МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы оптоэлектроники и волоконной оптики

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	4	2	6	часов
2	Практические занятия	2	4	6	часов
3	Лабораторные работы	0	8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	6	14	20	часов
5	Самостоятельная работа	87	105	192	часов
6	Всего (без экзамена)	93	119	212	часов
7	Подготовка и сдача зачета	0	4	4	часов
8	Общая трудоемкость	93	123	216	часов
				6.0	З.Е.

Контрольные работы: 6 семестр - 2
Дифференцированный зачет: 6 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 36515

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 9 от «24» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины 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 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. СВЧиКР	_____	А. С. Перин
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

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

Эксперты:

Заведующий кафедрой сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)	_____	С. Н. Шарангович
Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)	_____	А. Ю. Попков

Согласована на портале № 36515

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

подготовка студентов в области физических принципов функционирования элементов и приборов оптоэлектроники, а также физических основ и технологии изготовления элементов волоконной оптики.

1.2. Задачи дисциплины

– изучение фундаментальных положений оптоэлектроники, оптики и нелинейной оптики волноводных элементов, особенностей технологии изготовления компонентов оптоэлектроники и волоконной оптики.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы оптоэлектроники и волоконной оптики» (Б1.В.ДВ.2.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы оптоэлектроники и волоконной оптики, Математика, Физика, Электромагнитные поля и волны.

Последующими дисциплинами являются: Основы оптоэлектроники и волоконной оптики, Волоконно-оптические устройства и системы технологического назначения, Оптические направляющие среды, Оптические цифровые телекоммуникационные системы.

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 обучающийся должен:

– **знать** фундаментальные положения теории твердых тел, основные законы и соотношения оптоэлектроники, волновой оптики и оптики направляющих диэлектрических структур; основы физики формирования электрических и оптических свойств твердых тел, физики взаимодействия света со средой и основы нелинейной оптики в приложении к оптическим направляющим структурам; основы технологии производства оптоэлектронных компонентов, оптических волокон и волноводных элементов; устройство, принципы работы и характеристики оптоэлектронных и волоконно-оптических приборов.

– **уметь** объяснять физические эффекты, лежащие в основе работы оптоэлектронных и волоконно-оптических компонентов и приборов; применять на практике известные методы исследования оптоэлектронных и волоконно-оптических элементов и устройств; выполнять расчеты, связанные с определением параметров и характеристик оптоэлектронных и волоконно-оптических компонентов и устройств; проводить компьютерное моделирование и проектирование оптоэлектронных и волоконно-оптических компонентов и устройств, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации таких устройств; пользоваться справочными данными по оптоэлектронным, волоконно-оптическим компонентам и приборам при проектировании инфокоммуникационных систем и сетей связи, сопоставляя особенности характеристик таких компонентов и приборов;

– **владеть** навыками чтения и изображения схем оптоэлектронных и оптических приборов, систем и сетей на основе современной элементной базы оптоэлектроники и волоконной оптики; навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптоэлектронных и волоконно-оптических элементов и устройств; навыками практической работы с оптоэлектронными и волоконно-оптическими элементами, а также с лабораторными макетами оптоэлектронных, волоконно-оптических приборов и с контрольно-измерительной аппаратурой.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 36515

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		5 семестр	6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	20	6	14
Лекции	6	4	2
Практические занятия	6	2	4
Лабораторные работы	8	0	8
Самостоятельная работа (всего)	192	87	105
Проработка лекционного материала	24	16	8
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	124	67	57
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	20	4	16
Выполнение контрольных работ	24	0	24
Всего (без экзамена)	212	93	119
Подготовка и сдача зачета	4	0	4
Общая трудоемкость, ч	216	93	123
Зачетные Единицы	6.0		

