МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы оптоэлектроники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**
Учебный план набора 2012 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6		6	часов
2	Практические занятия	2	2	4	часов
3	Лабораторные работы		4	4	часов
4	Всего аудиторных занятий	8	6	14	часов
5	Из них в интерактивной форме	2	1	3	часов
6	Самостоятельная работа	64	26	90	часов
7	Всего (без экзамена)	72	32	104	часов
8	Подготовка и сдача зачета		4	4	часов
9	Общая трудоемкость	72	36	108	часов
		2.0	1.0	3.0	З.Е

Контрольные работы: 5 семестр - 1
Зачет: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 20956

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 58 от « 8 » 2 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. ЭП	_____	В. Н. Давыдов
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ЗиВФ	_____	И. В. Осипов
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Эксперт:

профессор кафедра электронных приборов	_____	Л. Н. Орликов

Согласована на портале № 20956

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Физические основы оптоэлектроники» является

- освоение студентами основных физических принципов функционирования базовых элементов оптоэлектроники;

- формирование у студентов навыка применения полученных знаний для грамотной эксплуатации и разработки перспективных приборов и устройств оптоэлектроники.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачами изучения дисциплины являются:

– - формирование у студентов структуры основных физических явлений, положенных в основу работы фотоприемных элементов, излучающих диодов и полупроводниковых лазе-ров, жидкокристаллических индикаторов;

– - умение анализировать механизмы формирования шума в полупроводниковых элементах оптоэлектроники и минимизировать их выборов условий измерения;

– - понимание студентами физического содержания основных параметров и характеристик, используемых для оценки эксплуатационных свойств приборов оптоэлектроники, и умение использовать эти параметры в расчетно-проектной и экспериментально-исследовательской деятельности.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физические основы оптоэлектроники» (Б1.В.ДВ.5.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математические методы описания сигналов, Математический анализ, Теория вероятностей и математическая статистика, Теория электрических цепей, Физика, Электроника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-7 готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта;

– ПК-17 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** - основные физические явления; фундаментальные понятия, законы и теории современной физики; современную измерительную аппаратуру; - основы физики взаимодействия света с твердым телом, физические принципы работы фотоприемных элементов на основе полупроводников, твердотельных светоизлучающих элементов, жидкокристаллических устройств отображения информации; - физические причины возникновения флуктуаций параметров твердотельных приборов, ограничивающих минимальный уровень информационных сигналов в фоторегистрационных устройствах оптоэлектроники; - основные параметры и характеристики твердотельных приборов современной оптоэлектроники; - основные законы и соотношения теории вероятностей и математической статистики, со-временного математического аппарата для описания шумов в твердотельных электронных приборах ; - метрологические принципы и владеть навыками инструментальных измерений, используемых в инфокоммуникационных технологиях и системах оптической связи;

– **уметь** - логически верно, аргументировано и ясно строить свою устную и письменную речь; - использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в расчетно-проектной и экспериментально-исследовательской видах деятельности; - применять на практике известные методы экспериментального исследования оптоэлектронных элементов и устройств;

Согласована на портале № 20956

– **владеть** - способностью к обобщению, анализу и восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; - методами теории вероятностей по расчету шумовых свойств полупроводниковых приборов оптоэлектроники; - навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптоэлектронных и устройств ; - навыками практической работы с лабораторными образцами оптоэлектронных элементов и приборов и с контрольно-измерительной аппаратурой.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		4 семестр	5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	14	8	6
Лекции	6	6	
Практические занятия	4	2	2
Лабораторные работы	4		4
Из них в интерактивной форме	3	2	1
Самостоятельная работа (всего)	90	64	26
Проработка лекционного материала	70	54	16
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	10	6
Выполнение контрольных работ	4		4
Всего (без экзамена)	104	72	32
Подготовка и сдача зачета	4		4
Общая трудоемкость ч	108	72	36
Зачетные Единицы	3.0	2.0	1.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр						
1 1. Введение: физические основы оптоэлектроники. 2. Элементы зонной теории твердых тел. 3. Взаимодействие оптического излучения с веществом. 4. Фотоэлектрические явления в полупроводниковых приборвах	6	2	2	64	74	ПК-17, ПК-7

