

|  |
| --- |
| 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)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Волоконно-оптические системы** | | | | | |
|  | | | | | |
| 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 "Волоконно-оптические системы" имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся профессиональных (ПК-1, ПК-2 ) 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 "Волоконно-оптические системы" является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 (Дисциплины) учебного плана направления подготовки магистров 12.04.02 "Оптотехника" магистерской программы "Оптико-электронные приборы и системы ". Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетные единицы (216 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 (Способность к формированию задач для выявления принципов и путей создания новых оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.) | Знать Методы выявления приоритетных задач в профессиональной области. Методики анализа информации, общения и систематизации данных. |
| Уметь Формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач. Обобщать данные, прогнозировать результаты работы. |
| Владеть Навыками выявления приоритетных задач исследования в профессиональной деятельности. Навыками анализа, систематизации данных и прогнозированию результатов работы. |
| ПК-2 (Способность к проведению исследований, обработке и анализу результатов.) | Знать Методы построения математических моделей, численные методы моделирования процессов. Методику разработки программ экспериментальных исследований. |
| Уметь Строить математические модели, разрабатывать новые или применять готовые алгоритмы решения задач моделирования. Проводить оптические, фотометрические и электрические измерения, а также обрабатывать полученные результаты. |
| Владеть Способностью к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи. Навыками выбора оптимальных методов и разработки программ 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 | 2 | 1-2 | 18,56 | 4,78 | 1,78 | - | 3 | 13,78 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 2 | 2 | 2-4 | 19,56 | 5,78 | 1,78 | - | 4 | 13,78 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 3 | 2 | 4-6 | 21,56 | 7,78 | 1,78 | 3 | 3 | 13,78 |  |  | Устное собеседование, защита лаб. работы, выполнение практ. заданий |
| 4 | 2 | 6-7 | 18,56 | 4,78 | 1,78 | - | 3 | 13,78 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 5 | 2 | 7-9 | 19,56 | 5,78 | 1,78 | - | 4 | 13,78 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 6 | 2 | 9-11 | 20,56 | 6,78 | 1,78 | 2 | 3 | 13,78 |  |  | Устное собеседование, защита лаб. работы, выполнение практ. заданий |
| 7 | 2 | 11-12 | 19,56 | 5,78 | 1,78 | - | 4 | 13,78 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 8 | 2 | 12-14 | 18,56 | 4,78 | 1,78 | - | 3 | 13,78 |  |  | Устное собеседование, выполнение практ. заданий |
| 9 | 2 | 14-16 | 21,56 | 7,78 | 1,78 | 3 | 3 | 13,78 |  |  | Устное собеседование, защита лаб. работы, выполнение практ. заданий |
| По материалам 2 семестра | | |  |  |  |  |  |  | 2,35 | 33,65 | экзамен |
| Всего в 2 семестре | | | 214,0 | 54 | 16,0 | 8 | 30 | 124,0 | 2,35 | 33,65 |  |
| Всего | | | 214,0 | 54 | 16,0 | 8 | 30 | 124,0 | 2,35 | 33,65 |  |