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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Введение	0	0	0	0	0	
2 Элементы зонной теории твердых тел.	1	0	0	21	22	ПК-17, ПК-7
3 Взаимодействие оптического излучения с твердыми телами.	1	0	0	21	22	ПК-17, ПК-7
4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	1	2	0	25	28	ПК-17, ПК-7
5 Флуктуационные процессы в полупро-водниках и полупроводниковых приборах.	1	0	0	20	21	ПК-17, ПК-7
Итого за семестр	4	2	0	87	93	
6 семестр						
6 Эмиссия излучения из твердых тел.	0	0	0	19	19	ПК-17, ПК-7
7 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике. Перспективы развития оптоэлек-	0	0	0	19	19	ПК-17, ПК-7

Согласована на портале № 36515

троники						
8 Основные соотношения для описания плоских световых волн и световых пучков	0	0	0	19	19	ПК-17, ПК-7
9 Волоконные световоды	1	1	0	20	22	ПК-17, ПК-7
10 Волоконные и интегрально-оптические элементы для волоконной оптики	1	1	4	8	14	ПК-17, ПК-7
11 Нелинейно-оптические эффекты в волоконных световодах	0	1	0	4	5	ПК-17, ПК-7
12 Волоконно-оптические датчики волоконные лазеры	0	1	4	16	21	ПК-17, ПК-7
Итого за семестр	2	4	8	105	119	
Итого	6	6	8	192	212	

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
5 семестр			
2 Элементы зонной теории твердых тел.	Основные предпосылки появления оптоэлектроники, её место среди родственных научно-технических направлений. Особенности подхода и преимущества оптоэлектроники при решении задач телекоммуникаций, информатики. Области применения приборов и устройств оптоэлектроники.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. Понятие квазиимпульса электрона. Долины энергии и зона Бриллюэна. Плотность состояний, концентрации носителей в зонах. Распределение частиц по энергии Ферми-Дирака. Понятие о дырке. Движение электронов и дырок под действием поля. Туннелирование частиц через потенциальный барьер. Энергетическое представление токопротекания в твердом теле.	1	ПК-17, ПК-7
	Итого	1	
3 Взаимодействие оптического излучения с твердыми телами.	Основные параметры и характеристики взаимодействия излучения с вещество, закон Бугера - Ламберта. Параметры и характеристики, описывающие взаимодействие света и твердого тела. Типы механизмов поглощения излучения. Физические явления при различных типах поглощения излуче-	1	ПК-17, ПК-7

Согласована на портале № 36515

	ния. Внутризонные переходы.		
	Итого	1	
4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	Понятие скорости генерации и скорости рекомбинации носителей заряда. Основные параметры, характеризующие изменение состояние вещества при поглощении излучения: времена релаксации концентраций свободных носителей заряда, квантовый выход фотоэффекта. Собственная и примесная фотопроводимость полупроводников, прямые и непрямые переходы, время релаксации форотпроводимости, коэффициент усиления фотопроводимости. Основное выражение для расчета фотоэдс в полупроводниках. Роль неосновных носителей заряда в формировании фотоэффектов. Фотоэдс Дембера. Барьерная фотоэдс в p-n переходах. Квазиуровни Ферми. Сравнение различных типов фотопроводимости и фотоэдс по параметрам и характеристикам.	1	ПК-17, ПК-7
	Итого	1	
5 Флуктуационные процессы в полупроводниках и полупроводниковых приборах.	Основные понятия теории шумов: типы шумов и физические причины их появления, дисперсия и плотности вероятностей. Метод Фурье, спектральная плотность вероятности. Метод Ланжевена. Автокорреляционная функция случайной величины. Рассмотрение теплового, дробового, генерационно-рекомбинационного и избыточного шумов. Численные оценки шумов.	1	ПК-17, ПК-7
	Итого	1	
Итого за семестр		4	
6 семестр			
9 Волоконные световоды	Планарный, канальный и цилиндрический диэлектрические волноводы: связь между компонентами электрического и магнитного векторов, волновые уравнения, дисперсионные уравнения для волноводов со ступенчатым профилем, типы направляемых мод и распределения их полей в планарном и цилиндрическом диэлектрических волноводах. Световоды с двойным лучепреломлением; фотонно-кристаллические и некварцевые волоконные световоды – основные характеристики и особенности.	1	ПК-17, ПК-7
	Итого	1	
10 Волоконные и интегрально-оптические элементы для волоконной оптики	Волоконно-оптические брэгговские и длиннопериодные решетки: принципы работы, методы формирования, основные характеристики, области применения. Канальные волноводные пассивные и управляющие элементы для волоконной оптики.	1	ПК-17, ПК-7
	Итого	1	
Итого за семестр		2	

