МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента науки и инноваций
_____ В. М. Рулевский
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Оптические датчики

Уровень образования: **высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации**
Направление подготовки / специальность: **12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **2**
Семестр: **3, 4**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	36	часов
2	Практические занятия	18	18	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	36	36	72	часов
4	Самостоятельная работа	72	36	108	часов
5	Всего (без экзамена)	108	72	180	часов
6	Общая трудоемкость	108	72	180	часов
		3.0	2.0	5.0	З.Е.

Зачет: 3 семестр
Дифференцированный зачет: 4 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 31.05.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 41918

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 66 от «20» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии, утвержденного 30.07.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:
профессор каф. ЭП _____ Н. И. Буримов

Заведующий обеспечивающей каф.
ЭП _____ С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.
ЭП _____ С. М. Шандаров

Эксперты:

Заведующий аспирантурой _____ Т. Ю. Коротина

Профессор кафедры электронных
приборов (ЭП) _____ Л. Н. Орликов

Согласована на портале № 41918

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Углубленное освоение физических основ функционирования, методов и принципов построения волоконно-оптических датчиков и их применение для создания приборов и систем, использующих электромагнитное излучение оптического диапазона для анализа параметров физических полей;

1.2. Задачи дисциплины

– углубление необходимых в профессиональной деятельности знаний по подходам и математическим моделям, используемым для описания физических явлений, определяющих принципы работы оптических датчиков на основе волоконно-оптических элементов;

– получение и углубление знаний по инженерным аспектам построения датчиков на основе волоконно-оптических элементов и их применения для создания приборов и систем использующих электромагнитное излучение оптического диапазона для анализа параметров физических полей

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Оптические датчики» (Б1.В.ДВ.1.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии, Оптические датчики.

Последующими дисциплинами являются: Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (рассред.), Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), Оптические датчики.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-4 Способность к исследованию и разработке новых методов, приборов и систем, использующих электромагнитное излучение оптического диапазона для анализа параметров физических полей;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** методы и подходы к описанию оптических явлений, принципы построения и функционирования волоконно-оптических элементов и их применение для создания оптических датчиков параметров физических полей

– **уметь** определять и обосновывать выбор схем построения оптических датчиков различного назначения, а также методов и принципов построения приборов и систем на основе волоконно-оптических элементов в используемом спектральном диапазоне

– **владеть** методами математического моделирования оптических явлений, инженерного проектирования волоконно-оптических элементов и оптических датчиков физических полей на их основе с использованием стандартных и специализированных методик и программных средств; методиками измерений основных параметров волоконно-оптических элементов, а также основных характеристик оптических датчиков

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	4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	36	36
Лекции	36	18	18
Практические занятия	36	18	18

Согласована на портале № 41918

Самостоятельная работа (всего)	108	72	36
Проработка лекционного материала	18	12	6
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	52	40	12
Всего (без экзамена)	180	108	72
Общая трудоемкость, ч	180	108	72
Зачетные Единицы	5.0	3.0	2.0

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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр					
1 Введение. Классификация волоконно - оптических приборов и систем	4	0	4	8	ПК-4
2 Оптические компоненты волоконно-оптических датчиков	6	10	24	40	ПК-4
3 Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи	8	8	44	60	ПК-4
Итого за семестр	18	18	72	88	
4 семестр					
4 Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом	8	8	8	24	ПК-4
5 Волоконно - оптические гироскопы	6	10	8	24	ПК-4
6 Волоконные лазеры	4	0	20	24	ПК-4
Итого за семестр	18	18	36	54	
Итого	36	36	70	142	

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 Введение. Классификация волоконно - оптических приборов и систем	Цель и содержание курса, его связь с другими дисциплинами, основная и дополнительная литература. Классификация волоконно-оптических систем. Классификация волоконно-оптических датчиков	4	ПК-4

