

|  |
| --- |
| 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)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Квантовая и оптическая электроника** | | | | | |
|  | | | | | |
| Направление подготовки | | | | **12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии»** | |
|  | | | |  | |
| Профиль | | | | **Лазерные оптико-электронные приборы и системы** | |
|  | | | |  | |
| Институт | | **Физико – технологический институт (ФТИ)** | | | |
|  | |  | | | |
| Форма обучения | | | | | **Очная** |
|  | | | | |  |
| Программа подготовки | | | **бакалавриат** | | |
| 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 "Квантовая и оптическая электроника" имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся профессиональной (ПК-1) компетенции в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 12.03.05 "Лазерная техника и лазерные технологии" с учетом специфики профиля подготовки - "Лазерные оптико-электронные приборы и системы ".

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

Дисциплина "Квантовая и оптическая электроника" является дисциплиной вариативной части Блока 1 (Дисциплины) учебного плана направления подготовки бакалавров 12.03.05 "Лазерная техника и лазерные технологии" профиля подготовки "Лазерные оптико-электронные приборы и системы". Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетные единицы (288 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** |
| ПК-1 (Способен анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов) | Знать основные физические процессы и свойства оптико-электронных приборов и систем. методы проведения научных экспериментов. |
| Уметь анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов. обрабатывать и анализировать полученные результаты. |
| Владеть способностью анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов. способами обработки, анализа, хранения и представления данных экспериментальных исследований. |

**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 | 5 | 1-4 | 23 | 12 | 4 | - | 8 | 11 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 2 | 5 | 4-8 | 31 | 20 | 4 | 8 | 8 | 11 |  |  | Устное собеседование, защита лаб. работы, выполнение практ. заданий |
| 3 | 5 | 8-12 | 23 | 12 | 4 | - | 8 | 11 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 4 | 5 | 12-16 | 31 | 20 | 4 | 8 | 8 | 11 |  |  | Устное собеседование, защита лаб. работы, выполнение практ. заданий |
| По материалам 5 семестра | | |  |  |  |  |  |  | 2,35 | 33,65 | экзамен |
| Всего в 5 семестре | | | 144 | 64 | 16 | 16 | 32 | 44 | 2,35 | 33,65 |  |
| 5 | 6 | 1-4 | 27,5 | 12 | 8 | - | 4 | 15,5 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 6 | 6 | 4-8 | 35,5 | 20 | 8 | 8 | 4 | 15,5 |  |  | Устное собеседование, защита лаб. работы, выполнение практ. заданий |
| 7 | 6 | 8-12 | 27,5 | 12 | 8 | - | 4 | 15,5 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 8 | 6 | 12-16 | 35,5 | 20 | 8 | 8 | 4 | 15,5 |  |  | Устное собеседование, защита лаб. работы, выполнение практ. заданий |
| По материалам 6 семестра | | |  |  |  |  |  |  | 0,25 | 17,75 | зачет |
| Всего в 6 семестре | | | 144 | 64 | 32 | 16 | 16 | 62 | 0,25 | 17,75 |  |
| Всего | | | 288 | 128 | 48 | 32 | 48 | 106 | 2,6 | 51,4 |  |

4.2. Наименование и содержание разделов дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № раздела | Наименование раздела | Содержание раздела |
| 1 | Физические идеи и принципы квантовой электроники. | Спонтанное и вынужденное излучение. Поглощение. Принцип работы лазера. Структурная схема лазера, принципы накачки, принципы обратной связи. Свойства лазерных пучков: монохроматичность, когерентность, направленность, яркость. |
| 2 | Лучевая и электромагнитная теории распространения света. | Матрицы ABCD. Линзовый волновод, лучи в линзоподобной среде, распространение лучей между зеркалами. Волновое уравнение в изотропной, анизотропной и неоднородных средах. Дифракционный интеграл. Распространение оптических пучков в волноводных и резонансных структурах. |
| 3 | Взаимодействие излучения и квантовых систем. | Спонтанные и индуцированные переходы между энергетическими уровнями, поглощение и усиление. Инверсия населенностей уровней. Однородное и неоднородное уширение. Насыщение усиления. |
| 4 | Процессы накачки. | Схемы создания инверсии населенностей уровней. Оптическая накачка. Создание инверсии населенностей в газовых, твердотельных, жидкостных и полупроводниковых средах. |
| 5 | Теория лазерной генерации. | Квантовый усилитель бегущей волны, резонаторный усилитель, условия самовозбуждения лазерного усилителя. Лазерный генератор: спектр излучения, выходная мощность, расходимость излучения, модовый состав. |
| 6 | Особенности лазерного излучения | Гауссовы пучки. Длина когерентности. Спеклы. |
| 7 | Нелинейная оптика ч.1 | Классическое и квантовое описание нелинейных оптических эффектов. |
| 8 | Нелинейная оптика ч. 2 | Некогерентные и когерентные нелинейные эффекты: генерация гармоник излучения, преобразование частоты, нелинейное рассеяние, взаимодействие света и звука. |

