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

Волноводная фотоника и нанооптика

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы связи и обработки информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	22	22	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	56	56	часов
5	Самостоятельная работа	88	88	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 30023

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) 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 30.10.2014 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 РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Эксперты:

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

Согласована на портале № 30023

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов современных физических и технических представлений о физических принципов функционирования современных волноводных элементов и устройств фотоники и нанооптики.

1.2. Задачи дисциплины

– изучение основных положений волноводной фотоники, оптических и нелинейно-оптических эффектов при ограничении световых полей направляющими структурами с микронными и нанометровыми поперечными размерами, основных принципов построения волноводных приборов и систем оптической обработки информации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Волноводная фотоника и нанооптика» (Б1.В.ДВ.2.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Голографические фотонные структуры в наноструктурированных материалах.

Последующими дисциплинами являются: Методы управления оптическим излучением, Научно-исследовательская работа (рассред.), Оптоэлектронные активные и пассивные компоненты оптических систем.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС;

– ПК-8 готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС;

– ПК-10 готовностью представлять результаты исследования в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, в том числе на иностранном языке, готовностью составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные принципы и физические эффекты, обеспечивающие распространение световых полей и преобразование их пространственно-временной структуры в диэлектрических направляющих элементах, в том числе с размерами субволнового масштаба; конструкции и области применения элементов и систем волноводной фотоники и нанооптики;

– **уметь** определять и обосновывать целесообразность использования волноводных фотонных структур и приборов нанооптики для работы в составе оптических систем передачи и обработки информации; применять на практике известные методы анализа и экспериментального иссле-дования волноводных фотонных структур и элементов нанооптики на основе диэлектрических и полупроводниковых материалов;

– **владеть** методами расчета и анализа характеристик основных волноводных оптических и нанооптических элементов, а также оптических систем передачи и обработки информации.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	56	56
Лекции	18	18

Согласована на портале № 30023

Практические занятия	22	22
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	88	88
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	24	24
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	48	48
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

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
3 семестр						
1 Электродинамический анализ распространения света в волноводных фотонных структурах	4	4	4	16	28	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
2 Диэлектрические и полупроводниковые материалы волноводной фотоники	2	2	0	16	20	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
3 Основные принципы нанооптики	2	2	0	12	16	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
4 Основы нелинейной волноводной оптики	2	8	4	16	30	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
5 Нелинейно-оптические преобразования пространственно-временной структуры световых полей в волноводных фотонных структурах	4	4	4	16	28	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
6 Волноводные оптические и нанооптические элементы и структуры систем передачи и обработки информации	4	2	4	12	22	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
Итого за семестр	18	22	16	88	144	
Итого	18	22	16	88	144	

Согласована на портале № 30023

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
3 семестр			
1 Электродинамический анализ распространения света в волноводных фотонных структурах	Типы волноводных фотонных структур. Моды изотропных и анизотропных планарных волноводов. Волновые уравнения и решения для направляемых мод. Дисперсионные уравнения для планарных волноводов с разными профилями показателя преломления. Системы связанных оптических волноводов. Дискретная дифракция света в многоэлементных волноводных структурах.	4	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
	Итого	4	
2 Диэлектрические и полупроводниковые материалы волноводной фотоники	Волноводные фотонные структуры на основе диэлектрических и полупроводниковых материалов. Области прозрачности, механизмы потерь в оптических волноводах, волноводные структуры для видимого и инфракрасного диапазонов длин волн.	2	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
	Итого	2	
3 Основные принципы нанооптики	Наноразмерные световые поля. Примеры нанополей. Преодоление дифракционного предела пространственного разрешения в микроскопии. Нановолноводы. Плазмоны и поверхностный плазмонный резонанс	2	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
	Итого	2	
4 Основы нелинейной волноводной оптики	Механизмы оптической нелинейности диэлектрических и полупроводниковых материалов. Керровская, тепловая и фоторефрактивная нелинейность. Особенности нелинейного отклика волноводных фотонных структур.	2	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
	Итого	2	
5 Нелинейно-оптические преобразования пространственно-временной структуры световых полей в волноводных фотонных структурах	Возможные нелинейно-оптические процессы в средах с квадратичной и кубичной нелинейностью. Генерация оптических гармоник, синхронная и квазисинхронная генерация гармоник, параметрическая генерация света, оптическое детектирование. Эффекты самофокусировки и самодефокусировки, пространственные оптические солитоны в фотонных структурах с керровской и насыщаемой нелинейностью. Лазеры с удвоением частоты. Эффекты вынужденного рамановского рассеяния и вынужденного рассеяния Мандельштама – Бриллюэна. Генерация суперконтинуума в фотонно-кристаллических волноводах.	4	ОПК-3, ПК-10, ПК-8