Согласована на портале № 20956

Итого за семестр	6	2	2	64	74	
5 семестр						
2 5. Эмиссия излечения из твердых тел. 6. Флуктуационные процессы в полупроводниках. 7. Жидкие кристаллы в оптоэлектронике. 8. Перспективы развития оптоэлектроники.	4	2	4	26	36	ПК-17, ПК-7
Итого за семестр	4	2	4	26	36	
Итого	10	4	6	90	110	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 1. Введение: физические основы оптоэлектроники. 2. Элементы зонной теории твердых тел. 3. Взаимодействие оптического излучения с веществом. 4. Фотоэлектрические явления в полупроводниковых приборвах	1. Вводные замечания о причинах появления научно-технического направления "Оптоэлектроника".2. Электропроводность кристаллов и попытки её объяснения классической электронной теорией. Зонная структура, образование зон из атомных уровней. Модель Зоммерфельда и модель Блоха. Понятие зоны проводимости, запрещённой зоны и валентной зоны, их связь с представлениями о строении кристаллических тел. Понятие квазиимпульса электрона. Плотность состояний, концентрации носителей в зонах. Распределение частиц по энергии Ферми. Положительные подвижные частицы: понятие о дырке. Движение электронов и дырок в кристалле под действием электрического поля. Энергетическое представление о токопротекании в твердом теле. 3. Основные параметры и характеристики взаимодействия из-лучения с веществом: коэффициенты поглощения и отражения, спектры поглощения и отражения. Закон Бугера - Ламберта. Параметры и характеристики, описывающие взаимодействие света и твердого тела. Типы механизмов поглощения излучения. 4.Понятие скорости генерации и скорости рекомбинации носителей заряда. Основные параметры, характеризующие изменение со-	6	ПК-17, ПК-7

Согласована на портале № 20956

	стояние вещества при поглощении излучения: времена релаксации концентраций свободных носителей заряда, квантовый выход фотоэффекта. Основное выражение для расчета фотоэдс в полупроводниках. Роль неосновных носителей заряда в формировании фотоэффектов. Барьерная фотоэдс в p-n переходах.		
	Итого	6	
Итого за семестр		6	
5 семестр			
2 5. Эмиссия излечения из твердых тел. 6. Флуктуационные процессы в полупроводниках. 7. Жидкие кристаллы в оптоэлектронике. 8. Перспективы развития оптоэлектроники.	5.Основные понятия теории шумов: типы шумов и физические причины их появления, дисперсия и плотности вероятностей. Метод Фурье, спектральная плотность вероятности. Основные виды распределения плотности вероятности случайного процесса. Численные оценки шумов в фоторезисторных приемниках оптического излучения.6. Излучательные процессы в полупроводниках. Внутренняя и внешняя квантовые эффективности процесса генерации излучения. Разновидности люминесценций. Спонтанное и вынужденное излучение атома, связь между ними. Критерии возникновения лазерного излучения в полупроводниковых структурах. Физические процессы в полупроводниковых лазерах. Принцип работы инжекционных лазеров и светодиодов на основе p-n переходов.7. Классификация жидких кристаллов. Основные физические свойства и структура нематиков, холестериков, смектиков. Ориентационные эффекты в жидких кристаллах. Переход Фредерикса и эффект “гость-хозяин”. Типы оптических ячеек, их подготовка. Основные оптические эффекты в нематических кристаллах. Принцип работы оптической ячейки на S-эффекте. Оптические свойства холестериков. Принципы управления свойствами жидких кристаллов и их применение в оптоэлектронике: оптические транспаранты, ЖК – дефлекторы и ЖК - модуляторы. Перспективы развития оптоэлектроники : основные направления.	4	ПК-17, ПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		4	

Согласована на портале № 20956

Итого	10	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин	
	1	2
Предшествующие дисциплины		
1 Математические методы описания сигналов	+	+
2 Математический анализ	+	+
3 Теория вероятностей и математическая статистика	+	+
4 Теория электрических цепей	+	+
5 Физика	+	+
6 Электроника	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ПК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Зачет, Реферат
ПК-17	+	+	+	+	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Зачет, Реферат

