**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«18» _____12_____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ОСНОВЫ ФОТОНИКИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 28 | 28 | часов |
| Практические занятия | 14 | 14 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| Курсовая работа | 14 | 14 | часов |
| Самостоятельная работа | 108 | 108 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 216 | 216 | часов |
| | 6 | 6 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 6 |
| Курсовая работа | 6 |

Томск

Согласована на портале № 61664

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение знаний и навыков, необходимых для проектирования, исследования и эксплуатации систем и устройств фотоники.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение принципов расчета, конструирования и функционирования основных узлов и элементов современной оптико-электронной аппаратуры.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки.
Индекс дисциплины: Б1.О.03.06.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики | ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования | Знает законы квантовой оптики |
| | ОПК-1.2. Умеет планировать и формулировать задачи исследования, решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования | Умеет применять методы математического анализа при исследовании спектральных функций |
| | ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, математического моделирования различных процессов | Владеет практическим навыком работы в программах для моделирования характеристик приемников и источников излучения |

Согласована на портале № 61664

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-3. Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики измерений в системах и устройствах фотоники и оптоинформатики | ОПК-3.1. Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных в области профессиональной деятельности | Знает базовые методики экспериментальных исследований параметров и характеристик приемников и источников излучения |
| | ОПК-3.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований | Умеет рассчитывать основные параметры приемников и источников излучения |
| | ОПК-3.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных | Владеет практическими навыками экспериментального определения основных параметров приемников и источников излучения |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| ПКР-1. Способен к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики | ПКР-1.1. Проводит поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптико-электронному прибору. | Знает методики сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации для решения задач фотоники и оптоинформатики |
| | ПКР-1.2. Производит анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора. | Умеет проводить анализ технического задания на разработку оптико-электронного прибора |
| | ПКР-1.3. Уточняет и корректирует требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора. | Умеет выполнять работы по корректировки технического задания на разработку оптико-электронного прибора |
| | ПКР-1.4. Согласует технические требования к параметрам разрабатываемого изделия и прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации. | Владеет практическими навыками работы с документацией на разработку оптико-электронного устройства; проводит сопровождение разработки оптико-электронного устройства на всех этапах |

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в

Согласована на портале № 61664

таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 6 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 72 | 72 |
| Лекционные занятия | 28 | 28 |
| Практические занятия | 14 | 14 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| Курсовая работа | 14 | 14 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 108 | 108 |
| Подготовка к контрольной работе | 18 | 18 |
| Написание отчета по курсовой работе | 47 | 47 |
| Подготовка к тестированию | 13 | 13 |
| Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 14 | 14 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 16 | 16 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 216 | 216 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 6 | 6 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Курс. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | | | | |

Согласована на портале № 61664

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Законы излучения | 3 | 1 | - | 14 | 7 | 25 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| 2 Источник излучения. Источники некогерентного излучения | 3 | 2 | - | | 8 | 27 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| 3 Светоизлучающие диоды | 2 | 1 | 8 | | 15 | 40 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| 4 Источники когерентного излучения | 2 | 2 | - | | 9 | 27 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| 5 Приемники излучения | 2 | 1 | 4 | | 13 | 34 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| 6 Солнечные элементы | 2 | 1 | 4 | | 11 | 32 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| 7 Приборы с зарядовой связью | 2 | - | - | | 5 | 21 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| 8 Устройства управления характеристиками когерентных пучков | 2 | 2 | - | | 9 | 27 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| 9 Устройства отображения информации | 2 | - | - | | 5 | 21 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| 10 Микроэлектромеханические устройства | 2 | - | - | | 5 | 21 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| 11 Устройства управления светом в оптических волоконных светодиодах | 2 | 2 | - | | 7 | 25 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| 12 Устройства управления светом в интегральной оптике | 2 | 2 | - | | 9 | 27 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| 13 Устройства управления светом на основе фотонных кристаллов | 2 | - | - | | 5 | 21 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| Итого за семестр | 28 | 14 | 16 | 14 | 108 | 180 | |
| Итого | 28 | 14 | 16 | 14 | 108 | 180 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 1 Законы излучения | Предмет дисциплины и ее задачи. Закон Планка. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана. Радиационные функции. Радиационные свойства. Интегральные радиационные свойства. Закон Кирхгофа. Монохроматические радиационные свойства. Направленные радиационные свойства. Солнечное излучение. | 3 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 3 | |

