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

|  |  |
| --- | --- |
| **ПРИНЯТО**  решением Ученого совета Физико – технологического института  от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.  протокол №\_\_\_\_\_\_\_\_ | **УТВЕРЖДАЮ**  Директор Физико – технологического института Кузнецов В.В.  «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г. |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Б1.В.ОД.16 "Основы нелинейной оптики"** | | | | | |
|  | | | | | |
| 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 | | | **академический бакалавриат** | | |
| Кафедра | **Оптико-электронных приборов и систем** | | | | |
|  |  | | | | |

Москва 2018

|  |  |
| --- | --- |
| 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 27 июня 2018 г. №11 п.п.4

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

**СОГЛАСОВАНО:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Протокол заседания (Учебно-)методического совета Физико – технологического института от 28 августа 2018 г. № 1 | | |
| Председатель (Учебно-)методического совета института |  |  |
|  |  |  |

**1. Цель освоения дисциплины.**

Дисциплина "Основы нелинейной оптики" имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся общепрофессиональных (ОПК-1, ОПК-3) и профессиональной (ПК-1) компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 12.03.05 "Оптотехника" с учетом специфики профиля подготовки - "Оптико - электронные приборы и системы".

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

Дисциплина "Основы нелинейной оптики" является обязательной дисциплиной вариативной части Блока 1 (Дисциплины) учебного плана направления подготовки бакалавров 12.03.05 "Оптотехника" профиля подготовки "Оптико - электронные приборы и системы". Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 акад. час.).

Для освоения дисциплины "Основы нелинейной оптики" обучающиеся должны обладать знаниями, умениями и навыками, полученными в результате формирования и развития компетенций в следующих дисциплинах и практиках:

ОПК-1 (Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики):

- Физика (1, 2, 3 семестр);

- Физические основы лазерной техники (4 семестр);

- Математический анализ (1, 2, 3, 4 семестр);

- Линейная алгебра и аналитическая геометрия (1, 2 семестр);

- Информатика (1 семестр);

- Геометрическая и физическая оптика (4 семестр);

- Введение в профессиональную деятельность (1 семестр);

- Методы математической физики (3, 4 семестр);

- Теория вероятности и математическая статистика (4 семестр);

- Дискретная математика (3 семестр);

ОПК-3 (Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат):

- Физика (1, 2, 3 семестр);

- Физические основы лазерной техники (4 семестр);

- Математический анализ (1, 2, 3, 4 семестр);

- Линейная алгебра и аналитическая геометрия (1, 2 семестр);

- Информатика (1 семестр);

- Информационные технологии (2 семестр);

- Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика (1 семестр);

- Системы управления и контроля в электронной и электронно-оптической технике (3 семестр);

- Введение в профессиональную деятельность (1 семестр);

- Методы математической физики (3, 4 семестр);

- Теория вероятности и математическая статистика (4 семестр);

- Дискретная математика (3 семестр);

- Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (2 семестр);

ПК-1 (Способностью к анализу поставленной задачи исследований в области приборостроения):

- Промышленные применения лазеров (4 семестр);

- Системы управления и контроля в электронной и электронно-оптической технике (3 семестр);

- Введение в профессиональную деятельность (1 семестр);

- Культурология (2 семестр);

- Русский язык и культура речи (2 семестр);

- Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (2 семестр);

Освоение дисциплины "Основы нелинейной оптики" является необходимым для изучения последующих дисциплин в рамках дальнейшего формирования и развития следующих компетенций:

ОПК-1 (Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики):

- Прикладная оптика (6 семестр);

- Оптические измерения (6, 7 семестр);

- Выпускная квалификационная работа (8 семестр);

ОПК-3 (Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат):

- Прикладная оптика (6 семестр);

- Оптические измерения (6, 7 семестр);

- Источники и приемники оптического излучения (6 семестр);

- Твердотельная оптоэлектроника (6 семестр);

- Информационно-измерительные волоконно-оптические системы (7 семестр);

- Волоконно-оптические системы и радиофотоника (7 семестр);

- Сборка ,юстировка и контроль лазерных приборов (8 семестр);

- Организация и технология испытаний (8 семестр);

- Твердотельные и волоконные лазеры (7 семестр);

- Избранные главы оптики (7 семестр);

