

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 УР

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**

Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	36	36	часов
Практические занятия	28	28	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	28	28	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	28	28	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость	144	144	часов
(включая промежуточную аттестацию)	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	3

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение обучающимися знаний по физическим основам функциональной электроники с учетом современных тенденций развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение и освоение студентами современных подходов и методов, используемых для анализа и описания оптических явлений.

2. Изучение физических основ и подходов к анализу процессов генерации, распространения и взаимодействия акустических волн.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.05.

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
<b>Универсальные компетенции</b>		

УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Знает основные приемы и принципы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообучения; принципы непрерывного образования / принципы образования в течение всей жизни	Знает необходимые принципы для формирования способности к самоорганизации и самообразованию в области научных исследований
	УК-6.2. Умеет эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать современные методы и цифровые инструменты тайм-менеджмента для повышения личной эффективности в процессе обучения и профессионального развития	Умеет эффективно планировать собственное время и иные ресурсы в процессе обучения и профессионального развития.
	УК-6.3. Владеет навыками самодиагностики и рефлексии для корректировки траектории саморазвития и повышения эффективности достижения поставленных перед собой целей и задач; понимает значимость образования в течение всей жизни	Владеет навыками планирования собственной профессиональной деятельности
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1. Знает стандартные программные средства	Знает основы построения элементной базы приборов и устройств функциональной электроники и стандартные программные средства для их моделирования
	ПК-1.2. Умеет строить физические и математические модели модулей, узлов, блоков	Умеет строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники
	ПК-1.3. Владеет навыками компьютерного моделирования	Владеет навыками математического моделирования процессов и объектов функциональной электроники на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования

#### 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 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
		3 семестр
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	80	80
Лекционные занятия	36	36
Практические занятия	28	28
Лабораторные занятия	16	16
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	28	28
Подготовка к тестированию	16	16
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	12
<b>Подготовка и сдача экзамена</b>	36	36
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	144	144
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	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
<b>3 семестр</b>						
1 Электромагнитные колебания и волны	4	3	4	5	16	ПК-1, УК-6
2 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на плоской границе раздела	4	3	-	2	9	ПК-1, УК-6
3 Интерференция света	4	3	4	5	16	ПК-1, УК-6
4 Дифракция света	4	3	-	2	9	ПК-1, УК-6
5 Оптика анизотропных сред	4	4	4	5	17	ПК-1, УК-6
6 Оптика неоднородных сред	4	4	-	2	10	ПК-1, УК-6
7 Акустические волны в твердых телах	6	4	-	2	12	ПК-1, УК-6
8 Основы дифракции света на акустических волнах	6	4	4	5	19	ПК-1, УК-6
Итого за семестр	36	28	16	28	108	
Итого	36	28	16	28	108	

##### 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
<b>3 семестр</b>			
1 Электромагнитные колебания и волны	Шкала электромагнитных колебаний. Основы теории колебаний. Линейные колебания в системах с одной степенью свободы. Изображение колебательных процессов в фазовом пространстве. Описание электромагнитного излучения оптического диапазона. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме, материальные уравнения и граничные условия. Сведение к волновому уравнению. Плоские электромагнитные волны, гармонические плоские волны и их свойства. Поляризация плоских электромагнитных волн. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля, вектор Пойнтинга. Сферические волны.	4	ПК-1, УК-6
	Итого	4	
2 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на плоской границе раздела	Отражение и преломление света на границе раздела прозрачных диэлектриков. Полное внутреннее отражение. Преломление и отражение на поверхности металла. Неоднородные плоские волны, поверхностные электромагнитные волны.	4	ПК-1, УК-6
	Итого	4	
3 Интерференция света	Интерференция монохроматического излучения. Двухлучевая интерференция. Временная и пространственная когерентность оптического излучения. Интерференция частично-когерентного излучения. Методы наблюдения интерференционных картин. Двухлучевые интерферометры Жамена, Маха-Цендера, Рождественского, Майкельсона, Физо. Многолучевая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо.	4	ПК-1, УК-6
	Итого	4	
4 Дифракция света	Полевой и спектральный методы описания. Приближение геометрической оптики. Принцип Гюйгенса-Френеля. Задача о дифракции на плоском экране. Граничные условия Кирхгофа. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Дифракция лазерных пучков. Дифракционные решетки и спектральные приборы на их основе.	4	ПК-1, УК-6
	Итого	4	