Согласована на портале № 61664

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Источник излучения. Источники некогерентного излучения | Тепловые источники излучения. Черное тело, коэффициент теплового излучения полости. Штифт Нернста, силитовый излучатель, темные излучатели, трубные кварцевые излучатели. Лампы накаливания. Газоразрядные источники излучения. Виды разряда, используемые в газоразрядных источниках излучения. Дуговой разряд. Люминесцентные лампы. Различные газоразрядные источники. Газоразрядные импульсные лампы для накачки твердотельных лазеров. Источники излучения в вакуумной УФ области спектра. | 3 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 3 | |
| 3 Светоизлучающие диоды | Светоизлучающие диоды: параметры и характеристики. Спектральные характеристики люминесцентных светодиодов. Эффективность люминесценции. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Источники когерентного излучения | Молекулярные лазеры. Лазеры на CO2. Непрерывные CO2 лазеры. Лазеры на молекулярном азоте. Аргоновый лазер. Гелий-неоновый лазер. Лазеры на парах металлов. Твердотельные лазеры. Химические лазеры. Лазер на красителях. Лазер на свободных электронах. Лазеры с p-n-переходами и гетеропереходами. Лазеры с перестройкой частоты. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 61664

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Приемники излучения | Классификация приемников излучения. Основные параметры детекторов света. Детекторы на основе фотопроводимости. Фоторезисторы. Характеристики и параметры фоторезисторов. Фотодиоды. PIN фотодиоды. Фототранзисторы. Приемники излучения на основе внешнего фотоэффекта. Электровакуумные фотоэлементы и фотоэлектронные умножители. Электронно-оптические преобразователи. Сцинтилляционные детекторы. Полупроводниковые счетчики. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Солнечные элементы | Солнечные элементы: параметры и характеристики. Способы концентрирования солнечного света. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Приборы с зарядовой связью | Хранение заряда. Перенос заряда и частотные свойства. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Устройства управления характеристиками когерентных пучков | Электрооптические и акустооптические световые затворы, жидко-кристаллические и полупроводниковые транспаранты, устройства на основе фоторефрактивных сред, изоляторы Фарадея. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Устройства отображения информации | Электронно-лучевые и, жидкокристаллические дисплеи, лазерные проекционные системы, голографические дисплеи, системы формирования объемного изображения. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 10 Микроэлектромеханические устройства | Принципы создания микроэлектромеханических устройств и фотолитография, оптические микроэлектромеханические элементы, применение микроэлектромеханических устройств. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 61664

| | | | |
|---|---|---|---|
| 11 Устройства управления светом в оптических волоконных светодиодах | Компоненты волоконно-оптических линий, модуляторы, мультиплексоры и демультиплексоры, изоляторы, соединители, разветвители, фокусирующие элементы. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 12 Устройства управления светом в интегральной оптике | Планарные диэлектрические волноводы, нелинейные преобразователи излучения, канальные волноводы, элементы ввода-вывода излучения. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 13 Устройства управления светом на основе фотонных кристаллов | Оптические цепи, оптический транзистор, микрочип, оптические ограничители, фотонно-кристаллические волокна. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 28 | |
| Итого | | 28 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 1 Законы излучения | Законы квантовой оптики. | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 1 | |
| 2 Источник излучения. Источники некогерентного излучения | Расчёт характеристик излучения ламп накаливания. Расчет характеристик газоразрядных ламп. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Светоизлучающие диоды | Электрические параметры полупроводникового диода. | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 1 | |
| 4 Источники когерентного излучения | Расчет характеристик интерференционного фильтра. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Приемники излучения | Расчет характеристик фоторезистора. | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 1 | |
| 6 Солнечные элементы | Конструкции солнечного элемента на кремнии и арсениде галлия. | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 1 | |

