**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» 12 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ОСНОВЫ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 28 | 28 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 12 | 12 | часов |
| Самостоятельная работа | 86 | 86 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 5 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 63123

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины "Основы оптоэлектроники" является изучение основных физических принципов функционирования элементов и приборов оптоэлектроники, а также их свойств, параметров и характеристик. Кроме теоретических знаний студенты должны получить опыт решения практических задач во вычислению параметров, а также навыков экспериментального исследования электрических и оптических свойств элементов оптоэлектроники.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Задачами изучения дисциплины являются следующие: - освоение основ зонной теории твердого тела и механизмов его взаимодействия с электрическим полем и оптическим излучением; - знать условия и параметры, описывающие эмиссионные свойства твердых тел, а также принципы создания неравновесного состояния твердого тела; - физические принципы регистрации оптического излучения полупроводниками, излучающих диодов и лазеров, жидкокристаллических приборов и оптоэлектронных устройств отображения информации и управления им; - механизмы образования шума в полупроводниковых приборах, способы их математического описания и экспериментального измерения. Кроме указанного студенты должны уметь применять свой знания для решения практических задач по указанным вопросам, а также иметь навыки экспериментального исследования электрических и оптических свойств приборов оптоэлектроники.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.02.01.

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** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 63123

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-2. Способен организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов | ПКР-2.1. Знает правила работы с различными информационными системами и базами данных. | Знание правил работы с различными информационными системами и базами данных. |
| | ПКР-2.2. Умеет работать с различными информационными системами и базами данных; обрабатывать информацию с использованием современных технических средств. | Умение работать с различными информационными системами и базами данных; обрабатывать информацию с использованием современных технических средств; |
| | ПКР-2.3. Владеет навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникационного оборудования. | Владение навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникационного оборудования. |
| ПКР-3. Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований | ПКР-3.1. Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования. | Знание основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования. |
| | ПКР-3.2. Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих. | Умение работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих. |
| | ПКР-3.3. Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг. | Владение навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг. |

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

Согласована на портале № 63123

**и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 5 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 58 | 58 |
| Лекционные занятия | 28 | 28 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 12 | 12 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 86 | 86 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 58 | 58 |
| Написание отчета по лабораторной работе | 1 | 1 |
| Подготовка к тестированию | 15 | 15 |
| Подготовка к устному опросу / собеседованию | 1 | 1 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 11 | 11 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 4 |

## 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. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | | | |
| 1 История развития оптоэлектроники | 1 | - | - | 38 | 39 | ПКР-2, ПКР-3 |
| 2 Элементы зонной теории твердых тел | 4 | 3 | 3 | 8 | 18 | ПКР-2, ПКР-3 |
| 3 Взаимодействие оптического излучения с твердыми телами | 3 | 3 | - | 6 | 12 | ПКР-2, ПКР-3 |
| 4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках | 4 | 5 | 3 | 10 | 22 | ПКР-2, ПКР-3 |
| 5 Флуктуационные процессы в полупроводниках | 4 | 4 | 3 | 9 | 20 | ПКР-2, ПКР-3 |
| 6 Эмиссия оптического излучения из полупроводников | 4 | 1 | - | 6 | 11 | ПКР-2, ПКР-3 |
| 7 Электрооптические эффекты для управления излучением. Жидкие кристаллы. | 8 | 2 | 3 | 9 | 22 | ПКР-2, ПКР-3 |
| Итого за семестр | 28 | 18 | 12 | 86 | 144 | |
| Итого | 28 | 18 | 12 | 86 | 144 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Согласована на портале № 63123