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Согласована на портале № 20956

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лекции	Интерактивные лабораторные занятия	Всего
4 семестр				
Мозговой штурм	1	1		2
Итого за семестр:	1	1	0	2
5 семестр				
Мозговой штурм			1	1
Итого за семестр:	0	0	1	1
Итого	1	1	1	3

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 1. Введение: физические основы оптоэлектроники. 2. Элементы зонной теории твердых тел. 3. Взаимодействие оптического излучения с веществом. 4. Фотоэлектрические явления в полупроводниковых приборвах	1. Лабораторная работа "Определение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования".	2	ПК-17, ПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
5 семестр			
2 5. Эмиссия излечения из твердых тел. 6. Флуктуационные процессы в полупроводниках. 7. Жидкие кристаллы в оптоэлектронике. 8. Перспективы развития оптоэлектроники.	1. Лабораторная работа "Исследование фотопроводимости в полупроводниках".	4	ПК-17, ПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		6	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 20956

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 1. Введение: физические основы оптоэлектроники. 2. Элементы зонной теории твердых тел. 3. Взаимодействие оптического излучения с веществом. 4. Фотоэлектрические явления в полупроводниковых приборвах	1. Решение задачи на тему "Элементы зонной теории твердых тел".2. Решение задачи на токопротекание в полупроводниках.3. Решение задачи на тему "Взаимодействие оптического излучения с веществом".34. Решение задачи на тему "Фотопроводимость в полупроводгниках".	2	ПК-17, ПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
5 семестр			
2 5. Эмиссия излечения из твердых тел. 6. Флуктуационные процессы в полупроводниках. 7. Жидкие кристаллы в оптоэлектронике. 8. Перспективы развития оптоэлектроники.	1. Решение задачи на тему "Эмиссия излучения из твердых тел".2. Решение задачи на определение величины шумового напряжения.3. Решение задачи на определение параметров жидкокристаллического модулятора..	2	ПК-17, ПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
Итого		4	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 1. Введение: физические основы оптоэлектроники. 2. Элементы зонной теории твердых тел. 3. Взаимодействие оптического излучения с веществом. 4. Фотоэлектрические явления в полупроводниковых	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-17, ПК-7	Зачет, Опрос на занятиях, Реферат
	Проработка лекционного материала	54		
	Итого	64		

Согласована на портале № 20956

приборвах				
Итого за семестр		64		
5 семестр				
2 5. Эмиссия излечения из твердых тел. 6. Флуктуационные процессы в полупроводниках. 7. Жидкие кристаллы в оптоэлектронике. 8. Перспективы развития оптоэлектроники.	Выполнение контрольных работ	4	ПК-17, ПК-7	Зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Реферат
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6		
	Проработка лекционного материала	16		
	Итого	26		
Итого за семестр		26		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		94		

9.1. Темы контрольных работ

1. - Расчет проводимости полупроводника при заданных параметрах легирования.
2. - Расчет величины барьерной фотоэдс на заданной частоте и заданном напряжении смещения.
3. - Расчет величины суммарного шумового напряжения на p-n переходе при заданной частоте и заданном напряжении смещения.
4. - Расчет параметров внутренней и внешней квантовой эффективности эмиссии излучения из полупроводника.

9.2. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. - Вычисление теплового шума резистивно-емкостного двухполюсника при приложении напряжения.
2. - Вычисление величины фотоэдс Дембера при собственном поглощении.
3. - Вычисление величины барьерной фотоэдс при приложении напряжения смещения.
4. - Вычисление величины напряжения перехода Фредерикса в нематическом жидком кристалле.

9.3. Вопросы на проработку лекционного материала

1. - Механизм возникновения барьерной фотоэдс.
2. - Механизм возникновения теплового шума.
3. - Механизм возникновения дробового шума.
4. - Механизм возникновения генерационно-рекомбинационного шума.
5. - Условия возникновения некогерентного светового излучения.
6. - Условия возникновения когерентного оптического излучения.
7. _ Механизм возникновения собственной фотопроводимости.
8. - Механизм возникновения примесной фотопроводимости.
9. - Механизм возникновения фотоэдс Дембера.