- Технология проектной деятельности на предприятии (8 семестр);

- Организация научных исследований (8 семестр);

- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (7, 8 семестр);

- Научно-исследовательская работа студентов (7 семестр);

- Преддипломная практика (8 семестр);

- Выпускная квалификационная работа (8 семестр);

ПК-1 (Способностью к анализу поставленной задачи исследований в области приборостроения):

- Промышленный дизайн лазерных установок (6 семестр);

- Лазеры и лазерные технологии (7, 8 семестр);

- Системы автоматизированного проектирования в оптотехнике (7 семестр);

- Материалы квантовой и оптической электроники (6 семестр);

- Источники и приемники оптического излучения (6 семестр);

- Твердотельная оптоэлектроника (6 семестр);

- Твердотельные и волоконные лазеры (7 семестр);

- Избранные главы оптики (7 семестр);

- Экономика предприятия (7 семестр);

- Управление предприятием (7 семестр);

- Технология проектной деятельности на предприятии (8 семестр);

- Организация научных исследований (8 семестр);

- Государственный экзамен (8 семестр);

- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (7, 8 семестр);

- Научно-исследовательская работа студентов (7 семестр);

- Преддипломная практика (8 семестр);

- Выпускная квалификационная работа (8 семестр);

**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-1 (Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики) | Знать основные положения, законы и методы естественных наук и математики |
| Уметь пользоваться полученными знаниями при решении конкретных задач |
| Владеть современными методами, позволяющими сформировать адекватную современному уровню знаний картину мира |
| ОПК-3 (Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат) | Знать естественнонаучные основы проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности |
| Уметь ставить и решать возникающую естественно-научную задачу |
| Владеть физико - математическим аппаратом оптотехники |
| ПК-1 (Способностью к анализу поставленной задачи исследований в области приборостроения) | Знать методы математического моделирования процессов и объектов оптотехники |
| Уметь использовать методы математического моделирования процессов и объектов оптотехники при решении задач автоматизированного проектирования |
| Владеть методиками решения задач по математическому моделированию процессов и объектов оптотехники на базе стандартных и самостоятельно разработанных программных продуктов |

**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 | Контроль |
| Всего | ЛК | ЛБ | ПР |
| 1 | 5 | 1-2 | 10 | 10 | 4 | - | 6 | - |  | Устное собеседование Выполнение практического задания |
| 2 | 5 | 3-4 | 10 | 10 | 4 | - | 6 | - |  | Устное собеседование Выполнение практического задания |
| 3 | 5 | 5-6 | 10 | 10 | 4 | - | 6 | - |  | Устное собеседование Выполнение практического задания |
| 4 | 5 | 7-8 | 10 | 10 | 4 | - | 6 | - |  | Устное собеседование Выполнение практического задания |
| 5 | 5 | 9-10 | 10 | 10 | 4 | - | 6 | - |  | Устное собеседование Выполнение практического задания |
| 6 | 5 | 11-12 | 10 | 10 | 4 | - | 6 | - |  | Устное собеседование Выполнение практического задания |
| 7 | 5 | 13-14 | 10 | 10 | 4 | - | 6 | - |  | Устное собеседование Выполнение практического задания |
| 8 | 5 | 15-16 | 10 | 10 | 4 | - | 6 | - |  | Устное собеседование Выполнение практического задания |
| По материалам 5 семестра | | | 36 |  |  |  |  |  | 36 | Экзамен |
| Всего в 5 семестре | | | 116 | 80 | 32 | 0 | 48 | 0 | 36 |  |
| **Всего** | | | **116** | **80** | **32** | **0** | **48** | **0** |  |  |

4.2. Наименование и содержание разделов дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № раздела | Наименование раздела | Содержание раздела |
| 1 | Введение в нелинейную оптику | Введение в нелинейную оптику |
| 2 | Основы электродинамики нелинейных процессов в световодах. Линейные эффекты, влияющие на развитие нелинейных процессов | Основы электродинамики нелинейных процессов в световодах. Линейные эффекты, влияющие на развитие нелинейных процессов |
| 3 | Физические причины оптических нелинейностей материала световода | Физические причины оптических нелинейностей материала световода |
| 4 | Четырехфотонные параметрические процессы (ЧПП) в световодах | Четырехфотонные параметрические процессы (ЧПП) в световодах |
| 5 | Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР) | Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР) |
| 6 | Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюена (ВРМБ) | Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюена (ВРМБ) |
| 7 | Нелинейное преобразование световых импульсов в световодах | Нелинейное преобразование световых импульсов в световодах |
| 8 | Влияние нелинейностей на передачу световой энергии и световодные системы связи | Влияние нелинейностей на передачу световой энергии и световодные системы связи |