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 |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 1 История развития оптоэлектроники | Излагаются предпосылки появления нового научно-технического направления путем слияния микроэлектроники и оптики, вызванного необходимостью оптимального решения задач сбора, хранения, обработки и отображения информации. | 1 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 1 | |
| 2 Элементы зонной теории твердых тел | Общие положения зонной теории. Модельные представления. Зонная диаграмма полупроводников. Квазиимпульс электрона. Долины энергии и зона Брилюэна. | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Взаимодействие оптического излучения с твердыми телами | Основные параметры поглощения излучения. Основные механизмы поглощения излучения. Собственное поглощение. Прямые и непрямые переходы. Примесное поглощение. Поглощение свободными носителями. Решеточное поглощение. | 3 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 3 | |
| 4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках | Основные понятия и параметры. Фотопроводимость полупроводников: собственная и примесная. Полевые свойства фотопроводимости. Частотные свойства фотопроводимости. Квазиуровни Ферми в полупроводниках. Барьерная фотоэдс в полупроводниковых p-n переходах: электронно-дырочные переходы; фотоэлектрические свойствар-nпереходов. Барьерная фотоэдс. Лавинные фотодиоды. | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Флуктуационные процессы в полупроводниках | Типы и природа шумов. Основные параметры и характеристики шумов. Полевые и фоновые свойства шумов в полупроводниках. Частотные свойства шумов. | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 63123

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Эмиссия оптического излучения из полупроводников | Описание излучательных процессов в полупроводниках. Зависимость эмиссии от уровня легирования. Спонтанное излучение атома. Стимулированное излучение твердых тел. Принцип создания генератора света. Линия излучения твердых тел.. Светодиоды на гомогенных p-n переходах. Светоизлучающие структуры с высоким квантовым выходом. Лазеры на полупроводниковых гетероструктурах. | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Электрооптические эффекты для управления излучением. Жидкие кристаллы. | Общие сведения об электрооптических эффектах. Эффект Франца - Келдыша в оптоэлектронике. Двулучепреломление в анизотропных 3D кристаллах. Общие сведения о жидких кристаллах. Основные свойства жидких кристаллов. Типы и структура жидких кристаллов. Ориентационные эффекты в жидких кристаллах. Оптические свойства жидких кристаллов. Применение жидких кристаллов в оптоэлектронике. | 8 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 8 | |
| | 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 |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 2 Элементы зонной теории твердых тел | Примеры решения задач по вычислению зонного спектра, положения уровня Ферми. Проводимость полупроводников, электронная и дырочная проводимости. Токопротекание в полупроводниках. | 3 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 3 | |
| 3 Взаимодействие оптического излучения с твердыми телами | Примеры решения задач по определению параметров взаимодействия излучения с полупроводниками. Определение доли поглощенной и прошедшей в полупроводник излучения. Задачи по нахождению концентрации поглощающих центров. | 3 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 3 | |

Согласована на портале № 63123

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках | Примеры решения задач по определению удельной и полной фотопроводимости в полупроводниках. Примеры решения задач по вычислению барьерной фотоэдс. Задачи на вычисление емкости и дифференциального сопротивления p-n перехода, его обратного тока и времени релаксации. | 5 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 5 | |
| 5 Флуктуационные процессы в полупроводниках | Примеры решения задач на вычисление спектральной плотности шума для различных типов шумов и различных электрических цепей. Нахождение дисперсии многокомпонентного шума. Задачи на частотные свойства шумов различной природы. | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Эмиссия оптического излучения из полупроводников | Примеры решения задач на вычисление эмиссионных параметров полупроводниковых приборов. Решение задач по определению порогового коэффициента усиления лазера. | 1 | ПКР-3 |
| | Итого | 1 | |
| 7 Электрооптические эффекты для управления излучением. Жидкие кристаллы. | Примеры решения задач по определению напряжения Фредерикса и напряжения распрямления спирали в жидких кристаллах. Задачи на определение когерентной длины в нематиках. Задачи по определению набега фазы в эффекте двулучепреломления. | 2 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 2 Элементы зонной теории твердых тел | Измерение ширины запрещенной зоны методом температурного сканирования. | 3 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 3 | |