Согласована на портале № 41918

	по функциональному назначению волоконно-оптического тракта и методам модуляции оптического излучения. Краткая история вопроса.		
	Итого	4	
2 Оптические компоненты волоконно-оптических датчиков	Волоконные световоды (ВС): ВС с двойным лучепреломлением; некварцевые ВС, особенности физических свойств и характеристик ВС для волоконно-оптических датчиков.Делители световых пучков, сумматоры, направленные ответвители, поляризаторы, оптические вентили, фазовые пластинки. Интегрально-оптические интерферометры, модуляторы интенсивности света и фазовые модуляторы, элементы для сдвига частоты света	6	ПК-4
	Итого	6	
3 Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи	Датчики амплитудного типа для измерения температуры, механических величин, концентрации химических веществ. Датчики поляризационного типа для измерения магнитного поля, напряженности электрического поля, давления и ускорения. Датчики на основе сдвига частоты света для измерения скорости твердых тел, скорости сыпучих или жидких веществ. Схемы построения, основные характеристики, функции преобразования, области применения датчиков с волокном - линией передачи.	8	ПК-4
	Итого	8	
Итого за семестр		18	
4 семестр			
4 Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом	Датчики с использованием модуляции потерь для измерения микроперемещений, датчики на основе эффектов люминесценции. Волоконно-оптические брэгговские решетки и датчики на их основе. Датчики на основе интерференции света. Интерферометрические схемы Маха - Цендера, Майкельсона, Фабри – Перо. Схемы построения, основные характеристики, функции преобразования и области применения датчиков с волокном в качестве чувствительного элемента.	8	ПК-4
	Итого	8	
5 Волоконно - оптические гироскопы	Эффект Саньяка, основные схемы лазерных и волоконно – оптических гироскопов, основные характеристики и методы их улучшения, методы повышения чувствительности и снижения шумов. Примеры реализации волоконно-оптических гироскопов, основные особенности и характеристики реальных приборов.	6	ПК-4
	Итого	6	
6 Волоконные лазеры	История развития волоконно-оптических лазеров. Особенности конструкции и основные характери-	4	ПК-4

Согласована на портале № 41918

	стики современных волоконных лазеров средней и большой мощности. Принцип работы, особенности конструкции, основные характеристики волоконных рамановских лазеров.		
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		36	

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 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии	+	+	+		+	
2 Оптические датчики	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	+	+	+	+	+	+
2 Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (рассред.)	+	+	+	+	+	+
3 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)	+	+	+	+	+	
4 Оптические датчики	+	+	+	+	+	+

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.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	+	Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Отчет по практическому занятию, Дифференцированный зачет

Согласована на портале № 41918

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

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			
2 Оптические компоненты волоконно-оптических датчиков	Методики расчета характеристик дискретных оптических элементов волоконно-оптических устройств: поляризаторов, фазовых пластинок, оптических изоляторов	10	ПК-4
	Итого	10	
3 Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи	Расчет основных параметров волоконных световодов, параметров чувствительных элементов поляризационно-вращательного типа, характеристик датчиков.	8	ПК-4
	Итого	8	
Итого за семестр		18	
4 семестр			
4 Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом	Расчет характеристик волоконных брэгговских и длиннопериодных решеток, встроенных интерферометров Фабри-Перо.	8	ПК-4
	Итого	8	
5 Волоконно - оптические гироскопы	Примеры реализации волоконно-оптических гироскопов, основные особенности и характеристики реальных приборов.	10	ПК-4
	Итого	10	
Итого за семестр		18	
Итого		36	

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				

Согласована на портале № 41918

1 Введение. Классификация волоконно - оптических приборов и систем	Проработка лекционного материала	4	ПК-4	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	4		
2 Оптические компоненты волоконно-оптических датчиков	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	20	ПК-4	Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	24		
3 Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	20	ПК-4	Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Подготовка и сдача зачета	20		
	Итого	44		
Итого за семестр		52		
4 семестр				
4 Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
5 Волоконно - оптические гироскопы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-4	Выступление (доклад) на занятии, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
6 Волоконные лазеры	Проработка лекционного материала	2	ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Подготовка и сдача зачета	18		
	Итого	20		
Итого за семестр		18		
Итого		108		

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. Волоконно-оптические устройства технологического назначения [Электронный ресурс]:

Согласована на портале № 41918

Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2012. 198 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/741 (дата обращения: 04.08.2018).

2. Пихтин А.Н. Квантовая и оптическая электроника [Текст] : учебник для вузов / А. Н. Пихтин. - М. : Абрис, 2012. - 656 с : (наличие в библиотеке ТУСУР - 41 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Информационная оптика / Под ред. Н.Н. Евтихеева. Учебное пособие – М., Издательство МЭИ, 2000. – 516 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)

2. Б.А.Красюк, Г.И.Корнеев. Оптические системы связи и световодные датчики (вопросы технологии). - М.: Радио и связь, 1985. - 192 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

3. В.И.Бусурин, Ю.Р.Носов. Волоконно - оптические датчики: физические основы, вопросы расчета и применения. - М.: Энергоатомиздат, 1990 г. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

4. Основы физической и квантовой оптики [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2012. 197 с.(используется для практических занятй) - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750 (дата обращения: 04.08.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Информационные и электронные ресурсы в организации научных исследований [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе / Е. М. Покровская - 2018. 13 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7289 (дата обращения: 04.08.2018).

