

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Оптические датчики**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**

Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	48	48	часов
5	Из них в интерактивной форме	28	28	часов
6	Самостоятельная работа	96	96	часов
7	Всего (без экзамена)	144	144	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Зачет: 3 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

доцент каф. ЭП

\_\_\_\_\_ Н. И. Буримов

Заведующий обеспечивающей каф.

ЭП

\_\_\_\_\_ С. М. Шандаров

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

Декан ФЭТ

\_\_\_\_\_ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.

ЭП

\_\_\_\_\_ С. М. Шандаров

Эксперт:

Профессор ТУСУР, каф.ЭП

\_\_\_\_\_ Л. Н. Орликов

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является приобретение знаний по последним научным и техническим достижениям в области разработки перспективных устройств управления оптическим излучением, методов анализа указанных устройств на основе изучения студентами базовых физических принципов функционирования основных элементов лазерных и оптических технологий.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Задачей дисциплины «Оптические датчики» является ознакомление студентов с современными и перспективными методами анализа оптического излучения, изучение особенностей разработки перспективных оптических устройств и формирование у студентов умения применять эти полученные знания на практике для создания различных устройств обработки, хранения и передачи информации, лазерных и оптических технологий.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Оптические датчики» (Б1.В.ДВ.3.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники, Динамическая голография, Интегральная оптоэлектроника, Материалы нелинейной оптики и динамической голографии, Полупроводниковая оптоэлектроника, Проектирование и технология электронной компонентной базы, Фоторефрактивная и нелинейная оптика.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-2 способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию;

– ПК-10 способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные принципы и методы исследования, разработки и производства оптических датчиков для систем квантовой и оптической электроники; фундаментальные основы оптики, свойства и характеристики световых полей, основные законы и модели распространения света, взаимодействие света с веществом и формирования оптических изображений

– **уметь** обоснованно планировать направление своей деятельности в области квантовой и оптической электроники на основе анализа научно-технической литературы; анализировать информацию о новых типах оптических устройств

– **владеть** методами оценки технико-экономической эффективности исследований, проектов, технологических процессов и эксплуатации новых типов оптических датчиков в системах квантовой и оптической электроники; навыками анализа научно-технической литературы, проведения поисковых исследований и подготовки отчетов, презентаций, научных публикаций по результатам проведенного анализа и выполненных исследований.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	48	48
Лекции	18	18

Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	12	12
Из них в интерактивной форме	28	28
Самостоятельная работа (всего)	96	96
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	46	46
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	34	34
Всего (без экзамена)	144	144
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Общая характеристика методов управления оптическим излучением.	2	0	0	8	10	ПК-10, ПК-2
2 Классификация устройств и приборов, реализующих методы управления оптическим излучением	3	6	0	20	29	ПК-10, ПК-2
3 Электрооптические методы управления оптическим излучением	4	6	8	31	49	ПК-10, ПК-2
4 Акустооптические методы управления оптическим излучением	4	6	4	27	41	ПК-10, ПК-2
5 Пьезоэлектрические и магнитоэлектрические методы управления оптическим излучением	5	0	0	10	15	ПК-10, ПК-2
Итого за семестр	18	18	12	96	144	
Итого	18	18	12	96	144	

## 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 Общая характеристика методов управления оптическим излучением.	Цель и содержание курса, его связь с другими дисциплинами, основная и дополнительная литература. Краткая история вопроса.	2	ПК-10, ПК-2
	Итого	2	
2 Классификация устройств и приборов, реализующих методы управления оптическим излучением	Классификация волоконно-оптических систем. Классификация волоконно-оптических датчиков по функциональному назначению волоконно-оптического тракта и методам модуляции оптического излучения.	3	ПК-10
	Итого	3	
3 Электрооптические методы управления оптическим излучением	Волоконные световоды (ВС): ВС с двойным лучепреломлением; неквадратные 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.	4	ПК-10, ПК-2
	Итого	4	
4 Акустооптические методы управления оптическим излучением	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.	4	ПК-10, ПК-2
	Итого	4	