Согласована на портале № 63123

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках | Свойства и параметры фотопроводимости полупроводниковых фоторезисторов | 3 | ПКР-3 |
| | Итого | 3 | |
| 5 Флуктуационные процессы в полупроводниках | Исследование шумовых свойств приборов оптоэлектроники | 3 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 3 | |
| 7 Электрооптические эффекты для управления излучением. Жидкие кристаллы. | Исследование эффекта двулучепреломленич в кристаллах ниобата лития | 3 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 3 | |
| Итого за семестр | | 12 | |
| Итого | | 12 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| 1 История развития оптоэлектроники | Подготовка к зачету с оценкой | 35 | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 1 | ПКР-2, ПКР-3 | Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Подготовка к устному опросу / собеседованию | 1 | ПКР-2, ПКР-3 | Устный опрос / собеседование |
| | Итого | 38 | | |
| 2 Элементы зонной теории твердых тел | Подготовка к зачету с оценкой | 3 | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 3 | ПКР-2, ПКР-3 | Лабораторная работа |
| | Итого | 8 | | |

Согласована на портале № 63123

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Взаимодействие оптического излучения с твердыми телами | Подготовка к зачету с оценкой | 3 | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 3 | ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках | Подготовка к зачету с оценкой | 5 | ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-3 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 3 | ПКР-3 | Лабораторная работа |
| | Итого | 10 | | |
| 5 Флуктуационные процессы в полупроводниках | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 3 | ПКР-2, ПКР-3 | Лабораторная работа |
| | Итого | 9 | | |
| 6 Эмиссия оптического излучения из полупроводников | Подготовка к зачету с оценкой | 3 | ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 3 | ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 7 Электрооптические эффекты для управления излучением. Жидкие кристаллы. | Подготовка к зачету с оценкой | 5 | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПКР-2, ПКР-3 | Лабораторная работа |
| | Итого | 9 | | |
| Итого за семестр | | 86 | | |
| Итого | | 86 | | |

### 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. | Сам. раб. | |

Согласована на портале № 63123

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ПКР-2 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Устный опрос / собеседование |
| ПКР-3 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Устный опрос / собеседование |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| Зачёт с оценкой | 10 | 10 | 20 | 40 |
| Устный опрос / собеседование | 2 | 3 | 5 | 10 |
| Лабораторная работа | 5 | 10 | 15 | 30 |
| Тестирование | 2 | 3 | 5 | 10 |
| Отчет по лабораторной работе | 2 | 3 | 5 | 10 |
| Итого максимум за период | 21 | 29 | 50 | 100 |
| Нарастающим итогом | 21 | 50 | 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

| 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) |

Согласована на портале № 63123

| | | |
|---|---|---|
| 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. Физические основы оптоэлектроники: Учебное пособие / В. Н. Давыдов - 2016. 139 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5963.
2. Квантовые приборы и устройства: Учебное пособие / В. Н. Давыдов - 2018. 112 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7231.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Ю.Р. Носов. Оптоэлектроника.М.: Наука, 1989, 360с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.).
2. 3. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учебное пособие для вузов / А.Н. Игнатов, - СПб.: Лань, 2011.- 539 с. - ISBN 978-5-8114-1136-8. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.). (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.).
3. Наноэлектроника: Учебное пособие / Ю. В. Сахаров, П. Е. Троян - 2010. 88 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/537.
4. Микроэлектроника: Учебное пособие / П. Е. Троян - 2007. 349 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/539.
5. Введение в квантовую и оптическую электронику: Учебное пособие / А. И. Башкиров, С. М. Шандаров - 2012. 98 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1578.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физические основы квантовой и оптической электроники: Методические указания к практическим занятиям / С. М. Шандаров - 2013. 31 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3483.
2. Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства: Методические указания к практическим занятиям / А. С. Мягков - 2012. 53 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2495.
3. Свойства и параметры фотопроводимости полупроводниковых фоторезисторов: Методические указания к лабораторной работе / В. Н. Давыдов - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8691.
4. Исследование конденсаторного элемента на основе анизотропии диэлектрической проницаемости кристаллов: Методическое пособие к лабораторной работе / В. Н. Давыдов - 2017. 21 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6870.
5. Измерение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования: Методические указания к лабораторной работе / В. Н. Давыдов - 2018. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8701.
6. Элементы электронной техники: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов направления 210100.62 с примерами и задачами. Часть 1 / В. Н. Давыдов - 2013. 78 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3720.
7. Элементы электронной техники: Учебно-методическое пособие по решению задач и самостоятельной работе студентов / В. Н. Давыдов - 2017. 65 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6873.