Согласована на портале № 61664

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 Устройства управления характеристиками когерентных пучков | Расчет модулятора на фоторефрактивном кристалле. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 11 Устройства управления светом в оптических волоконных светодиодах | Расчет акустооптического модулятора. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 12 Устройства управления светом в интегральной оптике | Оптические характеристики планарного волновода. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 14 | |
| Итого | | 14 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 3 Светоизлучающие диоды | Исследование внешней квантовой эффективности полупроводниковых светодиодов. | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Практические фоторадиометрические измерения. | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 8 | |
| 5 Приемники излучения | Исследование чувствительности фоторезистора. | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Солнечные элементы | Изучение принципа работы кремниевого солнечного элемента и основные его параметры. | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

### 5.5. Курсовая работа

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

| Содержание контактной аудиторной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| **6 семестр** | | |
| Выдача технических заданий на курсовую работу. Изложение порядка выполнения. Требования к оформлению и защите курсовой работы. | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| Согласование списка литературных источников и плана обзорной части работы. | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| Анализ исходных данных по проекту. Аналитические расчеты. | 8 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| Проектирование прибора фотоники. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |

Согласована на портале № 61664

| | | |
|---|---|---|
| Проверка оформления работы, предзащита. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 |
| Итого за семестр | 14 | |
| Итого | 14 | |

Примерная тематика курсовых работ:

1. Фотоприемное устройство для спектрометрии.
2. Устройство для фотонной обработки оптических материалов.
3. Оптоволоконная линия передачи.
4. Устройство для импульсной фотонной обработки.
5. Устройство для Рамановской спектроскопии.
6. Устройство для исследования оптических свойств тонких слоев в ближней инфракрасной области спектра.
7. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью на МДП ИС.
8. Расчет осветительного устройства полупроводниковых источников света.
9. Солнечная батарея для питания бытовых приборов.
10. Расчет акустооптического модулятора.
11. Модулятор на фоторефрактивном кристалле.
12. Динамика фоторефрактивного отклика в кристаллах силленитов.
13. Динамика фотоиндуцированного поглощения света в фоторефрактивных кристаллах.
14. Расчет оптико-акустического затвора для лазера на АИГ.
15. Планарные волноводы для оптоинформационных систем.

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |
| 1 Законы излучения | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Написание отчета по курсовой работе | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 7 | | |

Согласована на портале № 61664

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 Источник излучения. Источники некогерентного излучения | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Написание отчета по курсовой работе | 3 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 8 | | |
| 3 Светоизлучающие диоды | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Написание отчета по курсовой работе | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 8 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 15 | | |
| 4 Источники когерентного излучения | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Написание отчета по курсовой работе | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 9 | | |

Согласована на портале № 61664

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 Приемники излучения | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Написание отчета по курсовой работе | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 13 | | |
| 6 Солнечные элементы | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Написание отчета по курсовой работе | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 11 | | |
| 7 Приборы с зарядовой связью | Написание отчета по курсовой работе | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 5 | | |

Согласована на портале № 61664

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 8 Устройства управления характеристиками когерентных пучков | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Написание отчета по курсовой работе | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 9 | | |
| 9 Устройства отображения информации | Написание отчета по курсовой работе | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 5 | | |
| 10 Микроэлектромеханические устройства | Написание отчета по курсовой работе | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 5 | | |
| 11 Устройства управления светом в оптических волоконных светодиодах | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Написание отчета по курсовой работе | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 7 | | |