Согласована на портале № 36515

Итого	6	

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	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Предшествующие дисциплины												
1 Основы оптоэлектроники и волоконной оптики	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Математика		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Физика		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Электромагнитные поля и волны		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины												
1 Основы оптоэлектроники и волоконной оптики	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Волоконно-оптические устройства и системы технологического назначения		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Оптические направляющие среды		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Оптические цифровые телекоммуникационные системы		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Дифференцированный зачет

Согласована на портале № 36515

ПК-17	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Дифференцированный зачет

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

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
6 семестр			
10 Волоконные и интегрально-оптические элементы для волоконной оптики	Исследование состояния поляризации лазерного излучения в полимерном волоконном световоде	4	ПК-17, ПК-7
	Итого	4	
12 Волоконно-оптические датчики волоконные лазеры	Исследование принципа измерения микроперемещений с использованием поперечного смещения торца многомодового оптоволокна	4	ПК-17, ПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	Фотоэлектрические явления в полупроводниковых приборах: фотопроводимость и фотоэдс.	2	ПК-17, ПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
6 семестр			
9 Волоконные световоды	Расчет основных параметров волоконных световодов. Семинар по волоконным световодам.	1	ПК-17, ПК-7
	Итого	1	
10 Волоконные и интегрально-оптические элементы для	Нелинейно-оптические эффекты в волоконных световодах Семинар.	1	ПК-17, ПК-7
	Итого	1	

Согласована на портале № 36515

волоконной оптики			
11 Нелинейно-оптические эффекты в волоконных световодах	Расчет характеристик интегрально-оптических компонентов для волоконной оптики. Семинар.	1	ПК-17, ПК-7
	Итого	1	
12 Волоконно-оптические датчики волоконные лазеры	Расчет характеристик волоконно-оптических датчиков. Семинар.	1	ПК-17, ПК-7
	Итого	1	
Итого за семестр		4	
Итого		6	

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
5 семестр				
2 Элементы зонной теории твердых тел.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	17	ПК-17, ПК-7	Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	21		
3 Взаимодействие оптического излучения с твердыми телами.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	17	ПК-17, ПК-7	Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	21		
4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-17, ПК-7	Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	17		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	25		
5 Флуктуационные процессы в полупроводниках и полупроводниковых приборах.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ПК-17, ПК-7	Тест
	Проработка лекционного материала	4		

Согласована на портале № 36515

	Итого	20		
Итого за семестр		87		
6 семестр				
6 Эмиссия излучения из твердых тел.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	19	ПК-17, ПК-7	Дифференцированный зачет, Тест
	Итого	19		
7 Жидкие кристаллы в оптоэлектронике. Перспективы развития оптоэлектроники	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	19	ПК-17, ПК-7	Дифференцированный зачет, Тест
	Итого	19		
8 Основные соотношения для описания плоских световых волн и световых пучков	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	19	ПК-17, ПК-7	Дифференцированный зачет, Тест
	Итого	19		
9 Волоконные световоды	Выполнение контрольных работ	12	ПК-17, ПК-7	Дифференцированный зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	20		
10 Волоконные и интегрально-оптические элементы для волоконной оптики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-17, ПК-7	Дифференцированный зачет, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
11 Нелинейно-оптические эффекты в волоконных световодах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-17, ПК-7	Дифференцированный зачет, Тест
	Итого	4		
12 Волоконно-оптические датчики волоконные лазеры	Выполнение контрольных работ	12	ПК-17, ПК-7	Дифференцированный зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Итого	16		
Итого за семестр		105		
	Подготовка и сдача зачета	4		Дифференцированный зачет
Итого		196		