#### 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 № 63123

**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 лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

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

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Согласована на портале № 63123

### 8.4. 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, 209 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.

### 8.5. 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** 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) |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 63123

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 История развития оптоэлектроники | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Устный опрос / собеседование | Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 2 Элементы зонной теории твердых тел | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Взаимодействие оптического излучения с твердыми телами | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 5 Флуктуационные процессы в полупроводниках | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 6 Эмиссия оптического излучения из полупроводников | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 7 Электрооптические эффекты для управления излучением. Жидкие кристаллы. | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

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

Согласована на портале № 63123

| 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. |
| 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

Согласована на портале № 63123

1. Элементы зонной теории твердого тела: Как объяснить разнонаправленное движение электронов и дырок по зонной диаграмме полупроводника при приложении электрического поля?
   · Движение вызвано тем, что электроны и дырки рекомбинируют друг с другом при переходе дырок из валентной зоны в зону проводимости;
   · Движение вызвано тем, что электроны и дырки рекомбинируют друг с другом при переходе электронов из зоны проводимости в валентную зону;
   · Движение вызвано тем, что в электрическом поле зонная диаграмма полупроводника наклоняется к оси абсцисс так, что электроны скатываются вниз по энергии, а дырки вверх (правильный ответ);
   · Движение вызвано тем, что в электрическом поле зонная диаграмма полупроводника наклоняется к оси абсцисс так, что электроны движутся вверх, а дырки скатываются вниз по энергии.
2. Взаимодействие оптического излучения с веществом: что описывает закон Бугера – Ламберта и коэффициенты поглощения и отражения?
   · Закон Бугера – Ламберта описывает отражение падающего излучения от поверхности полупроводника, где происходит как отражение излучение, так и его поглощение;
   · Закон Бугера – Ламберта описывает поглощение излучения прошедшего в объем полупроводника с координатой по экспоненциальному закону с коэффициентом поглощения (правильный ответ);
   · Закон Бугера – Ламберта описывает отражение падающего излучения от поверхности полупроводника, где
   происходит как отражение излучение, так и его поглощение;
   · Закон Бугера – Ламберта описывает поглощение излучения прошедшего в объем полупроводника с координатой по линейному закону с коэффициентом поглощения;
   · Закон Бугера – Ламберта описывает отражение и поглощение излучения прошедшего в объем полупроводника с координатой по экспоненциальному закону с комбинацией коэффициентов поглощения и отражения.
3. Взаимодействие оптического излучения с веществом: как зависит коэффициент поглощения от сечения захвата и концентрации поглощающих центров?
   · Коэффициент поглощения зависит только от энергии кванта света и не зависит от других параметров;
   · Коэффициен поглощения экспоненциально зависит только от концентрации поглощающих центров;
   · Коэффициен поглощения линейно зависит от концентрации поглощающих центров и их сечения захвата фотона поглощающим атомом (правильный ответ);
   · Коэффициент поглощения линейно зависит только от концентрации поглощающих центров.
4. Фотоэлектрические явления в полупроводниках: какие типы собственного поглощения излучения возможны в полупроводниках?
   · Собственное поглощение излучения в полупроводниках может быть прямым и непрямым. В первом случае свет падает перпендикулярно поверхности полупроводника, а во втором под углом;
   · Собственное поглощение может быть прямым в прямозонном полупроводнике и непрямым в случае многодолинного полупроводника (правильный ответ);
   · Собственное поглощение излучения в полупроводниках может быть прямым и непрямым. В первом случае длина волны падающего излучения при поглощении остается постоянной, а во втором меняется в зависимости от угла вхождения волы в кристалл;
   · Если прошедшая в кристалл волна распространяется в его объеме под углом к элементам симметрии элементарной ячейки, то поглощение излучения называют непрямым.
5. Фотоэлектрические явления в полупроводниках: основные причины появления фотовольтаических эффектов в полупроводниках.
   · Основная причина появления фотоэдс в кристалле при его освещении является изменение подвижности неравновесных носителей заряда в объеме полупроводника;
   · Основная причина появления фотоэдс в кристалле при его освещении заключается в