4.3. Лабораторные работы (ЛБ)

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

4.4. Практические занятия (ПР)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | № раздела дисциплины | Тематика практических занятий | Трудоемкость (в акад. часах) |
| 1 | 1 | Введение в нелинейную оптику | 6 |
| 2 | 2 | Основы электродинамики нелинейных процессов в световодах. Линейные эффекты, влияющие на развитие нелинейных процессов | 6 |
| 3 | 3 | Физические причины оптических нелинейностей материала световода | 6 |
| 4 | 4 | Четырехфотонные параметрические процессы (ЧПП) в световодах | 6 |
| 5 | 5 | Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР) | 6 |
| 6 | 6 | Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюена (ВРМБ) | 6 |
| 7 | 7 | Нелинейное преобразование световых импульсов в световодах | 6 |
| 8 | 8 | Влияние нелинейностей на передачу световой энергии и световодные системы связи | 6 |
|  |  | Всего в 5 семестре | 48 |
|  |  | **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;

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 "Основы нелинейной оптики" , с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы, 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-1) | Знание основных положений, законов и методов естественных наук и математики | Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса | Текущий контроль:  Выполнение устных заданий;  Выполнение практических заданий;  Промежуточная аттестация:  Экзамен | Шкала 1 |
| Уметь (ОПК-1) | Умение пользоваться полученными знаниями при решении конкретных задач | Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов | Текущий контроль:  Выполнение устных заданий;  Выполнение практических заданий;  Промежуточная аттестация:  Экзамен | Шкала 1 |
| Владеть (ОПК-1) | Владение современными методами, позволяющими сформировать адекватную современному уровню знаний картину мира | Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности | Текущий контроль:  Выполнение устных заданий;  Выполнение практических заданий;  Промежуточная аттестация:  Экзамен | Шкала 2 |
| Знать (ОПК-3) | Знание естественнонаучных основ проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности | Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса | Текущий контроль:  Выполнение устных заданий;  Выполнение практических заданий;  Промежуточная аттестация:  Экзамен | Шкала 1 |
| Уметь (ОПК-3) | Умение ставить и решать возникающую естественно-научную задачу | Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов | Текущий контроль:  Выполнение устных заданий;  Выполнение практических заданий;  Промежуточная аттестация:  Экзамен | Шкала 1 |
| Владеть (ОПК-3) | Владение физико - математическим аппаратом оптотехники | Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности | Текущий контроль:  Выполнение устных заданий;  Выполнение практических заданий;  Промежуточная аттестация:  Экзамен | Шкала 2 |
| Знать (ПК-1) | Знание методов математического моделирования процессов и объектов оптотехники | Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса | Текущий контроль:  Выполнение устных заданий;  Выполнение практических заданий;  Промежуточная аттестация:  Экзамен | Шкала 1 |
| Уметь (ПК-1) | Умение использовать методы математического моделирования процессов и объектов оптотехники при решении задач автоматизированного проектирования | Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов | Текущий контроль:  Выполнение устных заданий;  Выполнение практических заданий;  Промежуточная аттестация:  Экзамен | Шкала 1 |
| Владеть (ПК-1) | Владение методиками решения задач по математическому моделированию процессов и объектов оптотехники на базе стандартных и самостоятельно разработанных программных продуктов | Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности | Текущий контроль:  Выполнение устных заданий;  Выполнение практических заданий;  Промежуточная аттестация:  Экзамен | 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) компетенций общепрофессиональных (ОПК-1, ОПК-3) и профессиональной (ПК-1) в рамках текущего контроля по дисциплине) по разделам дисциплины:

Темы вопросов для текущего приведены в Приложении 2

Перечень вопросов для подготовки к экзамену (оценка сформированности элементов (знаний, умений) компетенций общепрофессиональных (ОПК-1, ОПК-3) и профессиональной (ПК-1) 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 "Основы нелинейной оптики"

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

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

Дисциплина "Основы нелинейной оптики" предусматривает лекции, практические занятия . Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, , самостоятельную работу, ознакомление 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. 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.