Согласована на портале № 61664

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 Устройства управления светом в интегральной оптике | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа |
| | Написание отчета по курсовой работе | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 9 | | |
| 13 Устройства управления светом на основе фотонных кристаллов | Написание отчета по курсовой работе | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 5 | | |
| Итого за семестр | | 108 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 144 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Курс. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-1 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Отчет по курсовой работе, Курсовая работа, Защита курсовой работы, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по практическому занятию (семинару) |
| ОПК-3 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Отчет по курсовой работе, Курсовая работа, Защита курсовой работы, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по практическому занятию (семинару) |
| ПКР-1 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Отчет по курсовой работе, Курсовая работа, Защита курсовой работы, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по практическому занятию (семинару) |

Согласована на портале № 61664

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |
| Контрольная работа | 10 | 0 | 10 | 20 |
| Лабораторная работа | 0 | 10 | 10 | 20 |
| Тестирование | 5 | 0 | 5 | 10 |
| Отчет по практическому занятию (семинару) | 5 | 10 | 5 | 20 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 20 | 20 | 30 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 40 | 70 | 100 |

Балльные оценки для курсовой работы представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсовой работы

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |
| Защита курсовой работы | 0 | 0 | 30 | 30 |
| Отчет по курсовой работе | 10 | 10 | 20 | 40 |
| Отчет по практическому занятию (семинару) | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Итого максимум за период | 20 | 20 | 60 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 40 | 100 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Согласована на портале № 61664

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Смирнов С.В. Основы фотоники. Источники и приемники оптического излучения: Учебное пособие. – Томск. – 2009. – 179 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/2165f56e3693/f/УП_ОФ.pdf.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Панов, М. Ф. Физические основы фотоники : учебное пособие / М. Ф. Панов, А. В. Соломонов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 564 с. — ISBN 978-5-8114-2319-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/212564.

2. Глущенко, А. Г. Основы фотоники: (конспект лекций) : учебное пособие / А. Г. Глущенко, Е. П. Глущенко, С. В. Жуков. — Самара : ПГУТИ, 2018 — Часть 1 — 2018. — 152 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/182199 .

3. Глущенко, А. Г. Основы фотоники: (конспект лекций) : учебное пособие / А. Г. Глущенко, Е. П. Глущенко, С. В. Жуков. — Самара : ПГУТИ, 2018 — Часть 2 — 2018. — 198 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/182201.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Смирнов С.В., Саврук Е.В. Основы фотоники: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск. – 2012. – 31 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/21ce762af70/f/УМП_ОФ_Пр_СР.pdf.

2. Смирнов С.В. Основы фотоники и оптоэлектроники: Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направлений 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», 12.03.03 «Фотоника и оптоинформатика» и 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» (уровень бакалавриата) / С.В. Смирнов. – Томск, 2022. – 20 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/2159c0a4a770/f/УМП_ОФ_ЛР.pdf.

3. Смирнов С.В., Саврук Е.В. Основы фотоники: Методические указания к выполнению курсовой работы и организации самостоятельной работы. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 22 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/21417dc80937/f/УМП_ОФ_КР.pdf.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Согласована на портале № 61664

**Для лиц с нарушениями зрения:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.
**Для лиц с нарушениями слуха:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.
**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 121 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Проектор;
- Проекционный экран;
- Камера;
- Микрофон;
- Тумба для докладчика;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория микроскопометрии и спектрометрии: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 005-1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Лазерный спектральный эллипсометр Эллипс-1891 САГ;
- Комплекс сканирующего зондового микроскопа;
- Атомно-силовой микроскоп Certus Optic U с совмещенным оптическим микроскопом;
- Компьютер персональный (2 шт.);
- Ноутбук;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- AvaSoft ThinFilm - USB1;
- AvaSoft-Raman for AvaSpec;

Согласована на портале № 61664

- AvaSpec - USB1;
- NSpec;
- Spectr;

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсовой работы

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 121 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Камера;
- Микрофон;
- Тумба для докладчика;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### 8.5. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата**

Согласована на портале № 61664

используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Законы излучения | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 2 Источник излучения. Источники некогерентного излучения | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 3 Светоизлучающие диоды | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 61664

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Источники когерентного излучения | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 5 Приемники излучения | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 6 Солнечные элементы | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 7 Приборы с зарядовой связью | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 61664