Согласована на портале № 30023

	Итого	4	
6 Волноводные оптические и нанооптические элементы и структуры систем передачи и обработки информации	Волоконные световоды, интегрально-оптические модуляторы и переключатели, плазмонные волноводы, волноводные фотонные и плазмон-поляритонные сенсоры, волноводные нелинейно-оптические компоненты и приборы.	4	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

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
Предшествующие дисциплины						
1 Голографические фотонные структуры в наноструктурированных материалах		+				
Последующие дисциплины						
1 Методы управления оптическим излучением						+
2 Научно-исследовательская работа (рассред.)	+	+	+	+	+	+
3 Оптоэлектронные активные и пассивные компоненты оптических систем						+

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.	
ОПК-3	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-8	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-10	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

Согласована на портале № 30023

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
3 семестр			
1 Электродинамический анализ распространения света в волноводных фотонных структурах	Исследование дифракции светового пучка в среде с периодической модуляцией показателя преломления	4	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
	Итого	4	
4 Основы нелинейной волноводной оптики	Исследование характеристик фотонных волноводных элементов, оптически индуцированных в фоторефрактивном кристалле LINBO3	4	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
	Итого	4	
5 Нелинейно-оптические преобразования пространственно-временной структуры световых полей в волноводных фотонных структурах	Формирование фотонных волноводных элементов в фоторефрактивном кристалле LiNbO3 лазерным излучением	4	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
	Итого	4	
6 Волноводные оптические и нанооптические элементы и структуры систем передачи и обработки информации	Исследование периодических фазовых оптических элементов формируемых некогерентным источником света в кристалле LiNbO3 легированном фотрефрактивными примесями	4	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

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
3 семестр			
1 Электродинамический анализ распространения света в волноводных фотонных структурах	Дисперсионное уравнение планарных волноводов с градиент-ным и ступенчатым профилями показателя преломления	4	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
	Итого	4	
2 Диэлектрические и полупроводниковые	Расчет параметров волноводных фотонных элементов в ИК диапазоне длин волн света	2	ОПК-3, ПК-10,

Согласована на портале № 30023

материалы волноводной фотоники	Итого	2	ПК-8
3 Основные принципы нанооптики	Расчет основных характеристик плазмонных волн в фотонных структурах «диэлектрик - проводник»	2	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
	Итого	2	
4 Основы нелинейной волноводной оптики	Нелинейный отклик материалов с керровской и насыщаемой нелинейностью	4	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
	Расчет эффективных нелинейных параметров волноводных фотонных элементов	4	
	Итого	8	
5 Нелинейно-оптические преобразования пространственно-временной структуры световых полей в волноводных фотонных структурах	Расчет характеристик световых полей в системах связанных оптических волноводов	4	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
	Итого	4	
6 Волноводные оптические и нанооптические элементы и структуры систем передачи и обработки информации	Расчет характеристик волноводных модуляторов света	2	ОПК-3, ПК-10, ПК-8
	Итого	2	
Итого за семестр		22	

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
3 семестр				
1 Электродинамический анализ распространения света в волноводных фотонных структурах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-3, ПК-10, ПК-8	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	16		
2 Диэлектрические и полупроводниковые материалы волноводной фотоники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-3, ПК-10, ПК-8	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного	4		

Согласована на портале № 30023

	материала			
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	16		
3 Основные принципы нанооптики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-3, ПК-10, ПК-8	Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
4 Основы нелинейной волноводной оптики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-3, ПК-10, ПК-8	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	16		
5 Нелинейно-оптические преобразования пространственно-временной структуры световых полей в волноводных фотонных структурах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-3, ПК-10, ПК-8	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	16		
6 Волноводные оптические и нанооптические элементы и структуры систем передачи и обработки информации	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-3, ПК-10, ПК-8	Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
Итого за семестр		88		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		124		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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

Согласована на портале № 30023

3 семестр				
Отчет по лабораторной работе	15	15	15	45
Тест	10	10	5	25
Итого максимум за период	25	25	20	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	25	50	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2012. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750, дата обращения: 08.06.2018.