2. Радиофотоника [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2018. 34 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8438 (дата обращения: 04.08.2018).

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. Бесплатный доступ к электронным версиям журналов РАН на платформе elibrary.ru и libnauka.ru (электронная библиотека изд-ва «Наука»). Всего журналов в референтной группе 149.

2. Научно-образовательный портал: https://edu.tusur.ru/

3. Дополнительно к профессиональным базам данных рекомендуется использовать информационные, справочные и нормативные базы данных 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

Согласована на портале № 41918

демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лекционная аудитория с интерактивным проектором и маркерной доской

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 237 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер;
- Проектор;
- Экран для проектора;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

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

УНЛ оптического материаловедения, нелинейной оптики и нанофотоники / Лаборатория ГПО

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 008 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Столы оптические (3 шт.);
- Лазеры твердотельные LCS-DTL-317 и LCS-DTL-316, лазерный комплекс с длинами волн (510,6; 578,2; 630-700 нм, 0.05-8 Вт, лазеры He-Ne (633 нм, 1 - 20 мВт);
- Спектрофотометры СФ-2000 и Genesis 2;
- Комплекты оптических и опто-механических компонентов, автоматизированные комплексы обработки данных, ПК класса Pentium IV со специализированным ПО для каждого рабочего места;
- Весы электронные лабораторные ЕТ-200П;
- Вольтметр GDM-78261;
- Генератор сигналов АНР-3121;
- Источник питания линейный многоканальный АТН-2335;
- Нановольтметр селективный Unipan-232B;
- Установка УМОГ-3;
- Цифровой вольтметр В7-78/1;
- Вольтметр универсальный В7-40;
- Компьютер (5 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows

Согласована на портале № 41918

– OpenOffice

13.1.3. 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:

14.1.1. Тестовые задания

1. В волоконном световоде показатель преломления сердцевины:

а) должен быть равен показателю преломления внутренней оболочки;

б) должен быть меньше показателя преломления внутренней оболочки;

в) должен быть больше показателя преломления внутренней оболочки;

г) должен быть меньше показателя преломления внешней оболочки

2. В градиентном волоконном световоде показатель преломления:

Согласована на портале № 41918

а) не изменяется в пределах сердцевины, резко уменьшаясь на границе с внутренней оболочкой;

б) плавно уменьшается от центра сердцевины к краям;

г) плавно увеличивается от центра сердцевины к краям;

д) плавно изменяется вдоль оси световода.

3. Основная мода волоконного световода HE11:

а) характеризуется нулевым значением напряженности электрического поля в центре сердцевины;

б) максимальным значением напряженности электрического поля в центре сердцевины;

в) постоянным значением напряженности электрического поля в сердцевине;

г) постоянным значением напряженности магнитного поля в сердцевине.

4. Волноводная дисперсия в волоконных световодах заключается:

а) в зависимости магнитной проницаемости сердцевины от длины волны излучения;

б) в зависимости показателя преломления сердцевины от длины волны излучения;

в) в зависимости показателя преломления внутренней оболочки от длины волны излучения;

г) в зависимости постоянной распространения моды от длины волны излучения.

5. В активирующих примесях волоконных световодов для получения лазерной генерации используются:

а) электронные переходы между уровнями незаполненной внутренней f-оболочки ионов редкоземельных элементов;

б) колебательно-вращательные переходы;

в) только безызлучательные переходы;

г) только спонтанные переходы

6. Для создания состояния инверсии населенностей в активной области волоконного лазера используются:

а) столкновения 1-го рода;

б) накачка электронным пучком;

в) оптическая накачка;

г) электронно-дырочная рекомбинация в пределах узкозонной области гетероструктуры

7. Брэгговские зеркала в волоконных световодах реализуются:

а) за счет отражения от атомных плоскостей кристаллов;

б) за счет сколов торцов волокон, ортогональных их оси;

в) за счет периодических возмущений магнитной проницаемости волокна;

г) за счет фотоиндуцированных решеток показателя преломления в волоконном световоде.