4.3. Лабораторные работы (ЛБ)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость (в акад. часах) |
| 1 | 2 | Оптические модуляторы и дефлекторы | 8 |
| 2 | 4 | Гауссовы пучки | 8 |
|  |  | Всего в 5 семестре | 16 |
| 3 | 6 | Оптические резонаторы | 8 |
| 4 | 8 | He-Ne – лазер | 8 |
|  |  | Всего в 6 семестре | 16 |
|  |  | Всего | 32 |

4.4. Практические занятия (ПР)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | № раздела дисциплины | Тематика практических занятий | Трудоемкость (в акад. часах) |
| 1 | 1 | Спонтанное и вынужденное излучение. Поглощение. Принцип работы лазера. Структурная схема лазера, принципы накачки, принципы обратной связи. | 8 |
| 2 | 2 | Свойства лазерных пучков: монохроматичность, когерентность, направленность, яркость. | 8 |
| 3 | 3 | Матрицы ABCD. Линзовый волновод, лучи в линзоподобной среде, распространение лучей между зеркалами. | 8 |
| 4 | 4 | Волновое уравнение в изотропной, анизотропной и неоднородных средах. Дифракционный интеграл. | 8 |
|  |  | Всего в 5 семестре | 32 |
| 5 | 5 | Распространение оптических пучков в волноводных и резонансных структурах. | 4 |
| 6 | 6 | Спонтанные и индуцированные переходы между энергетическими уровнями, поглощение и усиление. | 4 |
| 7 | 7 | Инверсия населенностей уровней. Однородное и неоднородное уширение. Насыщение усиления. | 4 |
| 8 | 8 | Схемы создания инверсии населенностей уровней. Оптическая накачка. | 4 |
|  |  | Всего в 6 семестре | 16 |
|  |  | Всего | 48 |

**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 "Квантовая и оптическая электроника", 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 (ПК-1) | Знать основные физические процессы и свойства оптико-электронных приборов и систем. методы проведения научных экспериментов. | Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение лабораторных работ; Выполнение практических заданий; Экзамен; Зачет; | Шкала 1 |
| Уметь (ПК-1) | Уметь анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов. обрабатывать и анализировать полученные результаты. | Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение лабораторных работ; Выполнение практических заданий; Экзамен; Зачет; | Шкала 1 |
| Владеть (ПК-1) | Владеть способностью анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов. способами обработки, анализа, хранения и представления данных экспериментальных исследований. | Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение лабораторных работ; 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) профессиональной (ПК-1) компетенции в рамках текущего контроля по дисциплине):

1. Однородное и неоднородное уширение. Насыщение усиления.

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

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

4. Некогерентные и когерентные нелинейные эффекты: генерация гармоник излучения, преобразование частоты, нелинейное рассеяние, взаимодействие света и звука.

5. Лазерный генератор: спектр излучения, выходная мощность, расходимость излучения, модовый состав.

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

7. Квантовые числа, излучательные переходы, правила отбора.

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

9. Оптическая накачка. Создание инверсии населенностей в газовых, твердотельных, жидкостных и полупроводниковых средах.

10. Спонтанные и индуцированные переходы между энергетическими уровнями, поглощение и усиление. Инверсия населенностей уровней.

Защита лабораторных работ (оценка сформированности элементов (знаний, умений) профессиональной (ПК-1) компетенции) в рамках текущего контроля по дисциплине):

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

2. Классическое и квантовое описание нелинейных оптических эффектов.

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

4. Волновое уравнение в изотропной, анизотропной и неоднородных средах. Дифракционный интеграл.

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

Перечень вопросов для подготовки к экзамену (оценка сформированности элементов профессиональной (ПК-1) компетенции 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 "Квантовая и оптическая электроника"

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

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

Дисциплина "Квантовая и оптическая электроника" предусматривает лекции, практические занятия, лабораторные работы, 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.

Методические указания по выполнению лабораторных работ приведены в составе программы бакалавриата.

**8. Ресурсное обеспечение дисциплины**

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

а) Основная литература:

1. Латыев, С.М. Конструирование точных (оптических) приборов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.М. Латыев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 560 с

2. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Л. Киселев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 316 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91904. — Загл. с экрана.