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. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/95150. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/95150, дата обращения: 08.06.2018.

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование характеристик фотонных волноводных элементов, оптически индуциро-

Согласована на портале № 30023

ванных в фоторефрактивном кристалле LINBO3: Методические указания к лабораторной работе / Шандаров В. М., Безпалый А. - 2017. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6837, дата обращения: 08.06.2018.

2. Формирование фотонных волноводных элементов в фоторефрактивном кристалле LiNbO3 лазерным излучением: Методические указания к лабораторной работе / Шандаров В. М., Безпалый А. - 2017. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6838, дата обращения: 08.06.2018.

3. Исследование дифракции светового пучка в среде с периодической модуляцией показателя преломления: Методические указания к лабораторной работе для студентов / Шандаров В. М., Тренихин П. А. - 2011. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/72, дата обращения: 08.06.2018.

4. Исследование периодических фазовых оптических элементов формируемых некогерентным источником света в кристалле linbo3 легированном фотрефрактивными примесями: Методические указания к лабораторной работе для студентов / Каншу А. В., Шандаров В. М. - 2011. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/74, дата обращения: 08.06.2018.

5. Основы физической и квантовой оптики: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / Шандаров В. М. - 2013. 57 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2888, дата обращения: 08.06.2018.

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.

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

Учебно-вычислительная лаборатория им. Е.С. Коваленко «Лаборатория волоконно-оптических линий связи и измерений»

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для прове-

Согласована на портале № 30023

дения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 333б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (8 шт.);
- Генератор оптических и электрических импульсов комбинированный ОГ5-87 (3 шт.);
- Ваттметр поглощаемой мощности оптический ОМ3-65 (4 шт.);
- Ваттметр поглощаемой мощности оптический ОМ3-66 (1 шт.);
- Генератор импульсов Г5-54 (1 шт.);
- Осциллограф С1-75 (2 шт.);
- Осциллограф С1-73 (1 шт.);
- Измеритель коэффициента ошибок 832 (1 шт.);
- Генератор сигналов оптический ОГ4-162 (1 шт.);
- Генератор высокочастотный СПТГ4-102 (1 шт.);
- ФПУ (1 шт.);
- Комплект для сварки оптического волокна КСС-111 (1 шт.);
- Комплект для сварки оптического волокна КСС-121 (1 шт.);
- Блок индикации ОМК3 (2 шт.);
- Источник постоянного тока Б5-21 (1 шт.);
- Источник питания постоянного тока Б5-45 (1 шт.);
- Рефлектометр оптических погрешностей OFT-12 (2 шт.);
- Демонстрационное оборудование для презентаций (проектор 1 шт., экран 1 шт.) ;
- Лабораторный стенд "Компоненты волоконно-оптической линии связи";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая линия связи";
- Лабораторный комплекс "Волоконно-оптические системы передачи данных с временным и волновым уплотнением каналов";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая связь";
- Типовой комплект учебного оборудования "Монтаж и эксплуатация волоконно-оптических структурированных кабельных систем";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Adobe Reader
– Micran Graphit

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория ГПО «Оптоэлектроника»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы

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

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (6 шт.);
- Аппаратура ЦВОЛТ Транспорт-8х30 (2 крейта в стойке 19”);
- Осциллограф цифровой Tektronix TSD 2012B (1 шт.);
- Генератор сигналов SFG-2110 (1 шт.);
- Вольтметр цифровой GDM-8145 (1 шт.);
- Осциллограф GOS 620FG (1 шт.);
- Источник питания GPS-4251 (1 шт.);
- Стенд для записи голографических дифракционных решёток на фотополимерных материалах (1 шт.);

Согласована на портале № 30023

- Стол оптический Standa (опоры (4 шт.), столешница (1 шт.));
- Анализатор лазерных пучков BS-FW-FX33 (1 шт.);
- Лазер LSD-DTL-317 (1 шт.);
- Лазер He-Ne ЛГН - 207 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Adobe Acrobat Reader
– Google Chrome
– Mathworks Matlab

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.