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Физические основы оптоэлектроники: Учебное пособие / Давыдов В. Н. - 2016. 139 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5963, дата обращения:

Согласована на портале № 20956

29.05.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Микроэлектроника: Учебное пособие / Троян П. Е. - 2007. 349 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/539, дата обращения: 29.05.2017.

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физические основы оптоэлектроники: Учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и «Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства» / Давыдов В. Н. - 2016. 92 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5964, дата обращения: 29.05.2017.
2. Измерение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования: Учебное - методическое пособие к лабораторной работе по дисциплине «Физические основы оптоэлектроники» / Давыдов В. Н. - 2013. 10 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3559, дата обращения: 29.05.2017.
3. Исследование фотопроводимости в полупроводниках: Методическое пособие к лабораторной работе для студентов направлений подготовки 200100.62 «Электроника и наноэлектроника» / Давыдов В. Н. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3564, дата обращения: 29.05.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Учебная лаборатория (313 каб. и 215 каб. корпуса ФЭТ) оборудованы необходимыми ус-тановками и приборами для проведения лабораторных работ по дисциплинам, обеспечиваемым кафедрой ЭП.
2. Вычислительная лаборатория (ауд.511 корпуса РК) кафедры ЭП оснащена необходимым количеством персональных компьютеров, объединенных в локальную вычислительную сеть каф. ЭП с выходом в Internet.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 110. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная - 1шт.; Имеется помещения для

Согласована на портале № 20956

хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 2 этаж, ауд. 215. Состав оборудования: Учебная мебель; Лабораторная установка для исследования фотоэлектрических свойств полупроводников: полевые и частотные свойства фотопроводимости и фотоэдс, а также лабораторная установка для измерения ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 5 этаж, ауд. 511. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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-	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные	Преимущественно дистанционными методами

Согласована на портале № 20956

двигательного аппарата	самостоятельные работы, вопросы к зачету	
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 20956

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Физические основы оптоэлектроники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**

Учебный план набора 2012 года

Разработчик:
- профессор каф. ЭП В. Н. Давыдов

Зачет: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 20956

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-17	способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики	Должен знать - основные физические явления; фундаментальные понятия, законы и теории современной физики; современную измерительную аппаратуру; - основы физики взаимодействия света с твердым телом, физические принципы работы фотоприемных элементов на основе полупроводников, твердотельных светоизлучающих элементов, жидкокристаллических устройств отображения информации; - физические причины возникновения флуктуаций параметров твердотельных приборов, ограничивающих минимальный уровень информационных сигналов в фоторегистрационных устройствах оптоэлектроники; - основные параметры и характеристики твердотельных приборов современной оптоэлектроники; - основные законы и соотношения теории вероятностей и математической статистики, со-временного математического аппарата для описания шумов в твердотельных электронных приборах ; - метрологические принципы и владеть навыками инструментальных измерений, используемых в инфокоммуникационных технологиях и системах оптической связи; ; Должен уметь - логически верно, аргументировано и ясно строить свою устную и письменную речь; - использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в расчетно-проектной и экспериментально-исследовательской видах деятельности; - применять на практике известные методы экспериментального исследования оптоэлектронных элементов и устройств; ;
ПК-7	готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта	

Согласована на портале № 20956

		Должен владеть - способностью к обобщению, анализу и восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; - методами теории вероятностей по расчету шумовых свойств полупроводниковых приборов оптоэлектроники; - навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптоэлектронных и устройств ; - навыками практической работы с лабораторными образцами оптоэлектронных элементов и приборов и с контрольно-измерительной аппаратурой. ;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-17

ПК-17: способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	современные теоретические и экспериментальные методы исследования систем оптической связи как в отечественном приборостроении, так и в зарубежном, с целью создания новых перспективных средств	рационально применять в своей профессиональной деятельности современные теоретические и экспериментальные методы исследования систем оптической связи как в отечественном приборостроении, так и в за-	современными теоретическими и экспериментальными методами исследования систем оптической связи, используемых как в отечественном приборостроении, так и в зарубежном, с целью создания новых перспек-

