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
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИБОРЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И 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: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26	26	часов
Практические занятия	26	26	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	24	24	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	76	76	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180 5	180 5	часов з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 74917

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Освоение студентами основных явлений и процессов, протекающих в твердых, жидких и газообразных телах, которые могут быть использованы для разработки и создания приборов квантовой электроники и фотоники, приобретение навыков в решении практических задач по вычислению и экспериментальному измерению параметров этих приборов.

1.2. Задачи дисциплины

1. Освоение теоретических основ процессов и явлений в твердых и жидких телах, которые могут быть использованы и уже используются для создания приборов квантовой электроники и фотоники.
2. Приобретение устойчивых навыков по решению задач практической направленности по вычислению параметров и свойств приборов квантовой электроники и фотоники, а также навыков методической проработки и экспериментального измерения параметров и характеристик указанных приборов.

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.2.13.
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 № 74917

ПКР-3. Способен к разработке технических заданий на конструирование отдельных узлов приспособлений, оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией	ПКР-3.1. Разрабатывает технические задания и исходные данные для оформления конструкторской документации на проектирование оснастки и специального инструмента.	Разработка технических заданий и исходных данных для оформления конструкторской документации на проектирование оснастки и специального инструмента.
	ПКР-3.2. Разрабатывает габаритные чертежи специальной оснастки для изготовления оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей.	Разработка габаритных чертежей специальной оснастки для изготовления оптотехники, оптических оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей.
	ПКР-3.3. Разрабатывает общий вид специальной оснастки для изготовления оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей.	Разработка общего вида специальной оснастки для изготовления оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей.
	ПКР-3.4. Разрабатывает методику сборки и юстировки оптотехники и оптико-электронных приборов и комплексов с помощью специальной оснастки.	Разработка методики сборки и юстировки оптотехники и оптико-электронных приборов и комплексов с помощью специальной оснастки.

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 5 зачетных единиц, 180 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
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	68	68
Лекционные занятия	26	26
Практические занятия	26	26
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	76	76
Подготовка к тестированию	39	39
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	19	19
Написание отчета по лабораторной работе	18	18
Подготовка и сдача экзамена	36	36

Согласована на портале № 74917

Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

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
7 семестр						
1 Введение	1	1	-	1	3	ПКР-3
2 Эмиссия излучения из твердых тел	2	2	4	10	18	ПКР-3
3 Спонтанное и вынужденное излучение атома	3	2	-	4	9	ПКР-3
4 Возбуждение активного вещества (Накачка)	2	2	-	4	8	ПКР-3
5 Оптические резонаторы	1	2	-	3	6	ПКР-3
6 Распространение света в анизотропных средах	3	3	4	11	21	ПКР-3
7 Квантовые приборы оптического диапазона	3	4	-	3	10	ПКР-3
8 Фотоприемники оптического излучения	4	8	4	22	38	ПКР-3
9 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике и фотонике	4	2	-	4	10	ПКР-3
10 Основные приборы квантовой электроники и области их применения	3	-	4	14	21	ПКР-3
Итого за семестр	26	26	16	76	144	
Итого	26	26	16	76	144	

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
7 семестр			
1 Введение	Общие тенденции развития твердотельной электроники, Использование квантовых явлений в твердых телах о оптике для электронного приборостроения. Становление квантовой электроники и фотоники.	1	ПКР-3
	Итого	1	

Согласована на портале № 74917

2 Эмиссия излучения из твердых тел	Описание излучательных процессов и параметры их характеризующие. Спектр излучения. Зависимость эмиссии от уровня легирования полупроводника.	2	ПКР-3
	Итого	2	
3 Спонтанное и вынужденное излучение атома	Феноменологическое описание излучения атомов. Стимулированное излучение твердых тел. Принцип создания генератора света. Дипольная модель излучения атома. Механизмы уширения спектральных линий.	3	ПКР-3
	Итого	3	
4 Возбуждение активного вещества (Накачка)	Общие правила накачки. Двухуровневая схема накачки. Трехуровневая схема накачки. Четырехуровневая схема накачки. Правила выбора схемы.	2	ПКР-3
	Итого	2	
5 Оптические резонаторы	Общие принципы создания оптических резонаторов. Свойства оптических резонаторов.	1	ПКР-3
	Итого	1	
6 Распространение света в анизотропных средах	Вычисление фазовых скоростей распространения света вдоль направления анизотропии и перпендикулярно ему. Набег фазы. Условия использования эффекта двулучепреломления в модуляторах оптического излучения.	3	ПКР-3
	Итого	3	
7 Квантовые приборы оптического диапазона	Квантовые генераторы оптического диапазона: твердотельные лазеры, газовые лазеры, жидкостные лазеры. Полупроводниковые лазеры: принцип работы полупроводникового лазера, применение нанообъектов в конструкции полупроводниковых лазеров.	3	ПКР-3
	Итого	3	