8. В схемах накачки активных световодов используется:

а) точечное облучение сфокусированным излучением через цилиндрическую боковую поверхность;

б) сканирование пучка накачки по боковой поверхности световода;

в) принцип распределения вводимого излучения накачки по длине активного световода с использованием набора V-образных канавок или двойного волоконного световода с общим полимерным покрытием;

г) генерация излучения накачки в световоде за счет катодолюминесценции.

9. Пространственный период брэгговской решетки, обеспечивающей селективное отражение:

а) пропорционален произведению длины волны генерируемого излучения и эффективного показателя преломления используемой волноводной моды;

б) прямо пропорционален половине длины волны генерируемого излучения и обратно пропорционален эффективному показателю преломления используемой волноводной моды;

в) прямо пропорционален половине длины волны излучения накачки и обратно пропорционален эффективному показателю преломления используемой волноводной моды;

г) обратно пропорционален произведению длины волны генерируемого излучения и эффективного показателя преломления используемой волноводной моды.

10. Использование брэгговских зеркал в волоконных лазерах обеспечивает:

а) многомодовую генерацию в широкой области спектра;

Согласована на портале № 41918

б) эффективное использование излучения накачки;

в) одномодовую генерацию излучения с высокой степенью монохроматичности и большой длиной когерентности;

г) импульсный режим генерации.

11. Достоинством технологических волоконных лазеров является:

а) доставка излучения с использованием коллимирующих устройств;

б) доставки излучения с помощью волоконного кабеля необходимой длины (50 м и более);

в) доставка излучения с использованием фокусирующих устройств;

г) доставка излучения через атмосферный канал.

12. В волоконных световодах восприимчивостью третьего порядка определяется:

а) параметрическое четырехволновое смешение;

б) линейное распространение света в волокне;

в) генерация второй гармоники;

г) эффект оптического выпрямления.

13. Для обеспечения минимальной интенсивности света на выходе интерферометрического волноводного модулятора Маха-Цендера на его плечи нужно подать напряжение:

а) равное полуволновому напряжению;

б) равное удвоенному значению полуволнового напряжения;

в) равное значению, превышающему полуволновое напряжение в 1,41 раза;

г) равное половине полуволнового напряжения.

14. В p-i-n-фотодиоде i-слой собственного полупроводника:

а) обеспечивает увеличение емкости фотоприемного устройства и уменьшение поглощения регистрируемого светового излучения;

б) обеспечивает увеличение емкости фотоприемного устройства и увеличение поглощения регистрируемого светового излучения;

в) обеспечивает уменьшение емкости фотоприемного устройства и увеличение поглощения регистрируемого светового излучения;

г) обеспечивает уменьшение предельного обратного напряжения смещения при фотодиодном режиме.

15. В фотоприемных устройствах граничная частота демодуляции:

а) прямо пропорциональна собственной постоянной времени фотодиода;

б) обратно пропорциональна собственной постоянной времени фотодиода;

в) обратно пропорциональна квадрату собственной постоянной времени фотодиода;

г) прямо пропорциональна корню квадратному из собственной постоянной времени фотодиода

16. Для лазерных интерферометрических систем целесообразно использование волоконных лазерных систем с брэгговскими зеркалами:

а) вследствие высокой степени монохроматичности и большой длины когерентности излучения;

б) вследствие широкой полосы частот генерируемого излучения;

в) вследствие малого времени когерентности генерируемого излучения;

г) вследствие большой длины лазерного резонатора.

17. Для систем лазерной спектроскопии целесообразно использование волоконных лазерных систем с брэгговскими зеркалами:

а) вследствие широкой полосы частот генерируемого излучения;

б) вследствие высокой степени монохроматичности генерируемого излучения;

в) вследствие малого времени когерентности генерируемого излучения;

г) вследствие большой длины лазерного резонатора.

18. При полном внутреннем отражении:

а) отраженная волна в оптически более плотной среде отсутствует;

б) отраженная волна в оптически менее плотной среде отсутствует;

в) преломленная волна в оптически более плотной среде отсутствует;

г) преломленная волна в оптически менее плотной среде отсутствует.

19. Частотная дисперсия света это:

Согласована на портале № 41918

а) зависимость фазовой скорости световых волн в световодах от их поляризации;

б) вращение плоскости поляризации световой волны;

в) перераспределение интенсивности света в результате наложения (суперпозиции) нескольких световых волн;

г) совокупность явлений, обусловленных зависимостью абсолютного показателя преломления вещества от длины волны света.