4.2. Наименование и содержание разделов дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № раздела | Наименование раздела | Содержание раздела |
| 1 | Принципы построения современных телекоммуникационных ВОСП | Классификация ВОСП по месту применения в телекоммуникационных сетях. Обобщенная структурная схема волоконно-оптической системы. Система параметров цифровых и аналоговых ВОСП. Современные протоколы сетей с оптическими интерфейсами и телекоммуникационные стандарты для ВОСП. Расчет основных характеристик. |
| 2 | Основные параметры ВОСП | Методы измерения основных параметров. Особенности построения и анализа сверхскоростных цифровых ВОСП с временным разделением каналов, аналоговых ВОСП с частотным разделением каналов и многоволновых ВОСП со спектральным разделением каналов. Примеры современной продукции лучших мировых производителей и перспективных разработок. |
| 3 | Оптические передающие устройства (ОПУ) | Принципы построения, структурная схема, конструктивное исполнение. Системы параметров ОПУ современных цифровых и аналоговых ВОСП. Схемотехника узлов современного ОПУ различного назначения. Расчет основных характеристик. Методы измерения основных параметров. Особенности построения и анализа ОПУ для передачи сверхскоростных цифровых сигналов, сверхвысокочастотных аналоговых сигналов и многоволновых сигналов со спектральным разделением каналов. Примеры современной продукции лучших мировых производителей и перспективных разработок. |
| 4 | Фотоприемные устройства (ФПУ) | Принципы построения, структурная схема, конструктивное исполнение. Системы параметров ФПУ современных цифровых и аналоговых ВОСП. |
| 5 | Схемотехника узлов современного ФПУ | Схемотехника узлов современного ФПУ различного назначения. Расчет основных характеристик. Методы измерения основных параметров. Особенности построения и анализа ФПУ для передачи сверхскоростных цифровых сигналов, сверхвысокочастотных аналоговых сигналов и многоволновых сигналов со спектральным разделением каналов. Примеры современной продукции лучших мировых производителей и перспективных разработок. |
| 6 | Современные и перспективные системы для транспортных телекоммуникационных сетей | Сверхскоростные волоконно-оптические системы, системы с спектральным разделением каналов для транспортных и локальных телекоммуникационных сетей, системы волоконно-коаксиальной структуры (HFC) для мультисервисных сетей кабельного телевидения, системы волоконно-эфирной структуры (RoF) для мультисервисных сетей сотовой и персональной связи. |
| 7 | Современные и перспективные системы для локальных телекоммуникационных сетей | Современные и перспективные системы для локальных телекоммуникационных сетей |
| 8 | Техническая эксплуатация и управление современных транспортных сетей на базе ЦСП и ВОСП | Основные положения по организации технической эксплуатации транспортной сети. Принципы организации систем технической эксплуатации и управления транспортных сетей. Паспортизация цифровых транспортных систем при вводе в эксплуатацию. Нормирование параметров и классификация оптических стыков. |
| 9 | Организация технического обслуживания транспортных сетей в процессе эксплуатации. Рекомендации по восстановлению цифровых транспортных систем. Эксплуатационные нормы на показатели ошибок цифровых каналов и трактов транспортных сетей. Общие положения по проектированию системы управления ВОСП. Нормы на показатели ошибок цифровых каналов и трактов при проектировании транспортных сетей. | Организация технического обслуживания транспортных сетей в процессе эксплуатации. Рекомендации по восстановлению цифровых транспортных систем. Эксплуатационные нормы на показатели ошибок цифровых каналов и трактов транспортных сетей. Общие положения по проектированию системы управления ВОСП. Нормы на показатели ошибок цифровых каналов и трактов при проектировании транспортных сетей. |

4.3. Лабораторные работы (ЛБ)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость (в акад. часах) |
| 1 | 3 | Измерение длины оптических волокон и оптических кабелей | 3 |
| 2 | 6 | Исследование основных характеристик полупроводникового лазерного излучателя ИК-диапазона | 2 |
| 3 | 9 | Исследование основных характеристик высокоскоростной цифровой ВОСП | 3 |
|  |  | Всего в 2 семестре | 8 |
|  |  | Всего | 8 |

