учитывать индивидуальные особенности обучающегося. Более сложна и система реализации такого вида деятельности, более емки затраты времени как обучающегося, так и преподавателя. В качестве кружковой работы могут быть подготовлены сложные рефераты, проведено микроисследование, изготовлены сложные учебные модели.

10. ***Создание материалов-презентаций***- это вид самостоятельной работы обучающихся по созданию наглядных инфор­мационных пособий, выполненных с помощью мультимедийной компьютерной программы PowerPoint. Этот вид работы требует координации навыков обучающегося по сбору, систематизации, переработке информации, оформления ее в виде подборки материалов, кратко отражающих основные вопросы изучаемой темы, в электронном виде. Создание материалов-презентаций расширяет методы и средства обработки и представления учебной информации, формирует у обучающихся навыки работы на компьютере.

Материалы-презентации готовятся обучающимся в виде слайдов с использованием программы Microsoft PowerPoint. В качестве материалов-презентаций могут быть представлены результаты любого вида внеаудиторной самостоятельной работы, по формату соответствующие режиму презентаций.

**Вопросы для текущего контроля знаний студентов.**

Опрос проводится в устной или письменной форме. Это может быть как фронтальный, так и индивидуальный опрос. Перечень вопросов по дисциплине приведен ниже:

1. Аналитическое представление дифракции в соответсвии с принципом Гюйгенса-Френеля

2. Аналитическое представление дифракции с помощью преобразования Френеля

3. Аналитическое представление явления дифаркции Фраунгофера

4. Оптические схемы спектральных приборов и монохроматоров с использованием призм и дифракционных решёток.

5. Математическое описание преобразования Фурье

6. Основные принципы голографии.

7. Основные характеристики спектральных приборов: аппаратная функция, разрешающая способность область дисперсии.

8. Информация, содаржащаяся в голограмме

9. Квантовые числа, излучательные переходы, правила отбора.

10. Математическое описание физических процессов записи голограммы

11. Спектры многоэлектронных атомов. Спектры атомов во внешних электрических и магнитных полях.

12. Принципы записи и копирования голограмм

13. Эффект Штарка и эффект Зеемана.

14. Подведение итогов по изученному ранее материалу

15. Принцип, методики, возможности пространственной фильтрации

16. Колебательно-вращательные координаты молекул, правила отбора в колебательно-вращательных спектрах.

17. Математическое представление процессов фильтрации

18. Математический аппарат процесса двойной фильтрации

19. Аналииз свойств пространственной фильтрации. Обозначение применения пространственной фильтрации в современной оптике.

20. Линейная оптика, границы раздела двух сред, нормальная и аномальные дисперсии.

21. Основные принципы распознавания образов с помощью пространственной фильтрации

22. Описание методики автокорреляции.

23. Аналитическое описание метода производной

24. Описание работы экспериментальных установок

25. Подведение итогов по изученному ранее материалу

26. Физические основы абсорбции, соотношения Крамерса-Кронига, закон Бугера-Ламберта-Берра.

27. Рэлеевское рассеяние, комбинационное и вынужденное рассеяние.

28. Двойное лучепреломление, распространение света в кристаллах, вращение плоскости поляризации.

29. Взаимодействие сильного светового поля со средой.

30. Основы нелинейной оптики: генерация второй гармоники, преобразование одной световой волны в другую, параметрические явления в оптике.

31. Преобразование поляризации света, векторное описание поляризации.

32. Спонтанное и вынужденное излучение. Поглощение.

Прохождение контроля и выполнение всех работ способствует формированию: общепрофессиональных (ОПК-4, ОПК-6) и профессиональной (ПК-3) компетенций

**Раздел 2. Промежуточная аттестация**

ОМ для промежуточной (семестровой) аттестации обучающихся по дисциплине предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяет определить качество усвоения изученного материала.

По дисциплине "Когерентно-оптические приборы и системы" формой промежуточного контроля успеваемости является экзамен.

**Экзамен** выставляется по совокупности результатов текущего контроля по разделам дисциплины в ходе семинарских занятий и по результатам экзамена, проводимого во время сессии. Экзаменационный билет включает в себя 2 вопроса. **Шкалы оценивания** представлены в п. 6.2.2. рабочей программы.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

1. Аналитическое представление дифракции в соответсвии с принципом Гюйгенса-Френеля

2. Аналитическое представление дифракции с помощью преобразования Френеля

3. Спонтанное и вынужденное излучение. Поглощение.

4. Аналитическое представление явления дифаркции Фраунгофера

5. Математическое описание преобразования Фурье

6. Принцип работы лазера. Структурная схема лазера, принципы накачки, принципы обратной связи.

7. Основные принципы голографии.

8. Свойства лазерных пучков: монохроматичность, когерентность, направленность, яркость.

9. Информация, содаржащаяся в голограмме

10. Математическое описание физических процессов записи голограммы

11. Принципы записи и копирования голограмм

12. Подведение итогов по изученному ранее материалу

13. Матрицы ABCD. Линзовый волновод, лучи в линзоподобной среде, распространение лучей между зеркалами.

14. Принцип, методики, возможности пространственной фильтрации

15. Математическое представление процессов фильтрации

16. Математический аппарат процесса двойной фильтрации

17. Амплитудная, фазовая, частотная и пространственно частотная модуляция. Отклонение оптического излучения.

18. Аналииз свойств пространственной фильтрации. Обозначение применения пространственной фильтрации в современной оптике.

19. Основные принципы распознавания образов с помощью пространственной фильтрации

20. Электрооптические, магнитооптические и акустооптические модуляторы и дефлекторы.

21. Описание методики автокорреляции.

22. Распространение электромагнитного поля в пространстве. Уравнения Максвелла.

23. Аналитическое описание метода производной

24. Описание работы экспериментальных установок

25. Подведение итогов по изученному ранее материалу

26. Пассивные оптические компоненты: разветвители 2х2

27. Пассивные оптические компоненты: разветвитель 3х3. Уравнения связанных мод для него

28. Волоконной оптические усилители: обзор существующих решений

29. Иттербиевые волоконные усилители