5 Оптика анизотропных сред	Диэлектрический тензор анизотропной среды. Распространение и свойства плоских волн в анизотропных средах. Фазовая и групповая скорость. Классификация анизотропных сред. Распространение света в одноосных и двуосных кристаллах. Оптическая активность. Искусственная анизотропия: эффекты Поккельса и Фарадея, квадратичный электрооптический эффект и фотоупругость. Поляризационные устройства.	4	ПК-1, УК-6
	Итого	4	
6 Оптика неоднородных сред	Оптические волноводы. Моды планарных волноводов. Волоконные световоды и их моды. Электромагнитные волны в периодических структурах. Блоховские волны и зонная структура. Брэгговское отражение.	4	ПК-1, УК-6
	Итого	4	
7 Акустические волны в твердых телах	Материальные уравнения. Пьезоэффект. Объёмные акустические волны. Поверхностные акустические волны. Акустоэлектронное взаимодействие в кристаллах.	6	ПК-1, УК-6
	Итого	6	
8 Основы дифракции света на акустических волнах	Дифракция Рамана-Ната. Дифракция Брэгга.	6	ПК-1, УК-6
	Итого	6	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

### 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
<b>3 семестр</b>			
1 Электромагнитные колебания и волны	Электромагнитные колебания и волны	3	ПК-1, УК-6
	Итого	3	
2 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на плоской границе раздела	Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на плоской границе раздела	3	ПК-1, УК-6
	Итого	3	
3 Интерференция света	Интерференция света	3	ПК-1, УК-6
	Итого	3	

4 Дифракция света	Дифракция света	3	ПК-1, УК-6
	Итого	3	
5 Оптика анизотропных сред	Оптика анизотропных сред	4	ПК-1, УК-6
	Итого	4	
6 Оптика неоднородных сред	Оптика неоднородных сред	4	ПК-1, УК-6
	Итого	4	
7 Акустические волны в твердых телах	Акустические волны в твердых телах	4	ПК-1, УК-6
	Итого	4	
8 Основы дифракции света на акустических волнах	Основы дифракции света на акустических волнах	4	ПК-1, УК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		28	
Итого		28	

#### 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
<b>3 семестр</b>			
1 Электромагнитные колебания и волны	Исследование фазовых портретов гармонических и затухающих колебаний	4	ПК-1, УК-6
	Итого	4	
3 Интерференция света	Исследование характеристик инжекционного полупроводникового лазера	4	ПК-1, УК-6
	Итого	4	
5 Оптика анизотропных сред	Электрооптическая модуляция оптического излучения	4	ПК-1, УК-6
	Итого	4	
8 Основы дифракции света на акустических волнах	Акустооптический модулятор лазерного излучения	4	ПК-1, УК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

#### 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
<b>3 семестр</b>				

1 Электромагнитные колебания и волны	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, УК-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	3	ПК-1, УК-6	Лабораторная работа
	Итого	5		
2 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на плоской границе раздела	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, УК-6	Тестирование
	Итого	2		
3 Интерференция света	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, УК-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	3	ПК-1, УК-6	Лабораторная работа
	Итого	5		
4 Дифракция света	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, УК-6	Тестирование
	Итого	2		
5 Оптика анизотропных сред	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, УК-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	3	ПК-1, УК-6	Лабораторная работа
	Итого	5		
6 Оптика неоднородных сред	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, УК-6	Тестирование
	Итого	2		
7 Акустические волны в твердых телах	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, УК-6	Тестирование
	Итого	2		
8 Основы дифракции света на акустических волнах	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, УК-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	3	ПК-1, УК-6	Лабораторная работа
	Итого	5		
Итого за семестр		28		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		64		

### 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.	
ПК-1	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
УК-6	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