Согласована на портале № 63123

различии значений коэффициентов диффузии электронов и дырок;

· Основная причина появления фотоэдс в кристалле при его освещении заключается в появлении дополнительного поля диполя электронов и дырок;

· Основная причина появления фотоэдс в кристалле при его освещении заключается в пространственном разделении неравновесных электронов и дырок за счет различия коэффициентов диффузии электронов и дырок и появлении электрического поля в виде дипольного поля (правильный ответ)

6. Эмиссия излучения из твердых тел: какие причины ограничивают эмиссию излучения из твердого тела?

· В первую очередь, эмиссию излучения из твердого тела ограничивает коэффициент поглощения излучения в объеме этого тела;

· В первую очередь, эмиссию излучения из твердого тела ограничивает малая длина кристалла в направлении излучения;

· В первую очередь, эмиссию излучения из твердого тела ограничивает безизлучательная рекомбинация неравновесных носителей заряда и эффект полного внутреннего отражения излучения (правильный ответ);

· В первую очередь, эмиссию излучения из твердого тела ограничивает малая скорость излучательной рекомбинации неравновесных носителей заряда.

7. Эмиссия излучения из твердых тел: что такое спонтанное и вынужденное излучение атома, какова связь между ними.

· Спонтанное излучение представляет собой излучение из твердого тела, в котором нет состояния инверсии населенности, а вынужденное излучение - это самопроизвольное излучение твердого тела, в котором получена инверсия населенности;

· Спонтанное излучение представляет собой излучение из твердого тела, в котором нет состояния инверсии населенности, а вынужденное излучение - это самопроизвольное излучение твердого тела, в котором получена инверсия населенности;

· Спонтанное излучение представляет собой излучение из твердого тела без внешнего воздействия, а вынужденное излучение - это излучение, вызванное действием фотонами с энергией, равной энергии перехода «зона - зона» тела, в котором получена инверсия населенности. При этом вероятности спонтанного и вынужденного перехода взаимосвязаны линейной зависимостью (правильный ответ);

· Спонтанное излучение представляет собой излучение из твердого тела без внешнего воздействия, а вынужденное излучение - это излучение, вызванное действием фотонами с любой энергией, необязательно равной энергии перехода «зона - зона» тела, в котором получена инверсия населенности.

8. Флуктуационные свойства полупроводников: Каковы условия возникновения теплового шума в полупроводниках.

· Для возникновения теплового шума в полупроводнике необходимы флуктуации температуры кристалла;

· Для возникновения теплового шума в полупроводнике необходим нагрев кристалла до температуры выше 0 К;

· Для возникновения теплового шума в полупроводнике необходимо, чтобы в кристалле присутствовал хотя бы один тип свободных носителей заряда и температура выше 0К (правильный ответ);

· Для возникновения теплового шума в полупроводнике необходимо, чтобы в кристалле присутствовали оба типа свободных носителей заряда и температура выше 0К.

9. Жидкие кристаллы в оптоэлектронике: Какими способами можно управлять направлением длинных осей молекул нематических жидких кристаллов?