Согласована на портале № 30023

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:

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

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

4. Световые пучки с поперечным распределением интенсивности, описываемые функцией exp(-r2/h2), называются…
а) гауссовыми пучками
б) бесселевыми пучками
в) пучками Эйри
г) резонаторными пучками

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

6. 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

7. Условием проявления оптической нелинейности среды является…
а) зависимость диэлектрической проницаемости материала от интенсивности света
б) зависимость диэлектрической проницаемости материала от длины волны света
в) зависимость диэлектрической проницаемости материала от поляризации излучения
г) зависимость диэлектрической проницаемости материала от фазы волны излучения

8. Существуют следующие виды поляризации световых волн:
а) линейная, сферическая, круговая
б) плоская, выпуклая

Согласована на портале № 30023

в) линейная, эллиптическая, круговая
г) линейная, тангенсальная

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

10. В случае если диэлектрическая восприимчивость среды не зависит от напряженности светового поля, среда является…
а) нелинейной
б) однородной
в) линейной
г) анизотропной

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

12. В средах, с каким типом нелинейности возможна генерация второй гармоники?
а) только в линейных средах
б) в средах с кубичной нелинейностью
в) в средах с квадратичной нелинейностью
г) нет правильного ответа

13. Керровскими средами называют среды…
а) линейные
б) с кубичной нелинейностью
в) с квадратичной нелинейностью
г) нет правильного ответа

14. 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

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

16. 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

Согласована на портале № 30023

17. Эффект фоторефракции заключается в изменении…

а) оптического поглощения

б) показателя преломления

в) оптического пропускания

г) коэффициента связи мод

18. Электрооптический эффект заключается…

а) в изменении показателя преломления среды под действием изменения температуры

б) в изменении показателя преломления среды под действием приложенного физического воздействия

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

г) в изменении показателя преломления среды под действием магнитного поля

19. Проявление фоторефрактивного эффекта происходит, если в рассматриваемой среде развиваются следующие элементарные процессы…

а) фотовозбуждение свободных носителей электрического заряда

б) пространственное перераспределение носителей заряда

в) модуляция показателя преломления среды

г) все ответы верны

20. Пространственное перераспределение носителей заряда может быть обусловлено…

а) тепловой диффузией

б) дрейфом носителей заряда

в) фотовольтаическим эффектом

г) все ответы верны

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Типы волноводных фотонных структур – планарные, канальные, волоконные. Моды изотропных планарных волноводов. Волновые уравнения и решения для направляемых мод (вид полей в направляющей и прилегающих областях).

2. Дисперсионные уравнения для планарного волновода с разными профилями показателя преломления.

3. Системы связанных оптических волноводов. Понятие дискретной дифракции света в многоэлементных волноводных структурах.

4. Волноводные фотонные структуры для видимого и инфракрасного диапазонов длин волн.

5. Наноразмерные световые поля. Примеры нанополей. Нановолноводы.

6. Плазмоны и поверхностный плазмонный резонанс.

7. Механизмы оптической нелинейности диэлектрических и полупроводниковых материалов. Керровская, тепловая и фоторефрактивная нелинейность.

8. Возможные нелинейно-оптические процессы в средах с квадратичной и кубичной нелинейностью. Генерация оптических гармоник, синхронная и квазисинхронная генерация гармоник, параметрическая генерация света, оптическое детектирование.

9. Эффекты самофокусировки и самодефокусировки, пространственные оптические солитоны в фотонных структурах.

10. Лазеры с удвоением частоты.

11. Эффекты вынужденного рамановского рассеяния и вынужденного рассеяния Мандельштама – Бриллюэна.

12. Основные схемы интегрально-оптических модуляторов и переключателей.

13. Волноводные фотонные и плазмон-поляритонные сенсоры, волноводные нелинейно-оптические компоненты и приборы.

14.1.3. Темы лабораторных работ

Формирование фотонных волноводных элементов в фоторефрактивном кристалле $LiNbO_3$ лазерным излучением

Согласована на портале № 30023

Исследование характеристик фотонных волноводных элементов, оптически индуцированных в фоторефрактивном кристалле LINBO3

Исследование дифракции светового пучка в среде с периодической модуляцией показателя преломления

Исследование периодических фазовых оптических элементов формируемых некогерентным источником света в кристалле LiNbO3 легированном фотрефрактивными примесями

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;
- 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;

Согласована на портале № 30023

– 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 № 30023