4.4. Практические занятия (ПР)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | № раздела дисциплины | Тематика практических занятий | Трудоемкость (в акад. часах) |
| 1 | 1 | Классификация ВОСП по месту применения в телекоммуникационных сетях. Обобщенная структурная схема волоконно-оптической системы. Система параметров цифровых и аналоговых ВОСП. Современные протоколы сетей с оптическими интерфейсами и телекоммуникационные стандарты для ВОСП. Расчет основных характеристик. | 3 |
| 2 | 2 | Методы измерения основных параметров. Особенности построения и анализа сверхскоростных цифровых ВОСП с временным разделением каналов, аналоговых ВОСП с частотным разделением каналов и многоволновых ВОСП со спектральным разделением каналов. Примеры современной продукции лучших мировых производителей и перспективных разработок. | 4 |
| 3 | 3 | Принципы построения, структурная схема, конструктивное исполнение. Системы параметров ОПУ современных цифровых и аналоговых ВОСП. Схемотехника узлов современного ОПУ различного назначения. Расчет основных характеристик. Методы измерения основных параметров. Особенности построения и анализа ОПУ для передачи сверхскоростных цифровых сигналов, сверхвысокочастотных аналоговых сигналов и многоволновых сигналов со спектральным разделением каналов. Примеры современной продукции лучших мировых производителей и перспективных разработок. | 3 |
| 4 | 4 | Принципы построения, структурная схема, конструктивное исполнение. Системы параметров ФПУ современных цифровых и аналоговых ВОСП. | 3 |
| 5 | 5 | Схемотехника узлов современного ФПУ различного назначения. Расчет основных характеристик. Методы измерения основных параметров. Особенности построения и анализа ФПУ для передачи сверхскоростных цифровых сигналов, сверхвысокочастотных аналоговых сигналов и многоволновых сигналов со спектральным разделением каналов. Примеры современной продукции лучших мировых производителей и перспективных разработок. | 4 |
| 6 | 6 | Сверхскоростные волоконно-оптические системы, системы с спектральным разделением каналов для транспортных и локальных телекоммуникационных сетей, системы волоконно-коаксиальной структуры (HFC) для мультисервисных сетей кабельного телевидения, системы волоконно-эфирной структуры (RoF) для мультисервисных сетей сотовой и персональной связи. | 3 |
| 7 | 7 | Современные и перспективные системы для локальных телекоммуникационных сетей | 4 |
| 8 | 8 | Основные положения по организации технической эксплуатации транспортной сети. Принципы организации систем технической эксплуатации и управления транспортных сетей. Паспортизация цифровых транспортных систем при вводе в эксплуатацию. Нормирование параметров и классификация оптических стыков. | 3 |
| 9 | 9 | Организация технического обслуживания транспортных сетей в процессе эксплуатации. Рекомендации по восстановлению цифровых транспортных систем. Эксплуатационные нормы на показатели ошибок цифровых каналов и трактов транспортных сетей. Общие положения по проектированию системы управления ВОСП. Нормы на показатели ошибок цифровых каналов и трактов при проектировании транспортных сетей. | 3 |
|  |  | Всего в 2 семестре | 30 |
|  |  | Всего | 30 |

**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 "Волоконно-оптические системы", 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 Методы выявления приоритетных задач в профессиональной области. Методики анализа информации, общения и систематизации данных. | Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение лабораторных работ; Выполнение практических заданий; Экзамен; | Шкала 1 |
| Уметь (ПК-1) | Уметь Формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач. Обобщать данные, прогнозировать результаты работы. | Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение лабораторных работ; Выполнение практических заданий; Экзамен; | Шкала 1 |
| Владеть (ПК-1) | Владеть Навыками выявления приоритетных задач исследования в профессиональной деятельности. Навыками анализа, систематизации данных и прогнозированию результатов работы. | Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение лабораторных работ; Выполнение практических заданий; Экзамен; | Шкала 2 |
| Знать (ПК-2 ) | Знать Методы построения математических моделей, численные методы моделирования процессов. Методику разработки программ экспериментальных исследований. | Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение лабораторных работ; Выполнение практических заданий; Экзамен; | Шкала 1 |
| Уметь (ПК-2 ) | Уметь Строить математические модели, разрабатывать новые или применять готовые алгоритмы решения задач моделирования. Проводить оптические, фотометрические и электрические измерения, а также обрабатывать полученные результаты. | Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение лабораторных работ; Выполнение практических заданий; Экзамен; | Шкала 1 |
| Владеть (ПК-2 ) | Владеть Способностью к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи. Навыками выбора оптимальных методов и разработки программ экспериментальных исследований. | Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности | Текущий контроль: Выполнение устных заданий; Выполнение лабораторных работ; Выполнение практических заданий; 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) профессиональных (ПК-1, ПК-2 ) компетенций в рамках текущего контроля по дисциплине):

1. Спонтанное и вынужденное излучение. Поглощение.

2. Волоконной оптические усилители: обзор существующих решений

3. Особенности построения и анализа аналоговых ВОСП с частотным разделением каналов.

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

5. Оптическое волокно со сферическим и параболическим профилем показателя преломления

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

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

8. Физические основы волоконной оптики: спектральные характеристики оптического волокна

9. Системы параметров ОПУ современных цифровых и аналоговых ВОСП.