· Изменить ориентацию длинных осей нематического жидкого кристалла можно только воздействие электрического поля величиной выше порога Фредерикса;

· Изменить ориентацию длинных осей нематического жидкого кристалла можно только однонаправленной механической шлифовкой опорных поверхностей гомеотропной оптической ячейки;

· Изменить ориентацию длинных осей нематического жидкого кристалла можно только воздействие электрического поля величиной выше порога Фредерикса;

· Изменить ориентацию длинных осей нематического жидкого кристалла можно однонаправленной механической шлифовкой опорных поверхностей планарной

Согласована на портале № 63123

оптической ячейки или обработкой в ПАВ в гомеотропной ячейке, а также воздействием электрического поля величиной выше порога перехода Фредерикса для ячеек обоих типов (правильный ответ).

10. Элементы зонной теории твердого тела: Что такое уровень Ферми и где он находится в энергетической диаграмме полупроводника?
    · Уровень Ферми в полупроводнике указывает область запрещенной зоны полупроводника, в которой не могут существовать разрешенные уровни энергии для электронов;
    · Уровень Ферми в полупроводнике указывает область запрещенной зоны полупроводника, в которой могут существовать разрешенные уровни энергии для электронов;
    · Уровень Ферми в полупроводнике выделяет область запрещенной зоны, ниже которого все состояния должны быть заполненными электронами (правильный ответ);
    · Уровень Ферми в полупроводнике выделяет область запрещенной зоны, ниже которого все состояния должны быть заполненными дырками.

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Формирование энергетической диаграммы кристалла по модели Блоха: преобразование линейчатого спектра отдельных атомов в зоны разрешенных и запрещённых энергий.
2. Механизмы поглощения излучения твердым телом: механизмы взаимодействия фотона и твердого тела, спектр поглощения.
3. Фотопроводимость в полупроводниках: механизмы возникновения, основные параметры и характеристики фотопроводимости.
4. Эмиссия излучения из твердых тел: параметры, описывающие генерацию и выход излучения из твердого тела, способы создания люминесценции из твердых тел.
5. Шумовые свойства в полупроводниках: типы шумов, механизмы их формирования, понятие дисперсии в теории шумов.
6. Жидкие кристаллы в оптоэлектронике: типы жидких кристаллов, их структура и ориентационные эффекты в них.

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования

1. Как зависит величина фотопроводимости от напряжения смещения на фоторезисторе?
2. Как зависит время излучательной рекомбинации полупроводника от уровня его легирования примесью?
3. В чем заключается эффект двулучепреломления в анизотропных кристаллах?
4. Каков механизм образования теплового шума в полупроводниках:
5. Чем отличается внутренняя структура холестерического жидкого кристалла от структуры нематического жидкого кристалла.

### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Измерение ширины запрещенной зоны методом температурного сканирования.
2. Свойства и параметры фотопроводимости полупроводниковых фоторезисторов
3. Исследование шумовых свойств приборов оптоэлектроники
4. Исследование эффекта двулучепреломленич в кристаллах ниобата лития

## 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;

Согласована на портале № 63123

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:

– 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.

При освоении материала курса "Основы оптоэлектроники" необходимо учитывать следующую особенность изложения материала. В лекциях изложение материала ориентировано на физические причины рассматриваемых сторон элементов и приборов оптоэлектроники. При этом математическое описание рассматриваемого материала минимизировано. Основные формулы и математические вопросы описания перенесены в разделы "Практические занятия " и частично в "Лабораторные работы". Это позволило упростить понимание материала лекций, а математическое описание, приведённое в "Практических занятиях" . позволило донести его до обучающихся последовательно и целостно.

### 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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:

Согласована на портале № 63123

– 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, 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 № 63123

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 73 от «12» 12 2018 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР | С.Н. Шарангович | Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ЭП | С.М. Шандаров | Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c-9fb4-5f882facc349 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Профессор, каф. СВЧиКР | С.Н. Шарангович | Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956 |
| Профессор, каф. ЭП | Л.Н. Орликов | Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Профессор, каф. ЭП | В.Н. Давыдов | Разработано, 0a70921e-3a8f-4010-94a3-71f1447ec6f2 |

Согласована на портале № 63123