Согласована на портале № 74917

8 Фотоприемники оптического излучения	Общие сведения о фотоприемниках. Классификация и технические характеристики фотодетекторов. Фоторезисторы: параметры, характеризующие фотопроводимость; полевые свойства фотопроводимости; частотны свойства фотопроводимости; типичные значения параметров фоторезисторов различных типов. Фотовольтаические эффекты в полупроводниках. Общие сведения. Электронно-дырочные переходы. Барьерная фотоэдс. Полевые и частотные свойства барьерной фотоэдс. Типичные значения параметров фотодиодов различных типов. Разновидности фотовольтаических приемников.	4	ПКР-3
	Итого	4	
9 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике и фотонике	Общие сведения о жидких кристаллах. Основные типы и свойства жидких кристаллов. Ориентационные эффекты в жидких кристаллах,, переход Фредерикса. Оптические свойства жидких кристаллов и их использование в оптике и оптоэлектронике.	4	ПКР-3
	Итого	4	
10 Основные приборы квантовой электроники и области их применения	Лазеры и светоизлучающие приборы различного назначения. Основные типы преобразователей лазерного излучения: электроотражение и электропоглощение. Эффект Франца Келдыша и квантово-размерный эффект Штарка для управления лазерным лучом.	3	ПКР-3
	Итого	3	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

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
7 семестр			
1 Введение	Рассмотрение тенденции развития электронного приборостроения за счет включения число объекты квантовой электроники и оптоэлектроники.	1	ПКР-3
	Итого	1	

Согласована на портале № 74917

2 Эмиссия излучения из твердых тел	Решение задач на вычисление коэффициентов внутренней и внешней квантовой эффективности эмиссии излучения из полупроводников различного физико-химического состава.	2	ПКР-3
	Итого	2	
3 Спонтанное и вынужденное излучение атома	Вычисление вероятностей спонтанного вынужденного излучения атома пр различных значениях параметров атомной системы. Вычисление спектра излучения атомной системы по дипольной модели излучения. Определение численных значений вкладов различных механизмов уширения спектральной линии излучения.	2	ПКР-3
	Итого	2	
4 Возбуждение активного вещества (Накачка)	Вычисление вероятностей переходов в различных схемах накачки активного вещества лазера и определение пороговой мощности накачки.	2	ПКР-3
	Итого	2	
5 Оптические резонаторы	Вычисление спектра собственных частот открытых резонаторов заданных размеров, определение числа неаксиальных типов колебаний и их частоты колебаний.	2	ПКР-3
	Итого	2	
6 Распространение света в анизотропных средах	Вычисление фазовых скоростей распространения обыкновенной и необыкновенной волны в кристалле ниобата лития при различных углах вхождения волны в кристалл. Определение набега фазы.	3	ПКР-3
	Итого	3	
7 Квантовые приборы оптического диапазона	Обсуждение принципов работы и конструкции лазеров на основе рубина и гелий-неонового лазера. Выявление оригинальных методических и конструктивных решений. Определение порогового значения коэффициента усиления каждого из лазеров. Расчет выигрыша в интенсивности излучения за счет использования в качестве источника излучения гетероструктуры с квантовыми ямами.	4	ПКР-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 74917

8 Фотоприемники оптического излучения	Фотопроводимость и шумы фоторезистора. Вычисление пороговой мощности и полосы пропускания фоторезисторного приемника оптического диапазона на основе кремния и германия. Вычисление и обсуждение влияния на пороговую мощность размеров и конструкции фоторезистора. Вычисление пороговой мощности и полосы пропускания фотодиодного приемника оптического излучения на основе кремния и германия.	8	ПКР-3
	Итого	8	
9 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике и фотонике	Вычисление длины корреляции и напряжения перехода Фредерикса в нематических жидких кристаллах. Определение параметров холестерического жидкого кристалла для регистрации света различной длины волны и различном напрядении на холестерике.	2	ПКР-3
	Итого	2	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

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
7 семестр			
2 Эмиссия излучения из твердых тел	Измерение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования.	4	ПКР-3
	Итого	4	
6 Распространение света в анизотропных средах	Исследование эффекта двулучепреломления в кристаллах ниобата лития.	4	ПКР-3
	Итого	4	
8 Фотоприемники оптического излучения	Параметры и свойства фотопроводимости полупроводниковых фоторезисторов	4	ПКР-3
	Итого	4	
10 Основные приборы квантовой электроники и области их применения	Исследование шумовых свойств оптоэлектронных приборов	4	ПКР-3
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