## 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
<b>3 семестр</b>				
Лабораторная работа	0	20	20	40
Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	10	30	30	100
Нарастающим итогом	10	40	70	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)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	E (посредственно)
	60 – 64	
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## 7.1. Основная литература

1. Калитеевский, Николай Иванович. Волновая оптика : Учебное пособие для вузов. - СПб. : Лань , 2006. - 465[15] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.).
2. Введение в оптическую физику: Учебное пособие / С. М. Шандаров - 2018. 127 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7307>.
3. Введение в нелинейную оптику: Учебное пособие / С. М. Шандаров - 2012. 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2059>.
4. Акустоэлектронные приборы и устройства: Учебное пособие / Л. Я. Серебренников, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2012. 70 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2851>.

## 7.2. Дополнительная литература

1. Розеншер Э. Оптоэлектроника : Пер. с фр.. - М. : Техносфера , 2006. - 588[4] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).
2. Пихтин, Александр Николаевич. Оптическая и квантовая электроника : Учебник для вузов. - М. : Высшая школа , 2001. - 574[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 147 экз.).
3. Евтихийев, Николай Николаевич. Информационная оптика : Учебное пособие для вузов. - М. : Издательство МЭИ , 2000. - 612 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.).
4. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / В. М. Шандаров, А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2012. 244 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1553>.
5. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2012. 197 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/750>.
6. Кайно, Г. Акустические волны: Устройства, визуализация и аналоговая обработка сигналов : пер. с англ. / Г. Кайно. – М.: Мир, 1990. – 656 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.).

## 7.3. Учебно-методические пособия

### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование фазовых портретов гармонических и затухающих колебаний : Методические указания для лабораторного практикума / С. М. Шандаров, Н. И. Буримов, Л. Н. Орликов - 2012. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1659>.
2. Электрооптическая модуляция оптического излучения : Методические указания для лабораторного практикума / Н. И. Буримов, С. М. Шандаров - 2012. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1660>.
3. Исследование характеристик инжекционного полупроводникового лазера: Методические указания к лабораторной работе / В. В. Щербина, Н. И. Буримов - 2013. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2818>.
4. Акустооптический модулятор лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе / А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2018. 11 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8053>.
5. Оптическая физика: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / С. М. Шандаров - 2013. 60 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2846>.
6. Приборы и методы управления оптическим излучением: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / Н. И. Буримов, С. М. Шандаров - 2018. 45 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8484>.
7. Акустоэлектронные приборы и устройства: Методические указания по самостоятельной работе / Л. Я. Серебренников, Н. И. Буримов, С. М. Шандаров - 2012. 12 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2853>.

### 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.

**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 лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 111 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Учебный стенд "Оптика" - 2 шт.;
- Генератор АКПП-3409/3 - 2 шт.;
- Источник питания "Марс";
- Генератор Г5-54;
- Генератор функциональный АКТАКОМ АНР-3121;
- Мультиметр: DT 0205A, S-Line DT-830B;
- Осциллограф: Tektronix TBS2000, Rigol;
- Мультиметр Mastech MY68;
- Лабораторные стенды "Электрооптический эффект" - 2 шт., "Фазовый портрет" - 2 шт.;
- Лабораторный стенд "Полупроводниковые фотоприемники";
- Лабораторный стенд "Полупроводниковый лазер";

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

#### 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)
------------------------------------	-------------------------	----------------	--------------------------

1 Электромагнитные колебания и волны	ПК-1, УК-6	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на плоской границе раздела	ПК-1, УК-6	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Интерференция света	ПК-1, УК-6	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Дифракция света	ПК-1, УК-6	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Оптика анизотропных сред	ПК-1, УК-6	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Оптика неоднородных сред	ПК-1, УК-6	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Акустические волны в твердых телах	ПК-1, УК-6	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Основы дифракции света на акустических волнах	ПК-1, УК-6	Лабораторная работа	Темы лабораторных 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 или Знать на уровне <b>ориентирования</b> , 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 <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> 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 <b>системном</b> 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

- Геометрическое место точек, в которых фаза волны остается постоянной, называют ...
  - фазовой скоростью волны
  - фазовым или волновым фронтом