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 Устройства управления характеристиками когерентных пучков | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 9 Устройства отображения информации | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 10 Микроэлектромеханические устройства | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 11 Устройства управления светом в оптических волоконных светодиодах | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 12 Устройства управления светом в интегральной оптике | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |

Согласована на портале № 61664

| | | | |
|---|---|---|---|
| 13 Устройства управления светом на основе фотонных кристаллов | ОПК-1, ОПК-3, ПКР-1 | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |

Согласована на портале № 61664

| | |
|---|---|
| 4 (хорошо) | 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 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся 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 дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какие характеристики описывают радиационные свойства материалов?
   1. показатель преломления, показатель поглощения, коэффициент отражения.
   2. коэффициент поглощения, коэффициент экстинции, коэффициент пропускания.
   3. коэффициент поглощения, коэффициент отражения, коэффициент пропускания, отражательная способность.
   4. радиационная стойкость, доза облучения.
2. Какие источники имеют спектр излучения приближенный к солнечному излучению?
   1. Люминесцентные лампы.
   2. Лампы накаливания.
   3. Газоразрядные лампы.
   4. Ртутные лампы высокого давления.
3. С помощью какого закона возможно определить спектр излучения солнца?
   1. Закон Кирхгофа.
   2.Закон Вина.
   3. Закон Планка.
   4. Закон Стефана-Больцмана.
4. Какие источники имеют сплошной спектр излучения?
   1.Люминесцентные лампы.
   2. Лампы накаливания.
   3. Газоразрядные лампы.
   4. Полупроводниковые светодиоды.
5. Какие источники имеют спектр излучения приближенный к излучению абсолютно-черного тела?
   1. Люминесцентные лампы.
   2. Лампы накаливания.
   3. Газоразрядные лампы.
   4. Ртутные лампы высокого давления.
6. Какие источники имеют когерентное излучение.
   1. Люминесцентные лампы.
   2. Лампы накаливания.
   3. Полупроводниковые лазеры
   4.Полупроводниковые излучающие диоды.
7. Какие из указанных лазеров инжекционные?
   1. Рубиновый.
   2. Аргоновый.
   3. На парах меди.
   4. Полупроводниковый.
8. Какие устройства используются для управления частотой следования импульсов излучения?
   1. Призма Николя.
   2. Акусто-оптический модулятор.
   3. Интерферометр Фабри-Перо.
   4. Дифракционная решетка.

Согласована на портале № 61664

9. Что используется для накачки излучения в лазерах на алюмо-иттриевом гранате?
   1. Газоразрядные лампы.
   2. Электронный пучок.
   3. Тлеющий разряд.
   4. Химическая реакция.
10. С помощью каких устройств возможно зарегистрировать инфракрасное излучение?
   1. Фотоумножителя.
   2. Фотодиода.
   3. Охлаждаемого фоторезистора.
   4. Фототранзистора.

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Абсолютно черное тело. Законы излучения.
2. Радиационные свойства твердых тел.
3. Источники сплошного излучения. Лампы накаливания.
4. Источники линейчатого спектра Газоразрядные лампы высокого и низкого давления.
5. Источники когерентного излучения.
6. Лазеры. Классификация. Основные параметры.
7. Газовые лазеры.
8. Твердотельные лазеры.
9. Полупроводниковые лазеры.
10. Лазеры с перестройкой частоты.
11. Полупроводниковые светодиоды.
12. Законы квантовой оптики.
13. Классификация источников оптического излучения.
14. Полупроводниковые светодиоды, как элемент оптоэлектроники.
15. Полупроводниковые лазеры. Конструктивные особенности.
16. Элементы управления параметрами оптического излучения.
17. Модуляция оптического излучения.
18. Дисперсионные и поляризационные элементы оптических устройств.
19. Основные принципы построения оптических информационных систем.
20. Фотоприемные устройства. Основные параметры.
21. Полупроводниковые детекторы излучения.
22. Фотоприемные устройства на внешнем фотоэффекте.
23. Фотоприемные устройства на приборах с зарядовой связью.
24. Элементы и устройства интегральной оптоэлектроники.
25. Оптоволоконные линии передачи и устройства на их основе.
26. Устройства отображения оптической информации.