5 Пьезоэлектрические и магнитоэлектрические методы управления оптическим излучением	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.	5	ПК-10, ПК-2
	Итого	5	
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
Предшествующие дисциплины					
1 Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	+	+			
2 Динамическая голография			+		
3 Интегральная оптоэлектроника				+	
4 Материалы нелинейной оптики и динамической голографии	+				
5 Полупроводниковая оптоэлектроника			+		+
6 Проектирование и технология электронной компонентной базы	+		+		
7 Фоторефрактивная и нелинейная оптика		+	+	+	
Последующие дисциплины					
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты		+	+	+	+

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

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

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

	Виды занятий	Формы контроля
--	--------------	----------------

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ПК-2	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Выступление (доклад) на занятии
ПК-10	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Выступление (доклад) на занятии

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

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

Методы	Интерактивные лекции	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные практические занятия	Всего
3 семестр				
Работа в команде	12	8	8	28
Итого за семестр:	12	8	8	28
Итого	12	8	8	28

### 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			
3 Электрооптические методы управления оптическим излучением	Полупроводниковые детекторы оптического излучения	4	ПК-10, ПК-2
	Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения	4	
	Итого	8	
4 Акустооптические методы управления оптическим излучением	Исследование оптического датчика линейного перемещения объекта, построенного по схеме оптического зонда	4	ПК-10, ПК-2

	Итого	4	
Итого за семестр		12	

### 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 Классификация устройств и приборов, реализующих методы управления оптическим излучением	Методики расчета характеристик дискретных оптических элементов волоконно-оптических устройств: поляризаторов, фазовых пластинок, оптических изоляторов	6	ПК-10, ПК-2
	Итого	6	
3 Электрооптические методы управления оптическим излучением	Расчет основных параметров волоконных световодов, параметров чувствительных элементов поляризационно-вращательного типа, характеристик датчиков. Семинар.	6	ПК-10, ПК-2
	Итого	6	
4 Акустооптические методы управления оптическим излучением	Расчет характеристик волоконных брэгговских и длиннопериодных решеток, встроенных интерферометров Фабри-Перо. Семинар.	6	ПК-10, ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		18	

### 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 Общая характеристика методов управления оптическим излучением.	Проработка лекционного материала	8	ПК-10	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях
	Итого	8		
2 Классификация устройств и приборов, реализующих методы управления оптическим	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-10, ПК-2	Выступление (доклад) на занятии, Зачет, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного	10		



излучением	материала			
	Итого	20		
3 Электрооптические методы управления оптическим излучением	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	13	ПК-10, ПК-2	Выступление (доклад) на занятии, Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	10		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	31		
4 Акустооптические методы управления оптическим излучением	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	11	ПК-10, ПК-2	Выступление (доклад) на занятии, Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	27		
5 Пьезоэлектрические и магнитоэлектрические методы управления оптическим излучением	Проработка лекционного материала	10	ПК-10, ПК-2	Опрос на занятиях
	Итого	10		
Итого за семестр		96		
Итого		96		

### 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 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
3 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	10	10	15	35
Зачет			12	12
Опрос на занятиях	8	8	8	24
Отчет по лабораторной работе	10	9	10	29
Итого максимум за период	28	27	45	100
Нарастающим итогом	28	55	100	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)
65 - 69	E (посредственно)	
3 (удовлетворительно) (зачтено)		60 - 64
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. 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.)
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.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2011.- 528 с. [Электронный ресурс]. - <http://e.lanbook.com/view/book/690>

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Интегральная и волноводная фотоника: Методические указания к самостоятельной работе / Башкиров А. И. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2974>, дата обращения: 02.06.2017.
2. Исследование оптического датчика линейного перемещения объекта, построенного по схеме оптического зонда: Методические указания к лабораторной работе / Шандаров В. М., Карпушин П. А. - 2011. 6 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/61>, дата обращения: 02.06.2017.
3. Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе по курсам "Нелинейная оптика" и "Когерентная оптика и голография" для студентов направлений 200700 "Фотоника и оптоинформатика" и 210100 "Электроника и наноэлектроника" / Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2014. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4103>, дата обращения: 02.06.2017.
4. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания к самостоятельной работе /

Башкиров А. И., Буримов Н. И., Литвинов Р. В., Саликаев Ю. Р. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2972>, дата обращения: 02.06.2017.