Согласована на портале № 36515

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

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: 03.07.2018).
2. Волоконно-оптические устройства технологического назначения: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2013. 198 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3709 (дата обращения: 03.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Игнатов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 596 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/95150 (дата обращения: 03.07.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование состояния поляризации лазерного излучения в полимерном волоконном световоде: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (профиль - "Оптические системы и сети связи") / Шандаров В. М. - 2013. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3708 (дата обращения: 03.07.2018).
2. Исследование принципа измерения микроперемещений с использованием поперечного смещения торца многомодового оптоволокна исследование эффективности ввода света в волоконный световод: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (профиль - "Оптические системы и сети связи") / Шандаров В. М., Карпушин П. А. - 2013. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3706 (дата обращения: 03.07.2018).
3. Физические основы оптоэлектроники: Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 210700 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / - 2013. 103 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3562 (дата обращения: 03.07.2018).
4. Волоконно-оптические устройства и приборы: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / Шандаров В. М. - 2018. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7347 (дата обращения: 03.07.2018).

12.3.2. 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.

Согласована на портале № 36515

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Рекомендуется использовать профессиональные и информационные базы данных, список и адреса которых доступны по ссылке: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория «Электронных, квантовых и СВЧ приборов»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 329а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Генератор Г5-54 (1 шт.);
- Генератор Г4-126 (1 шт.);
- Осциллограф С1-112А (1 шт.);
- Измерительная линия Р1-4 (2 шт);
- Источник питания УИП-1 (2 шт);
- Оптическая скамья ОСК-3 (3 шт.);
- Лазер ЛГН-105 (1 шт.);
- Осциллограф С1-65 (1 шт.);
- Генератор сигналов Г4-102 (1 шт.);
- Милливаттметр В3-36 (1 шт.);
- Измерительная волноводная линия ИВЛ-140 (2 шт.);
- Усилитель У2-4 (1 шт.);
- Осциллограф С1-5 (1 шт.);
- Генератор Г4-109 (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория «Электронных, квантовых и СВЧ приборов»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 329а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Генератор Г5-54 (1 шт.);
- Генератор Г4-126 (1 шт.);
- Осциллограф С1-112А (1 шт.);
- Измерительная линия Р1-4 (2 шт);
- Источник питания УИП-1 (2 шт);
- Оптическая скамья ОСК-3 (3 шт.);
- Лазер ЛГН-105 (1 шт.);
- Осциллограф С1-65 (1 шт.);

Согласована на портале № 36515

- Генератор сигналов Г4-102 (1 шт.);
- Милливаттметр В3-36 (1 шт.);
- Измерительная волноводная линия ИВЛ-140 (2 шт.);
- Усилитель У2-4 (1 шт.);
- Осциллограф С1-5 (1 шт.);
- Генератор Г4-109 (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.4. 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, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

13.2. 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 зрениями** 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.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

Согласована на портале № 36515

14.1.1. Тестовые задания

1. Какая длина волны соответствует инфракрасному излучению?
а) 0,3 мкм
б) 0,6 мкм
в) 0,5 мкм
г) 1 мкм

2. Какая длина волны соответствует ультрафиолетовой области спектра?
а) 0,3 мкм
б) 0,7 мкм
в) 0,9 мкм
г) 12 мкм

3. Какие частицы переносят оптическую энергию?
а) фотоны
б) фононы
в) электроны
г) дырки

4. Какой длине волны соответствует максимальная чувствительность глаза?
а) 0,41 мкм
б) 0,56 мкм
в) 0,63 мм
г) 0,72 мм

5. Какой механизм генерации излучения реализуется в полупроводниках?
а) эффект термоэлектронной эмиссии
б) эффект генерации электронно-дырочных пар
в) эффект рекомбинации
г) эффект фотолюминесценции