2. Ишанин, Г.Г. Приемники оптического излучения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Г. Ишанин, В.П. Челибанов ; под ред. В. В. Коротаева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 304 с.

3. Основы проектирования оптико-электронных приборов [Текст]: Учеб. пособие для вузов / А.П. Величко , А.П. Смоляков. — М.: МГУПИ, 2011. — 371 с.: ил. — Библиогр.: с. 371

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.

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

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;

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 12.03.05 "Оптотехника", с профилем подготовки "Оптико - электронные приборы и системы"

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

**Б1.В.ОД.16 "Основы нелинейной 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.ОД.16 "Основы нелинейной 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 "Основы нелинейной оптики"**

**1. Цель освоения дисциплины.**

Дисциплина "Основы нелинейной оптики" имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся общепрофессиональных (ОПК-1, ОПК-3) и профессиональной (ПК-1) компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 12.03.05 "Оптотехника" с учетом специфики профиля подготовки - "Оптико - электронные приборы и системы". В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- Основные положения, законы и методы естественных наук и математики (ОПК-1);

- Естественнонаучные основы проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ОПК-3);

- Методы математического моделирования процессов и объектов лазерной техники (ПК-1);

**Уметь:**

- Пользоваться полученными знаниями при решении конкретных задач (ОПК-1);

- Ставить и решать возникающую естественно-научную задачу (ОПК-3);

- Использовать методы математического моделирования процессов и объектов лазерной техники при решении задач автоматизированного проектирования (ПК-1);

**Владеть:**

- Современными методами, позволяющими сформировать адекватную современному уровню знаний картину мира (ОПК-1);

- Физико - математическим аппаратом лазерной техники (ОПК-3);

- Методиками решения задач по математическому моделированию процессов и объектов лазерной техники на базе стандартных и самостоятельно разработанных программных продуктов (ПК-1);

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

Дисциплина "Основы нелинейной оптики" является обязательной дисциплиной вариативной части Блока 1 (Дисциплины) учебного плана направления подготовки бакалавров 12.03.05 "Оптотехника" профиля подготовки "Оптико - электронные приборы и системы".

3. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 акад. час.).

Форма промежуточного контроля успеваемости - экзамен.

**Приложение №2**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**"Основы нелинейной 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 компетенций:

**общепрофессиональных (ОПК-1, ОПК-3) и профессиональной (ПК-1)**

**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. Введение в нелинейную оптику

2. Основы электродинамики нелинейных процессов в световодах. Линейные эффекты, влияющие на развитие нелинейных процессов

3. Физические причины оптических нелинейностей материала световода

4. Четырехфотонные параметрические процессы (ЧПП) в световодах

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

6. Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР)

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

8. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюена (ВРМБ)

9. Нелинейное преобразование световых импульсов в световодах

10. Квантовые числа, излучательные переходы, правила отбора.

11. Влияние нелинейностей на передачу световой энергии и световодные системы связи

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

13. Эффект Штарка и эффект Зеемана.

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

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

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

17. Рэлеевское рассеяние, комбинационное и вынужденное рассеяние.

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

Прохождение контроля и выполнение всех работ способствует формированию: общепрофессиональных (ОПК-1, ОПК-3) и профессиональной (ПК-1) 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 "Основы нелинейной оптики" 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. Введение в нелинейную оптику

2. Спонтанное и вынужденное излучение. Поглощение.

3. Основы электродинамики нелинейных процессов в световодах. Линейные эффекты, влияющие на развитие нелинейных процессов

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

5. Физические причины оптических нелинейностей материала световода

6. Четырехфотонные параметрические процессы (ЧПП) в световодах

7. Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР)

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

9. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюена (ВРМБ)

10. Нелинейное преобразование световых импульсов в световодах

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

12. Влияние нелинейностей на передачу световой энергии и световодные системы связи

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

14. Электрооптические, магнитооптические и акустооптические модуляторы и дефлекторы.

15. Распространение электромагнитного поля в пространстве. Уравнения Максвелла.

16. Пассивные оптические компоненты: разветвители 2х2