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

Защита лабораторных работ (оценка сформированности элементов (знаний, умений) профессиональных (ПК-1, ПК-2 ) компетенций) в рамках текущего контроля по дисциплине):

1. Системы волоконно-эфирной структуры (RoF) для мультисервисных сетей сотовой и персональной связи.

2. Классификация ВОСП по месту применения в телекоммуникационных сетях.

3. Сверхскоростные волоконно-оптические системы, системы с спектральным разделением каналов для транспортных и локальных телекоммуникационных сетей

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

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

Перечень вопросов для подготовки к экзамену (оценка сформированности элементов профессиональных (ПК-1, ПК-2 ) 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 "Волоконно-оптические системы"

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Процедура проведения** | **Средство оценивания** | | | | | | |
| Текущий контроль | | | Промежуточный контроль | | | |
| Выполнение устных заданий | Выполнение практических заданий | Защита лабораторных работ | Экзамен | - | - | - |
| Продолжительность контроля | По усмотрению преподавателя | По усмотрению преподавателя | По усмотрению преподавателя | В соотв. с принятыми нормами времени | - | - | - |
| Форма проведения контроля | Устная | Устная, Письменная | Устная | Устная, Письменная | - | - | - |
| Вид проверочного задания | Устные вопросы | Практические задания | Устные вопросы | Экзаменационный билет | - | - | - |
| 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 | - | - | - |
| Раздаточный материал | Справочная литература | Справочная литература | Справочная литература | - | - | - | - |

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

Дисциплина "Волоконно-оптические системы" 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. Андреев А.Л., Коротаев В.В. Элементы и узлы электронных и оптико-электронных приборов. Учебное пособие; Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2016.

2. Ландсберг Г.С., Оптика : учебное пособие для вузов. Изд. 7-е, стер.; ФИЗМАТЛИТ 2017, 848 с.

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

4. Зверев, В.А. Основы вычислительной оптики : учебное пособие / В.А. Зверев, И.Н. Тимощук, Т.В. Точилина. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-3140-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/108450

б) Дополнительная литература:

1. Гауэр Дж. Оптические системы связи: Пер. с англ. /Под ред. А. И. Ларкина. – М.: Радио и связь, 1989. - 504 с

2. Гроднев И. И. и др. Волоконно-оптические системы передачи и кабели. Справочник – М.: Радио и Связь, 1993. - 263 с.

3. Шевцов Э.А., Белкин М. Е. Фотоприемные устройства волоконно-оптических систем передачи. – М.: Радио и связь, 1992. – 224 с.

4. Иванов А.Б., Волоконная оптика (компоненты, системы передачи, измерения). –М.: Сайрус системз, 1999. - 671 с.

5. ГОСТ 17772-88. Приемники излучения полупроводниковые фотоэлектрические и фотоприемные устройства. Методы измерения фотоэлектрических параметров и определения характеристик.

6. ГОСТ 26599-85. Компоненты волоконно-оптических систем передачи. Термины и определения.

7. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи: Пер. с англ./ Под ред. Н.Н. Слепова - М.: Техносфера, 2006. – 496 с.

8. Бейли Д., Райт Э. Волоконная оптика. Теория и практика: Пер. с англ. – М.: Кудиц-образ, 2006. – 320 с.

9. Скляров О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. – М.: Солон-Пресс, 2004. –272 4. Гордиенко В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы: Учебник для вузов. - М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 416 с.

10. Скляров О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. – М.: Солон-Пресс, 2004. –272 4. Гордиенко В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы: Учебник для вузов. - М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 416 с.

11. Алексеев Е. Б. и др. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем. Учебное пособие для ВУЗов, Горячая линия – Телеком, М., 2008 г. – 391 с.