6. Какой параметр характеризует среду распространения электромагнитной волны?
а) длина волны
б) показатель преломления
в) напряженность электрического поля
г) начальная фаза

7. Какова скорость света в вакууме?
а) 340 м/с
б) 3x10e8 м/с
в) 3x10e6 м/с
г) 3x10e9 м/с

8. Какова скорость распространения электромагнитной волны в волноводе, имеющем показатель преломления n = 3:
а) 340 м/с
б) 3x10e8 м/с
в) 10e8 м/с
г) 10e5 м/с

9. Каким должен быть показатель преломления сердцевины оптического волновода n1 относительно показателя преломления оболочки n2?
а) n1= 1
б) n 1> n2

Согласована на портале № 36515

в) n 1< n2
г) n1= n2

10. На каком эффекте основана работа полупроводниковых фотоприемников
а) рекомбинации электронов и дырок
б) генерации электронов и дырок за счет электрического тока
в) разделения электронно-дырочных пар под действием фотонов
г) образования электронно-дырочных пар под действием фотонов

11. Существуют следующие виды поляризации световых волн:
а) линейная, сферическая, круговая
б) плоская, выпуклая
в) линейная, эллиптическая, круговая
г) линейная, тангенсальная

12. Геометрическое место точек, в которых фаза волны одинакова, называется…
а) волновым фронтом
б) амплитудным фронтом
в) поляризационным фронтом
г) плоским фронтом

13. Световая волна с векторами $\bar{E}$ и $\bar{H}$, направление которых может быть однозначно определено в любой момент времени в любой точке пространства, называется…
а) определенной
б) фазовой
в) поляризованной
г) интегральной

14. Элементом, преобразующим состояние поляризации световой волны, является…
а) линза
б) фазовая пластинка
в) светофильтр
г) призма

15. Угол падения, при котором отражённый луч полностью поляризован, называется …
а) углом Гаусса
б) углом Брюстера
в) углом Фарадея
г) углом Снеллиуса

16. Закон, описывающий преломление света на границе двух прозрачных сред, носит имя
а) Снеллиуса
б) Фарадея
в) Брюстера
г) Гаусса

17. Интерферометр, представляющий собой два плоских зеркала с высоким коэффициентом отражения и с параллельными плоскостями, расположенных на расстоянии L друг от друга, называется интерферометром…
а) Фабри-Перо
б) Маха-Цендера
в) Майкельсона
г) Юнга

Согласована на портале № 36515

18. Электрооптический эффект - это …

а) изменение показателя преломления среды под действием изменения температуры

б) изменение показателя преломления среды под действием приложенного физического воздействия

в) изменение показателя преломления среды под действием приложенного постоянного или переменного электрического поля

г) изменение показателя преломления среды под действием магнитного поля

19. Эффект фоторефракции заключается в изменении…

а) оптического поглощения

б) показателя преломления

в) оптического пропускания

г) коэффициента связи мод

20. Среда, свойства которой в различных направлениях различны, например, среда, которая для разных направлений световой волны имеет разные значения показателя преломления, называется…

а) изотропной

б) анизотропной

в) однородной

г) неоднородной

14.1.2. Вопросы дифференцированного зачета

Часть 1 «Основы оптоэлектроники»

Тема 1: Элементы зонной теории твердых тел

1. Зонная модель Зоммерфельда. Основные положения и допущения модели.
2. Зонная модель Блоха. Основные положения и допущения модели.
3. Понятия зоны проводимости, валентной зоны и запрещенной зоны.
4. Связь зонной модели с планетарной моделью атома.
5. Функция Ферми-Дирака. Распределение электронов по уровням энергии.
6. Понятие дырки, ее положение в энергетической диаграмме, параметры дырки.
7. Понятие квазиимпульса электрона, его свойства, зона Бриллюэна.
8. Понятие подвижности носителя заряда, ее определение и физический смысл.
9. Электропроводность полупроводника, его легирование, принцип детального равновесия.
10. Поведение полупроводника в постоянном электрическом поле. Объяснение возникновения электрического тока дрейфового и диффузионного типов.