Согласована на портале № 20956

	электросвязи и информатики..	рубежном, с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики.	тивных средств электросвязи и информатики.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Зачет;	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Зачет;	• Реферат; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• современные теоретические и экспериментальные методы исследования систем оптической связи как в отечественном приборостроении, так и в зарубежном, с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики.;	• рационально применять в своей профессиональной деятельности современные теоретические и экспериментальные методы исследования систем оптической связи как в отечественном приборостроении, так и в зарубежном, с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики.;	• современными теоретическими и экспериментальными методами исследования систем оптической связи, используемых как в отечественном приборостроении, так и в зарубежном, с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики.;
Хорошо (базовый уровень)	• современные теоретические и экспериментальные методы исследования систем оптической связи в отечественном приборостроении с целью создания новых перспективных средств электросвязи. ;	• применять в своей деятельности теоретические и экспериментальные методы исследования систем оптической связи как в отечественном приборостроении, так и в зарубежном, с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики.;	• современными теоретическими методами исследования систем связи, используемых в отечественном приборостроении, с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики.;

Согласована на портале № 20956

Удовлетворительно (пороговый уровень)	• теоретические методы исследования систем связи в отечественном приборостроении с целью создания перспективных средств электросвязи.;	• применять в своей деятельности теоретические методы исследования систем оптической связи в отечественном приборостроении с целью создания новых средств электросвязи.;	• теоретическими методами исследования систем связи, используемых в отечественном приборостроении, с целью создания перспективных средств электросвязи.;

2.2 Компетенция ПК-7

ПК-7: готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные тенденции развития волоконно-оптических сетей в области телевидения и систем связи; Анализирует на основе информационного поиска связи между различными компонентами ВОЛС и понятиями в этой области; Знает основные основные возможности поисковых систем для реализации конкурентно-способных технических решений. объяснять принципы работы и физические эффекты, используемые для проектирования и создания оптических приёмных устройств преобразования и усиления оптических и электрических колебаний отечественного и зарубежного производства; Свободно владеет специальной терминологией, способами описания свойств сигналов и помех, а также общей методологией статистического анализа устройств обработки сигналов и синтеза оптимальных систем обработки сигналов в инфокоммуникационных си-	объяснять и использовать в своей профессиональной деятельности принципы работы и физические эффекты, используемые для проектирования и создания оптических приёмных устройств преобразования и усиления оптических и электрических колебаний отечественного и зарубежного производства;	специальной терминологией, способами описания свойств сигналов и помех, а также общей методологией анализа устройств обработки сигналов и синтеза оптимальных систем обработки сигналов в инфокоммуникационных системах для обеспечения возможности изучения научно-технической информации, применения отечественного и зарубежного опыта в исследованиях, связанных со статистической теорией инфокоммуникационных систем.

Согласована на портале № 20956

	стемах для обеспечения возможности изучения научно-технической информации, применения отечественного и зарубежного опыта в исследованиях, связанных со статистической теорией инфокоммуникационных систем.		
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Зачет;	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Зачет;	• Реферат; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает основные тенденции развития волоконно-оптических сетей в области телевидения и систем связи; Анализирует на основе информационного поиска связи между различными компонентами ВОЛС и понятиями в этой области; Знает основные основные возможности поисковых систем для реализации конкурентноспособных технических решений.;	• объяснять принципы работы и физические эффекты, используемые для проектирования и создания оптических приёмных устройств преобразования и усиления оптических и электрических колебаний отечественного и зарубежного производства;;	• специальной терминологией, способами описания свойств сигналов и помех, а также общей методологией статистического анализа устройств обработки сигналов и синтеза оптимальных систем обработки сигналов в инфокоммуникационных системах для обеспечения возможности изучения научно-технической информации, применения отечественного и зарубежного опыта в исследованиях, связанных со статистической теорией инфокоммуни-