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсовой работы

1. Перечислите основные параметры модуляторов.
2. Что такое планарный волновод?
3. Нарисуйте схематично устройство для Рамановской спектроскопии.
4. Каким КПО обладают солнечные фотоэлементы?
5. Из каких полупроводниковых материалов изготавливают фоторезисторы?

### 9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых работ

1. Фотоприемное устройство для спектрометрии.
2. Устройство для фотонной обработки оптических материалов.
3. Оптоволоконная линия передачи.
4. Устройство для импульсной фотонной обработки.
5. Устройство для Рамановской спектроскопии.
6. Устройство для исследования оптических свойств тонких слоев в ближней инфракрасной области спектра.
7. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью на МДП ИС.
8. Расчет осветительного устройства полупроводниковых источников света.

Согласована на портале № 61664

9. Солнечная батарея для питания бытовых приборов.
10. Расчет акустооптического модулятора.
11. Модулятор на фоторефрактивном кристалле.
12. Динамика фоторефрактивного отклика в кристаллах силленитов.
13. Динамика фотоиндуцированного поглощения света в фоторефрактивных кристаллах.
14. Расчет оптико-акустического затвора для лазера на АИГ.
15. Планарные волноводы для оптоинформационных систем.

### 9.1.5. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Сколько аксиальных типов колебаний может возбудиться в резонаторе рубинового лазера длиной 10 см? Ширина линии спонтанной люминесценции $\Delta\lambda = 0{,}6$ нм, длина волны излучения 0,69 мкм, коэффициент преломления рубина 1,76. Какова ширина резонансной линии для аксиального колебания?
2. Определить величину ненасыщенного показателя усиления, если при прохождении активного лазерного элемента длиной 10 см интенсивность излучения возрастает в 20 раз. Отражатель не учитывать.
3. Рассчитать максимальное значение плотности монохроматического излучения черного тела для поверхности, имеющей температуру 500 К и 2500 К.
4. Определить температуру, до которой нужно нагреть черную поверхность, чтобы 20% е энергии приходилось на видимую область спектра.
5. Рассчитайте потенциал зажигания в разрядной трубке, два плоскопараллельных катода которой разделены промежутком длиной 2 мм, если трубка заполнена азотом. Отношение степени ионизации к давлению составляет для аргона 60 пар ионов / мм рт. ст.·м. Отношение напряженности электрического поля к давлению 10 000 В / м·мм рт. ст

### 9.1.6. Темы практических занятий

1. Законы квантовой оптики.
2. Расчёт характеристик излучения ламп накаливания. Расчет характеристик газоразрядных ламп.
3. Расчет характеристик интерференционного фильтра.
4. Расчет характеристик фоторезистора.
5. Конструкции солнечного элемента на кремнии и арсениде галлия.
6. Расчет модулятора на фоторефрактивном кристалле.
7. Оптические характеристики планарного волновода.

### 9.1.7. Темы лабораторных работ

1. Исследование внешней квантовой эффективности полупроводниковых светодиодов.
2. Практические фоторадиометрические измерения.
3. Исследование чувствительности фоторезистора.
4. Изучение принципа работы кремниевого солнечного элемента и основные его параметры.

## 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

Согласована на портале № 61664

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах,

Согласована на портале № 61664

адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 61664

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ
протокол № 103 от «31» 10 2019 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ЭП | С.М. Шандаров | Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c-9fb4-5f882facc349 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ | П.Е. Троян | Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ЭП | А.И. Аксенов | Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961 |
| Старший преподаватель, каф. ФЭ | В.В. Каранский | Согласовано, c2e55ae8-0332-4ed9-a65a-afbb92539ee8 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Профессор, каф. ФЭ | С.В. Смирнов | Разработано, 57c2a753-1aab-4c62-b975-6090adf83285 |

Согласована на портале № 61664