Тема 2: Взаимодействие оптического излучения с твердыми телами

1. Параметры и характеристики, описывающие взаимодействие света с веществом.
2. Закон Бугера – Ламберта. Коэффициент поглощения, его связь с параметрами вещества.
3. Основные механизмы поглощения оптического излучения твердыми телами.
4. Собственное поглощение, физика процесса, параметры, спектр поглощения.
5. Примесное поглощение, физика процесса, параметры, спектр поглощения, сравнение с собственным поглощением.
6. Поглощение свободными носителями заряда. Физика процесса, параметры.
7. Решеточное поглощение, физика процесса, параметры, спектр поглощения.
8. Спектр поглощения и коэффициент поглощения при действии нескольких механизмов поглощения.

Тема 3: Фотоэлектрические явления в полупроводниках

1. Понятие времени жизни неравновесных носителей заряда, скорость генерации, скорость рекомбинации носителей заряда. Механизмы фотопроводимости.
2. Фотопроводимость полупроводника. Собственная и примесная фотопроводимости.

Согласована на портале № 36515

3. Кинетика концентраций носителей заряда при освещении. Определение параметров полупроводника по кинетической кривой фотопроводимости.
4. Частотная характеристика и коэффициент усиления фотопроводимости.
5. Фотовольтаические эффекты в полупроводниках. Физические причины появления.
6. Фотоэдс Дембера. Механизм ее формирования, параметры.
7. Фотоэдс в неоднородных полупроводниках. Механизм ее формирования, параметры.
8. Барьерная фотоЭДС. Механизм ее формирования, параметры.
9. Другие виды фотоЭДС, их недостатки и преимущества.

Тема 4: Флуктуационные процессы в полупроводниках
1. Общие причины возникновения шумов в полупроводниках. Их основные типы.
2. Тепловой шум. Его природа, спектральная характеристика.
3. Дробовой шум. Его природа, спектральная характеристика.
4. Генерационно-рекомбинационный шум. Его природа и спектральная характеристика.
5. Избыточный шум. Его природа и спектральная характеристика.
6. Методы математического описания шумов, среднее значение, дисперсия.
7. Метод Фурье, Автокорреляционая функция, теорема Винера – Хинчина.
8. Метод Ланжевена. Его применение к тепловому и генерационно-рекомбинационному шуму.
9. Методы численной оценки шумов. Способы их снижения.

Тема 5: Эмиссия излучения из полупроводников
1. Понятие люминесценции. Параметры и характеристики для е описания.
2. Спектр излучение. Типы люминесценций по способу накачки.
3. Зависимость времени излучательной рекомбинации от параметров полупроводника.
4. Поведение атома в поле оптического излучения. Коэффициенты Эйнштейна.
5. Принцип создания оптического генератора на основе вынужденных переходов.
6. Требования к рабочему веществу лазера, его накачке, резонатору.
7. Полупроводниковый лазер на основе перехода. Принцип работы.
8. Светодиоды. Принцип работы, конструкции. Параметры излучения.
9. Применение принципов наноэлектроники для приборов оптоэлектроники.

Тема 6: Жидкие кристаллы в оптоэлектронике
1. Типы жидких кристаллов. Их строение и основные свойства.
2. Нематики. Структура, основные свойства в электрических полях.
3. Смектики. Структура, основные свойства в электрических полях.
4. Холестерики. Основные свойства в электричекских полях.
5. Ориентационные эффекты в жидких кристаллах. Оптические ячейки.
6. Переход Фредерикса в нематиках. Его параметры и разновидности.
7. Оптические свойства жидких кристаллов. Разновидности эффектов.
8. Конструкция и принцип работы оптической ячейки на основе твист – эффекта.
9. Конструкции и принципы работы жидкокристаллических транспарантов, дефлекторов.

Часть 2 «Волоконная оптика»
ТЕМА: Основные положения физической оптики.