3. Л.П. Лазарев и др. Автоматизация проектирования оптико-электронных приборов. – М.: Машиностроение, 1986

4. Г.Л. Киселев Приборы квантовой электроники. –М.: Высшая школа, 1980

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. Основы геометрической оптики [Текст]. — М.: Логос, 2006. — 280 с.: ил. — (Новая Университетская Библиотека). — Библиогр.: с. 279-280

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 "Лазерные оптико-электронные приборы и системы"

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 12.03.05 "Лазерная техника и лазерные технологии", с профилем подготовки "Лазерные оптико-электронные приборы и системы"

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

**Б1.В.ДВ.7.2 "Квантовая и оптическая электроника"**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № 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 "Квантовая и оптическая электроника"**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № 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 "Квантовая и оптическая электроника"**

**1. Цель освоения дисциплины.**

Дисциплина "Квантовая и оптическая электроника" имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся профессиональной (ПК-1) компетенции в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 12.03.05 "Лазерная техника и лазерные технологии" с учетом специфики профиля подготовки - "Лазерные оптико-электронные приборы и системы". В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- основные физические процессы и свойства оптико-электронных приборов и систем.  
методы проведения научных экспериментов. (ПК-1)

**Уметь:**

- анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов.  
обрабатывать и анализировать полученные результаты. (ПК-1)

**Владеть:**

- способностью анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов.  
способами обработки, анализа, хранения и представления данных экспериментальных исследований. (ПК-1)

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

Дисциплина "Квантовая и оптическая электроника" является дисциплиной вариативной части Блока 1 (Дисциплины) учебного плана направления подготовки бакалавров 12.03.05 "Лазерная техника и лазерные технологии" профиля подготовки "Лазерные оптико-электронные приборы и системы".

3. Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетные единицы (288 акад. час.).

Форма промежуточного контроля успеваемости - экзамен.

**Приложение №2**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**"Квантовая и оптическая электроника"**

***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 профессиональной (ПК-1) компетенции

**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. Спонтанное и вынужденное излучение. Поглощение.

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

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

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

5. Матрицы ABCD.

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

7. Линзовый волновод, лучи в линзоподобной среде, распространение лучей между зеркалами.

8. Волновое уравнение в изотропной, анизотропной и неоднородных средах. Дифракционный интеграл.

9. Распространение оптических пучков в волноводных и резонансных структурах.

10. Спонтанные и индуцированные переходы между энергетическими уровнями, поглощение и усиление. Инверсия населенностей уровней.

11. Однородное и неоднородное уширение. Насыщение усиления.

12. Схемы создания инверсии населенностей уровней.

13. Квантовые числа, излучательные переходы, правила отбора.

14. Оптическая накачка. Создание инверсии населенностей в газовых, твердотельных, жидкостных и полупроводниковых средах.

15. Квантовый усилитель бегущей волны, резонаторный усилитель, условия самовозбуждения лазерного усилителя.

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

17. Лазерный генератор: спектр излучения, выходная мощность, расходимость излучения, модовый состав.

18. Гауссовы пучки. Длина когерентности. Спеклы.

19. Классическое и квантовое описание нелинейных оптических эффектов.

20. Некогерентные и когерентные нелинейные эффекты: генерация гармоник излучения, преобразование частоты, нелинейное рассеяние, взаимодействие света и звука.

21. Эффект Штарка и эффект Зеемана.

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

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

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

25. Рэлеевское рассеяние, комбинационное и вынужденное рассеяние.

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

27. Взаимодействие сильного светового поля со средой.

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. Спонтанное и вынужденное излучение. Поглощение.

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

3. Спонтанное и вынужденное излучение. Поглощение.

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

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

6. Матрицы ABCD.

7. Линзовый волновод, лучи в линзоподобной среде, распространение лучей между зеркалами.

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

9. Волновое уравнение в изотропной, анизотропной и неоднородных средах. Дифракционный интеграл.

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

11. Распространение оптических пучков в волноводных и резонансных структурах.

12. Спонтанные и индуцированные переходы между энергетическими уровнями, поглощение и усиление. Инверсия населенностей уровней.

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

14. Однородное и неоднородное уширение. Насыщение усиления.

15. Схемы создания инверсии населенностей уровней.

16. Электрооптические, магнитооптические и акустооптические модуляторы и дефлекторы.

17. Оптическая накачка. Создание инверсии населенностей в газовых, твердотельных, жидкостных и полупроводниковых средах.

18. Квантовый усилитель бегущей волны, резонаторный усилитель, условия самовозбуждения лазерного усилителя.

19. Лазерный генератор: спектр излучения, выходная мощность, расходимость излучения, модовый состав.

20. Распространение электромагнитного поля в пространстве. Уравнения Максвелла.

21. Гауссовы пучки. Длина когерентности. Спеклы.

22. Пассивные оптические компоненты: разветвители 2х2

23. Классическое и квантовое описание нелинейных оптических эффектов.

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

25. Некогерентные и когерентные нелинейные эффекты: генерация гармоник излучения, преобразование частоты, нелинейное рассеяние, взаимодействие света и звука.

26. Волоконной оптические усилители: обзор существующих решений

27. Иттербиевые волоконные усилители

28. Сферические и плоские световые волны.

29. Представление световых полей комплексными функциями.