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 "Волоконно-оптические системы"**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № 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 "Волоконно-оптические системы"**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № 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 "Волоконно-оптические системы"**

**1. Цель освоения дисциплины.**

Дисциплина "Волоконно-оптические системы" имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся профессиональных (ПК-1, ПК-2 ) 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.  
Методики анализа информации, общения и систематизации данных. (ПК-1)

- Методы построения математических моделей, численные методы моделирования процессов.  
Методику разработки программ экспериментальных исследований. (ПК-2 )

**Уметь:**

- Формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач.  
Обобщать данные, прогнозировать результаты работы. (ПК-1)

- Строить математические модели, разрабатывать новые или применять готовые алгоритмы решения задач моделирования.  
Проводить оптические, фотометрические и электрические измерения, а также обрабатывать полученные результаты.  
 (ПК-2 )

**Владеть:**

- Навыками выявления приоритетных задач исследования в профессиональной деятельности.  
Навыками анализа, систематизации данных и прогнозированию результатов работы. (ПК-1)

- Способностью к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи.  
Навыками выбора оптимальных методов и разработки программ экспериментальных исследований.  
 (ПК-2 )

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

Дисциплина "Волоконно-оптические системы" является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 (Дисциплины) учебного плана направления подготовки магистров 12.04.02 "Оптотехника" магистерской программы "Оптико-электронные приборы и системы ".

3. Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетные единицы (216 акад. час.).

Форма промежуточного контроля успеваемости - экзамен.

**Приложение №2**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**"Волоконно-оптические системы"**

***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 профессиональных (ПК-1, ПК-2 ) 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. Физические основы волоконной оптики: угол Брюстера

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

3. Физические основы волоконной оптики: спектральные характеристики оптического волокна

4. Физические основы волоконной оптики: спектральные характеристики оптического волокна

5. Пассивные оптические компоненты: компенсаторы дисперсии

6. Пассивные оптические компоненты: разветвители 2х2

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

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

9. Волоконной оптические усилители: обзор существующих решений

10. Квантовые числа, излучательные переходы, правила отбора.

11. Иттербиевые волоконные усилители

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

13. Типы источников излучения в волоконной оптике

14. Эффект Штарка и эффект Зеемана.

15. Ввод оптического излучения в волокно. Эффективность ввода.

16. Многомодовое оптическое волокно

17. Одномодовое оптическое волокно

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

19. Оптическое волокно со сферическим и параболическим профилем показателя преломления

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

21. Оптическое волокно с идеальным профилем

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

23. Классификация ВОСП по месту применения в телекоммуникационных сетях.

24. Рэлеевское рассеяние, комбинационное и вынужденное рассеяние.

25. Обобщенная структурная схема волоконно-оптической системы.

26. Система параметров цифровых и аналоговых ВОСП.

27. Современные протоколы сетей с оптическими интерфейсами и телекоммуникационные стандарты для ВОСП. Расчет основных характеристик.

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

29. Особенности построения и анализа сверхскоростных цифровых ВОСП с временным разделением каналов.

30. Примеры современной продукции лучших мировых производителей и перспективных разработок в области ВОСП.

31. Особенности построения и анализа аналоговых ВОСП с частотным разделением каналов.

32. Взаимодействие сильного светового поля со средой.

33. Особенности построения и анализа многоволновых ВОСП со спектральным разделением каналов. Примеры современной продукции лучших мировых производителей и перспективных разработок.

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

35. Принципы построения, структурная схема, конструктивное исполнение.

36. Системы параметров ОПУ современных цифровых и аналоговых ВОСП.

37. Преобразование поляризации света, векторное описание поляризации.

38. Схемотехника узлов современного ОПУ различного назначения. Расчет основных характеристик. Методы измерения основных параметров.

39. Спонтанное и вынужденное излучение. Поглощение.

40. Особенности построения и анализа ОПУ для передачи сверхскоростных цифровых сигналов, сверхвысокочастотных аналоговых сигналов и многоволновых сигналов со спектральным разделением каналов.

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

42. Принципы построения, структурная схема, конструктивное исполнение.

43. Системы параметров ФПУ современных цифровых и аналоговых ВОСП.

44. Схемотехника узлов современного ФПУ различного назначения. Расчет основных характеристик. Методы измерения основных параметров.

45. Особенности построения и анализа ФПУ для передачи сверхскоростных цифровых сигналов, сверхвысокочастотных аналоговых сигналов и многоволновых сигналов со спектральным разделением каналов.

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

47. Примеры современной продукции лучших мировых производителей и перспективных разработок.