Согласована на портале № 74917

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
7 семестр				
1 Введение	Подготовка к тестированию	1	ПКР-3	Тестирование
	Итого	1		
2 Эмиссия излучения из твердых тел	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	3	ПКР-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	3	ПКР-3	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-3	Тестирование
	Итого	10		
3 Спонтанное и вынужденное излучение атома	Подготовка к тестированию	4	ПКР-3	Тестирование
	Итого	4		
4 Возбуждение активного вещества (Накачка)	Подготовка к тестированию	4	ПКР-3	Тестирование
	Итого	4		
5 Оптические резонаторы	Подготовка к тестированию	3	ПКР-3	Тестирование
	Итого	3		
6 Распространение света в анизотропных средах	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	3	ПКР-3	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-3	Тестирование
	Итого	11		
7 Квантовые приборы оптического диапазона	Подготовка к тестированию	3	ПКР-3	Тестирование
	Итого	3		

Согласована на портале № 74917

8 Фотоприемники оптического излучения	Подготовка к тестированию	8	ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПКР-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	8	ПКР-3	Отчет по лабораторной работе
	Итого	22		
9 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике и фотонике	Подготовка к тестированию	4	ПКР-3	Тестирование
	Итого	4		
10 Основные приборы квантовой электроники и области их применения	Подготовка к тестированию	4	ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПКР-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПКР-3	Отчет по лабораторной работе
	Итого	14		
Итого за семестр		76		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		112		

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.	
ПКР-3	+	+	+	+	Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, 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
7 семестр				
Лабораторная работа	10	10	10	30

Согласована на портале № 74917

Тестирование	10	10	10	30
Отчет по лабораторной работе	2	3	5	10
Экзамен				30
Итого максимум за период	22	23	25	100
Нарастающим итогом	22	45	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	
	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. Малышев В.А. Основы квантовой электроники и квантовой техники: Учебное пособие для вузов. В.А. Малышев. - М.: Высшая школа. 2005, -542 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 38 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника 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.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. 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.

Согласована на портале № 74917

2. Исследование конденсаторного элемента на основе анизотропии диэлектрической проницаемости кристаллов: Методические указания к лабораторной работе / В. Н. Давыдов - 2018. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8692.

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 шумовых свойств оптоэлектронных приборов: Учебное - методическое пособиек лабораторной работе для студентов бакалавриата по направлению 11.03.04 – «Электроника и наноэлектроника», профиль – «Квантовая и оптическая электроника» / В. Н. Давыдов - 2016. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5968.

5. Физические основы оптоэлектроники: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов / В. Н. Давыдов - 2011. 111 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1594.

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;

Согласована на портале № 74917

- 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.

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

Согласована на портале № 74917

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 Введение	ПКР-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Эмиссия излучения из твердых тел	ПКР-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
3 Спонтанное и вынужденное излучение атома	ПКР-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Возбуждение активного вещества (Накачка)	ПКР-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Оптические резонаторы	ПКР-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Распространение света в анизотропных средах	ПКР-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
7 Квантовые приборы оптического диапазона	ПКР-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 74917

8 Фотоприемники оптического излучения	ПКР-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
9 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике и фотонике	ПКР-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
10 Основные приборы квантовой электроники и области их применения	ПКР-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

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

Согласована на портале № 74917

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 **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

1. Какими параметрами описывается эмиссия излучения из твердых тел?
   а) Время жизни носителей заряда и время излучательной рекомбинации.
   б) Время излучательной рекомбинации и время безизлучательной рекомбинации.
   в) Внутренняя квантовая эмиссия излучения и внешняя квантовая эмиссия излучения.
   г) Время излучательной рекомбинации и внешняя квантовая эмиссия излучения.
2. Что такое вынужденное излучение атома?
   а) Это излучение, происходящее под действием фотона с энергией, равной энергии зазора между основным и возбужденным состояниями атома.
   б) Это излучение, происходящее под действием фонона с энергией, равной энергии зазора между основным и возбужденным состояниями атома.
   в) Это излучение, происходящее под действием фотона с энергией, равной энергии зазора между возбужденными состояниями атома.
   г) Это излучение, происходящее под действием фонона с энергией, равной энергии зазора между возбужденными состояниями атома.
3. Какова физическая природа инверсии населенности в лазере?
   а) Она заключается в том, что на верхних состояниях находятся атомы, а на нижних ионы.
   б) Она заключается в том, что на верхних состояниях находятся ионы, а на нижних атомы.
   в) Она заключается в том, что на верхнем возбужденном состоянии атомов находятся больше, чем на нижнем состоянии.
   г) Она заключается в том, что на верхних состояниях находятся атомов меньше, чем на нижнем состоянии.