- в) эквипотенциальной поверхностью волны
  - г) плоскостью поляризации волны
2. Интерференцией называют явление, при котором ...
- а) происходит обмен энергией для двух и более волновых процессов
  - б) суперпозиция волновых процессов приводит к равномерному и однородному уменьшению средней плотности потока энергии
  - в) суперпозиция волновых процессов приводит к равномерному и однородному увеличению средней плотности потока энергии
  - г) суперпозиция волновых процессов приводит к изменению средней плотности потока энергии
3. Когерентностью называют ...
- а) зависимость фазовой скорости световых волн в среде от длины волны
  - б) способность световых волн распространяться в вакууме
  - в) зависимость фазовой скорости световых волн в кристаллах от их поляризации
  - г) согласованное протекание во времени нескольких волновых процессов или свойство, отражающее стабильность фазы одной или нескольких электромагнитных волн
4. Временем когерентности называют ...
- а) минимальную длительность промежутка между частями сигнала, в которых его фаза меняется непрерывно
  - б) длительность части сигнала, в течение которой его фаза меняется непрерывно
  - в) максимальную длительность промежутка между частями сигнала, в которых его фаза меняется непрерывно
  - г) максимальный период колебаний в спектре сигнала
5. К оптическому диапазону относят излучение с длинами волн от ...
- а) 1 мм до 1 нм
  - б) 10 м до 0,3 мм
  - в) 100 км до 0,1 мм
  - г) 1 мм до 0,1 мм
6. Амплитуда поверхностной акустической волны:
- а) не изменяется при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла;
  - б) возрастает при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла;
  - в) убывает при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла;
  - г) изменяется по синусоидальному закону при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла.
7. Амплитуда объемной акустической волны:
- а) не изменяется при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла;
  - б) возрастает при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла;
  - в) убывает при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла;
  - г) изменяется по синусоидальному закону при удалении точки наблюдения от поверхности в глубину кристалла.
8. Вектор поляризации продольной объемной акустической волны:
- а) ортогонален направлению распространения продольной акустической волны;
  - б) совпадает с вектором поляризации поперечной акустической волны;
  - в) имеет направление, противоположное направлению распространения продольной акустической волны;
  - г) совпадает с направлением распространения продольной акустической волны.
9. При аномальной дифракции Брэгга векторы поляризации падающей и дифрагированной световых волн:
- а) ортогональны;
  - б) коллинеарны;
  - в) имеют противоположное направление;
  - г) совпадают с направлением распространения акустической волны.
10. Какая среда является анизотропной:
- а) свойства среды в различных направлениях внутри этой среды различны;
  - б) свойства среды в различных направлениях внутри этой среды одинаковы;
  - в) свойства среды изменяются вдоль выделенного направления внутри этой среды;
  - г) свойства среды изменяются во времени вдоль выделенного направления внутри этой

среды.

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Свойства поверхностных акустических волн
2. Распространение объемных акустических волн в пьезокристаллах
3. Двухлучевые интерферометры Жамена, Маха-Цендера, Рождественского, Майкельсона, Физо
4. Дифракция Рамана-Ната. Дифракция Брэгга
5. Искусственная анизотропия: эффекты Поккельса и Фарадея, квадратичный электрооптический эффект и фотоупругость
6. Дифракционные решетки и спектральные приборы на их основе

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Исследование фазовых портретов гармонических и затухающих колебаний
2. Исследование характеристик инжекционного полупроводникового лазера
3. Электрооптическая модуляция оптического излучения
4. Акустооптический модулятор лазерного излучения

## 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:

– 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 9.4.

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:

- 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.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП  
протокол №01-23 от «13» 1 2023 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5- a537-c5831244e4ca
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5- a537-c5831244e4ca
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73

### ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440- b971-ce4f7e994961
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc- 922a-3c3f168876e6

### РАЗРАБОТАНО:

и.о. заведующего кафедрой, каф. ЭП	Н.И. Буримов	Разработано, 393931b1-af66-45e5- a537-c5831244e4ca
------------------------------------	--------------	--