48. Сверхскоростные волоконно-оптические системы, системы с спектральным разделением каналов для транспортных и локальных телекоммуникационных сетей

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

50. Cистемы волоконно-коаксиальной структуры (HFC) для мультисервисных сетей кабельного телевидения

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

52. Системы волоконно-эфирной структуры (RoF) для мультисервисных сетей сотовой и персональной связи.

53. Современные и перспективные системы для локальных телекоммуникационных сетей

54. Электрооптические, магнитооптические и акустооптические модуляторы и дефлекторы.

55. Основные положения по организации технической эксплуатации транспортной сети.

56. Принципы организации систем технической эксплуатации и управления транспортных сетей.

57. Паспортизация цифровых транспортных систем при вводе в эксплуатацию.

58. Распространение электромагнитного поля в пространстве. Уравнения Максвелла.

59. Нормирование параметров и классификация оптических стыков.

60. Сферические и плоские световые волны.

61. Представление световых полей комплексными функциями.

62. Двухлучевая интерференция, картина поля интерференции для плоских и сферических волн, пространственный период и контраст.

63. Описание интерференции в скалярном приближении и с учётом поляризации световых волн.

64. Комплексная степень когерентности, расчёт временной когерентности, теорема Винера-Хинчина.

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

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. Обобщенная структурная схема волоконно-оптической системы.

2. Спонтанное и вынужденное излучение. Поглощение.

3. Система параметров цифровых и аналоговых ВОСП.

4. Современные протоколы сетей с оптическими интерфейсами и телекоммуникационные стандарты для ВОСП. Расчет основных характеристик.

5. Особенности построения и анализа сверхскоростных цифровых ВОСП с временным разделением каналов.

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

7. Примеры современной продукции лучших мировых производителей и перспективных разработок в области ВОСП.

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

9. Особенности построения и анализа аналоговых ВОСП с частотным разделением каналов.

10. Особенности построения и анализа многоволновых ВОСП со спектральным разделением каналов. Примеры современной продукции лучших мировых производителей и перспективных разработок.

11. Принципы построения, структурная схема, конструктивное исполнение.

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

13. Системы параметров ОПУ современных цифровых и аналоговых ВОСП.

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

15. Схемотехника узлов современного ОПУ различного назначения. Расчет основных характеристик. Методы измерения основных параметров.

16. Особенности построения и анализа ОПУ для передачи сверхскоростных цифровых сигналов, сверхвысокочастотных аналоговых сигналов и многоволновых сигналов со спектральным разделением каналов.

17. Электрооптические, магнитооптические и акустооптические модуляторы и дефлекторы.

18. Принципы построения, структурная схема, конструктивное исполнение.

19. Системы параметров ФПУ современных цифровых и аналоговых ВОСП.

20. Распространение электромагнитного поля в пространстве. Уравнения Максвелла.

21. Схемотехника узлов современного ФПУ различного назначения. Расчет основных характеристик. Методы измерения основных параметров.

22. Пассивные оптические компоненты: разветвители 2х2

23. Особенности построения и анализа ФПУ для передачи сверхскоростных цифровых сигналов, сверхвысокочастотных аналоговых сигналов и многоволновых сигналов со спектральным разделением каналов.

24. Примеры современной продукции лучших мировых производителей и перспективных разработок.

25. Сверхскоростные волоконно-оптические системы, системы с спектральным разделением каналов для транспортных и локальных телекоммуникационных сетей

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

27. Cистемы волоконно-коаксиальной структуры (HFC) для мультисервисных сетей кабельного телевидения

28. Системы волоконно-эфирной структуры (RoF) для мультисервисных сетей сотовой и персональной связи.

29. Современные и перспективные системы для локальных телекоммуникационных сетей

30. Волоконной оптические усилители: обзор существующих решений

31. Основные положения по организации технической эксплуатации транспортной сети.

32. Принципы организации систем технической эксплуатации и управления транспортных сетей.

33. Иттербиевые волоконные усилители

34. Паспортизация цифровых транспортных систем при вводе в эксплуатацию.

35. Нормирование параметров и классификация оптических стыков.

36. Сферические и плоские световые волны.

37. Представление световых полей комплексными функциями.

38. Типы источников излучения в волоконной оптике

39. Ввод оптического излучения в волокно. Эффективность ввода.

40. Многомодовое оптическое волокно