20. В планарном волноводе показатель преломления волноводного слоя:

а) не должен превышать показатели преломления как для подложки, так и для покровной среды;

б) должен быть равным показателю преломления покровной среды и превышать показатель преломления подложки;

в) должен быть равным показателю преломления подложки и превышать показатель преломления покровной среды;

г) должен превышать показатели преломления подложки и покровной среды

14.1.2. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Методики расчета характеристик дискретных оптических элементов волоконно-оптических устройств: поляризаторов, фазовых пластинок, оптических изоляторов

Расчет основных параметров волоконных световодов, параметров чувствительных элементов поляризационно-вращательного типа, характеристик датчиков.

Расчет характеристик волоконных брэгговских и длиннопериодных решеток, встроенных интерферометров Фабри-Перо.

14.1.3. Темы докладов

Активные оптические компоненты волоконно-оптических датчиков.

Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи и их применение в измерительных системах

Принципы построения волоконно-оптических гироскопов

Волоконные лазеры и их применение в измерительных системах

Характеристики волоконно-оптических датчикков с волокном - чувствительным элементом

20.

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Цель и содержание курса, его связь с другими дисциплинами, основная и дополнительная литература. Классификация волоконно-оптических систем. Классификация волоконно-оптических датчиков по функциональному назначению волоконно-оптического тракта и методам модуляции оптического излучения. Краткая история вопроса.

Датчики с использованием модуляции потерь для измерения микроперемещений, датчики на основе эффектов люминесценции. Волоконно-оптические брэгговские решетки и датчики на их основе. Датчики на основе интерференции света. Интерферометрические схемы Маха - Цендера, Майкельсона, Фабри – Перо. Схемы построения, основные характеристики, функции преобразования и области применения датчиков с волокном в качестве чувствительного элемента.

14.1.5. Вопросы дифференцированного зачета

1. Типы волоконно - оптических интерферометров.

2. Базовая схема гомодинного интерферометра Маха - Цендера.

3. Выражение для интенсивности света на выходе интерферометра Маха - Цендера.

4. Как выбирают рабочую точку в интерферометре Маха - Цендера?

5. Схема и принцип работы интерферометра Фабри - Перо. Пример ВОД на основе интерферометра Фабри - Перо.

6. Суть эффекта Саньяка. Классическая схема волоконно - оптического гироскопа.

7. Схема волоконно - оптического гироскопа с кольцевым резонатором пассивного типа.

8. Волоконно-оптические брэгговские решетки и длинно-периодные волоконные решетки – что это такое и в чем их различия?

9. Соотношение между периодом волоконно-оптической брэгговской решетки и длиной волны света, на которой решетка является брэгговской.

10. Принцип работы чувствительного элемента датчика упругих деформаций на основе во-

Согласована на портале № 41918

локонно-оптической брэгговской решетки.

11. Методы формирования ВОБР. Пример схемы формирования ВОБР.

12. Пример схемы обработки сигнала датчика на основе ВОБР.

13. Схема волоконно-оптического лазера. Основные компоненты. Пути достижения высокой выходной мощности в таких лазерах.

14. Суть эффекта комбинационного рассеяния света. Принцип работы волоконно – оптического лазера, использующего эффект комбинационного рассеяния.

14.1.6. Зачёт

1. Структурная схема преобразования физической величины в волоконно – оптических датчиках.

2. Основные параметры ВОД.

3. Механизмы птерь света в волоконных световодах.

4. Неволоконные компоненты волоконно – оптических устройств: фазовые пластинки.

5. Оптические изоляторы: пример реализации.

6. Пример электрооптического модулятора интенсивности света.

7. Принцип работы волоконно – оптического лазера, использующего эффект комбинационного рассеяния.

8. Структурная схема распределенной ВО измерительной системы, принцип ее работы

9. Принцип построения датчика температуры с измерением теплового излучения в ВОД с волокном - линией передачи.

10. Схема оптического зонда для измерения смещений и колебаний.

11. Принцип действия и схема ВОД поляризационно - вращательного типа.

12. Схема датчика магнитного поля на основе эффекта Фарадея (волокно - линия передачи).

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;

Согласована на портале № 41918

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

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

Согласована на портале № 41918