Согласована на портале № 20956

			кационных систем.;
Хорошо (базовый уровень)	• принципы построения и принципы работы блоков и устройств оптических приемников систем и сетей связи; знает направления модернизации аппаратной части систем связи. ;	• объяснять физические эффекты, используемые для проектирования и создания оптических приёмных устройств преобразования и усиления оптических и электрических колебаний отечественного производства;;	• частично владеть общей терминологией, способами описания свойств сигналов и помех, а также общей методологией анализа устройств приема и передачи сигналов в инфокоммуникационных системах для изучения научно-технической информации, применения отечественного и зарубежного опыта в исследованиях, связанных со статистической теорией инфокоммуникационных систем.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основные принципы построения оптических приемников устройств систем и сетей связи, а также условия их применения на практике.;	• объяснять физические эффекты, используемые для создания оптических приёмных устройств преобразования.;	• частично владеет способами описания свойств сигналов и помех, а также методологией анализа устройств передачи сигналов в инфокоммуникационных системах для изучения научно-технической информации, применения отечественного опыта в разработках инфокоммуникационных систем.;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы рефератов

- - Механизм возникновения барьерной фотоэдс.
- - Механизм возникновения теплового шума.
- - Механизм возникновения дробового шума.
- - Механизм возникновения генерационно-рекомбинационного шума.
- - Условия возникновения некогерентного светового излучения.
- - Условия возникновения когерентного оптического излучения.
- _ Механизм возникновения собственной фотопроводимости.
- - Механизм возникновения примесной фотопроводимости.
- - Механизм возникновения фотоэдс Дембера.

3.2 Зачёт

- - Механизм возникновения барьерной фотоэдс.
- - Механизм возникновения теплового шума.

Согласована на портале № 20956

– - Механизм возникновения дробового шума.
– - Механизм возникновения генерационно-рекомбинационного шума.
– - Условия возникновения некогерентного светового излучения.
– - Условия возникновения когерентного оптического излучения.
– _ Механизм возникновения собственной фотопроводимости.
– - Механизм возникновения примесной фотопроводимости.
– - Механизм возникновения фотоэдс Дембера.

3.3 Темы опросов на занятиях

– - Вычисление теплового шума резистивно-емкостного двухполюсника при приложении напряжения.
– - Вычисление величины фотоэдс Дембера при собственном поглощении.
– - Вычисление величины барьерной фотоэдс при приложении напряжения смещения.
– - Вычисление величины напряжения перехода Фредерикса в нематическом жидком кристалле.

3.4 Темы контрольных работ

– - Расчет проводимости полупроводника при заданных параметрах легирования.
– - Расчет величины барьерной фотоэдс на заданной частоте и заданном напряжении смещения.
– - Расчет величины суммарного шумового напряжения на p-n переходе при заданной частоте и заданном напряжении смещения.
– - Расчет параметров внутренней и внешней квантовой эффективности эмиссии излучения из полупроводника.
– - Механизм возникновения барьерной фотоэдс.
– - Механизм возникновения теплового шума.
– - Механизм возникновения дробового шума.
– - Механизм возникновения генерационно-рекомбинационного шума.
– - Условия возникновения некогерентного светового излучения.
– - Условия возникновения когерентного оптического излучения.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Физические основы оптоэлектроники: Учебное пособие / Давыдов В. Н. - 2016. 139 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5963, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Микроэлектроника: Учебное пособие / Троян П. Е. - 2007. 349 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/539, свободный.

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физические основы оптоэлектроники: Учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и «Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства» / Давыдов В. Н. - 2016. 92 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5964, свободный.
2. Измерение ширины запрещенной зоны полупроводника методом температурного сканирования: Учебное - методическое пособие к лабораторной работе по дисциплине «Физические основы оптоэлектроники» / Давыдов В. Н. - 2013. 10 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3559, свободный.
3. Исследование фотопроводимости в полупроводниках: Методическое пособие к лабора-

Согласована на портале № 20956

торной работе для студентов направлений подготовки 200100.62 «Электроника и наноэлектроника» / Давыдов В. Н. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3564, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Учебная лаборатория (313 каб. и 215 каб. корпуса ФЭТ) оборудованы необходимыми ус-тановками и приборами для проведения лабораторных работ по дисциплинам, обеспечиваемым кафедрой ЭП.
2. Вычислительная лаборатория (ауд.511 корпуса РК) кафедры ЭП оснащена необходимым количеством персональных компьютеров, объединенных в локальную вычислительную сеть каф. ЭП с выходом в Internet.

Согласована на портале № 20956