Согласована на портале № 74917

4. Для каких целей применяется накачка в лазерах?
   а) Накачка необходима для накачки охлаждающей жидкости в лазер.
   б) Накачка необходима для создания инверсии населенности в активном веществе лазера.
   в) Накачка необходима для ввода между зеркалами газа, обеспечивающего когерентность генерируемого излучения.
   г) Накачка необходима для ввода между зеркалами газа, обеспечивающего параллельность зеркал лазера.
5. Почему в лазерах используют резонаторы открытого типа?
   а) Открытые резонаторы позволяют проще провести юстировку зеркал лазера.
   б) У открытых резонаторов спектр собственных частот более разряжен что обеспечивает селективность свойств отрытого резонатора.
   в) У открытых резонаторов охлаждение активного вещества лазера технически легко реализуемо.
   г) Открытые резонаторы технически проще в изготовлении и дешевле.
6. Как должны соотноситься времена жизни атомов на верхнем и нижнем уровнях излучательного перехода в лазере?
   а) Они могут быть любыми, т.к. их значения ничем не связаны.
   б) Время жизни атомов в возбужденном состоянии должно быть много больше времени жизни ни нижнем состоянии.
   в) Время жизни атомов в возбужденном состоянии должно быть много меньше времени жизни ни нижнем состоянии.
   г) Время жизни атомов в возбужденном состоянии должно быть равно времени жизни ни нижнем состоянии.
7. При каких условиях в полупроводнике возникает фотопроводимость?
   а) Для её возникновения достаточно осветить полупроводник модулированным излучением.
   б) Кроме освещения полупроводника к нему необходимо приложить напряжение для возникновения омического тока.
   в) Для возникновения фотопроводимости в полупроводнике кроме его освещения необходимо его толщину сделать не более диффузионной длины неосновных носителей заряда.
   г) Для возникновения фотопроводимости в полупроводнике кроме его освещения необходимо его толщину сделать значительно больше диффузионной длины неосновных носителей заряда.
8. Как можно изменить поляризацию света, используя анизотропный кристалл?
   а) Фазу излучения можно изменить, используя эффект двулучепреломления, направив излучение под углом 45 градусов к оптической оси.
   б) Фазу излучения можно изменить, используя эффект двулучепреломления, направив излучение под углом 90 градусов к оптической оси.
   в) Фазу излучения можно изменить, используя эффект двулучепреломления, направив излучение параллельно оптической оси.
   г) Изменить фазу электромагнитной волны с использованием свойств анизотропных кристаллов невозможно.\
9. Как используя нематический жидкий кристалл изменить поляризацию излучения?
   а) Для этого необходимо к слою нематического жидкого кристалла приложить напряжение больше, чем напряжение перехода Фредерикса.
   б) Для этого необходимо е к слою нематического жидкого кристалла приложить напряжение меньше, чем напряжение перехода Фредерикса.
   в) Для этого необходимо к слою холестерического жидкого кристалла приложить напряжение больше, чем напряжение перехода Фредерикса.
   г) Для этого необходимо к слою холестерического жидкого кристалла приложить напряжение меньше, чем напряжение перехода Фредерикса.
10. В каком случае для управления оптическим излучением пользуются эффектом электроотражения, а в каком эффект электропоглощения?
    а) Эффект электроотражения используют когда энергия кванта управляемого излучение попадает в область собственного поглощения полупроводника, а эффект электропоглощения, когда длина энергии кванта недостаточно для перехода "зона-зона" в

Согласована на портале № 74917

полупроводнике.

б) Эффект электроотражения используют когда энергия кванта управляемого излучения не попадает в область собственного поглощения полупроводника, а эффект электропоглощения, когда длина энергии кванта достаточно для перехода "зона-зона" в полупроводнике.

в) Эффекты электроотражения и электропоглощения используют когда энергия кванта управляемого излучения попадает в область собственного поглощения полупроводника.

г) Эффекты электроотражения и электропоглощения используют когда энергия кванта управляемого излучения недостаточно для перехода "зона-зона" в полупроводнике.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Какими параметрами описывают эмиссионные свойства твердых тел и каков их физический смысл?
2. Каковы механизмы взаимодействия квантов падающего на полупроводника изучения с его атомами и каково их физическое содержание?
3. Для чего в лазерах создается инверсия населенности?
4. Для каких целей используют свойство фотопроводимости в полупроводниках?
5. Как с поомощью жидких кристаллов создать устройство отображения информации?

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Измерение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования.
2. Исследование эффекта двулучепреломления в кристаллах ниобата лития.
3. Параметры и свойства фотопроводимости полупроводниковых фоторезисторов
4. Исследование шумовых свойств оптоэлектронных приборов

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

Согласована на портале № 74917

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

Согласована на портале № 74917

процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 87 от «20» 11 2020 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
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
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 № 74917