6.1. Уравнения Максвелла для диэлектрической среды. Материальные уравнения. Уравнения граничных условий.
1. Материальность электромагнитного поля.
2. Векторы, характеризующие электромагнитное поле.
3. Уравнения Максвелла в интегральной форме.
4. Теоремы векторного анализа для связи характеристик скалярных и векторных полей.
5. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.

Согласована на портале № 36515

6. Материальные уравнения.
7. Граничные условия для нормальных составляющих электрического поля.
8. Граничные условия для нормальных составляющих магнитного поля.
9. Граничные условия для тангенциальных составляющих электрического поля.
10. Граничные условия для тангенциальных составляющих магнитного поля.
6.2. Волновое уравнение. Поляризация света. Поляризационные элементы.
11. Волновое уравнение для электрического и магнитного векторов.
12. Плоские волны как простейшее решение волнового уравнения.
13. Символическая форма записи для поля плоских волн.
14. Распространение плоской волны в произвольном направлении.
15. Поперечная структура поля плоских волн.
16. Поляризация света. Неполяризованный свет. Частично поляризованный свет.
17. Линейная, круговая, эллиптическая поляризация.
18. Поляризационные элементы. Дихроизм и оптическая анизотропия.
19. Поляризационные призмы.
20. Фазовые пластинки.

ТЕМА: Оптика ограниченных световых пучков

6.3. Понятие углового спектра плоских волн. Параболическое уравнение теории дифракции.
21. Понятие углового спектра плоских волн.
22. Приближенное решение дифракционных задач на основе углового спектра плоских волн.
23. Параболическое уравнение.
24. Гауссов световой пучок. Основные свойства, поле гауссова пучка.
25. Высшие гауссовы моды.
26. Суть и достоинства методов оптической обработки информации.
27. Преобразование Фурье в оптической системе.
28. Пространственная фильтрация в оптических системах.

ТЕМА: Распространение световых волн в материальных средах
6.4. Распространение света в направляющих структурах.
29. Планарный оптический волновод.
30. Моды планарного волновода.
31. Волновое уравнение для ТЕ- мод.
32. Решение для полей планарного волновода.
33. Дисперсионное уравнение планарного волновода.
34. Материалы интегральной оптики.
35. Связанные оптические волноводы.
36. Распространение световых волн в периодических структурах.

ТЕМА: Взаимодействия света с физическими полями
6.5. Электрооптический, акустооптический и фоторефрактивный эффекты.
37. Электрооптический эффект. Феноменологическое описание.
38. «Поперечный» электрооптический модулятор.
39. Акустооптический эффект. Феноменологическая теория.
40. Режимы дифракции света на акустических волнах. Дифракция Рамана-Ната и дифракция Брэгга.
41. Акустооптический модулятор.
42. Фоторефрактивный эффект. Механизмы пространственного разделения носителей заряда.
43. Кинетика записи и релаксации элементарных голограмм в материале с фотовольтаическим механизмом транспорта носителей заряда.
ТЕМА: Элементы нелинейной оптики

Согласована на портале № 36515

6.6. Нелинейно-оптические преобразования световых полей.

44. Понятие нелинейно – оптической среды и величина интенсивности светового поля, необходимая для проявления нелинейно - оптических свойств среды.

45. Выражение для диэлектрической проницаемости среды с квадратичной нелинейностью и возможные нелинейно – оптические эффекты в такой среде.

46. Выражение для диэлектрической проницаемости среды с кубичной нелинейностью и возможные нелинейно – оптические эффекты в такой среде.

14.1.3. Темы контрольных работ

Расчет основных параметров волоконных световодов.

Расчет характеристик волоконно-оптических датчиков.

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование состояния поляризации лазерного излучения в полимерном волоконном световоде

Исследование принципа измерения микроперемещений с использованием поперечного смещения торца многомодового оптоволокна

14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. 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;

Согласована на портале № 36515

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

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

Согласована на портале № 36515