5. Приборы квантовой электроники и фотоники: Методические указания к практическим занятиям / Мягков А. С. - 2012. 55 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2283>, дата обращения: 02.06.2017.

6. Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства: Методические указания к практическим занятиям / Мягков А. С. - 2012. 53 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2495>, дата обращения: 02.06.2017.

### **12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

#### **Для лиц с нарушениями зрения:**

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

#### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### **Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

1. Scopus, Web of Science

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий**

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

#### **13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий**

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 110. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

#### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатории каф. ЭП, в том числе, специализированная лаборатория «СВЧ-микроэлектроники» (ауд. 101), а также лаборатории других кафедр. Вычислительная лаборатория (ауд.511, корп РТФ), кафедры ЭП оборудована персональными компьютерами, объединенными в локальную вычислительную сеть каф. ЭП с выходом в Internet.

#### **13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 5 этаж, ауд. 511. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 8 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

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

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

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

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

## **14. Фонд оценочных средств**

### **14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации**

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

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

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

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Оптические датчики**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчик:

– доцент каф. ЭП Н. И. Буримов

Зачет: 3 семестр

Томск 2017

## 1. Введение

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

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

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

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-10	способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	<p>Должен знать основные принципы и методы исследования, разработки и производства оптических датчиков для систем квантовой и оптической электроники; фундаментальные основы оптики, свойства и характеристики световых полей, основные законы и модели распространения света, взаимодействие света с веществом и формирования оптических изображений;</p> <p>Должен уметь обоснованно планировать направление своей деятельности в области квантовой и оптической электроники на основе анализа научно-технической литературы; анализировать информацию о новых типах оптических устройств;</p> <p>Должен владеть методами оценки технико-экономической эффективности исследований, проектов, технологических процессов и эксплуатации новых типов оптических датчиков в системах квантовой и оптической электроники; навыками анализа научно-технической литературы, проведения поисковых исследований и подготовки отчетов, презентаций, научных публикаций по результатам проведенного анализа и выполненных исследований.;</p>
ПК-2	способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	

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

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

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособ-

	мой области	определенных проблем в области исследования	ливают свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-10

ПК-10: способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.

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

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Устройство, принципы работы и характеристики волоконно-оптических датчиков различных физических воздействий и принципы работы волоконно-оптических лазеров.	Проводить моделирование и проектирование волоконно-оптических компонентов и устройств, а также иметь представление о методах оптимизации таких устройств; пользоваться справочными данными по волоконно-оптическим компонентам и приборам при проектировании инфокоммуникационных систем и сетей связи.	Навыками чтения и изображения схем волоконно-оптических систем и сетей на основе современной элементной базы волоконной оптики; навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования волоконно-оптических элементов и устройств.
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>



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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Знает устройство, принципы работы и характеристики волоконно-оптических датчиков различных физических воздействий и принципы работы волоконно-оптических лазеров.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проводит компьютерное моделирование и проектирование волоконно-оптических компонентов и устройств; имеет представление о методах компьютерной оптимизации таких устройств; пользуется справочными данными по волоконно-оптическим компонентам и приборам при проектировании инфокоммуникационных систем и сетей связи.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Свободно владеет навыками чтения и изображения схем волоконно-оптических систем и сетей на основе современной элементной базы волоконной оптики; навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования волоконно-оптических элементов и устройств. ;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Понимает суть принципов работы волоконно-оптических датчиков различных физических воздействий и принципов работы волоконно-оптических лазеров.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Умеет самостоятельно выбирать методы решения задач в области проектирования и исследования волоконно-оптических приборов.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Владеет навыками работы с литературными источниками, связанными с проектированием и исследованием волоконно-оптических приборов.;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Дает определения основных понятий в области приложений волоконной оптики.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Умеет работать со справочной литературой; умеет представлять результаты своей работы. ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Может корректно представить информацию, связанную с приложениями волоконной оптики.;</li> </ul>

## 2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию.

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

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	<p>Основные законы и эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования для решения задач волновой оптики и опти-</p>	<p>Применять известные методы и алгоритмы исследования волоконно-оптических элементов и устройств; рассчитывать параметры и характеристики волоконно-оптических компонентов и</p>	<p>Навыками практической работы с волоконно-оптическими элементами, а также с контрольно-измерительной аппаратурой.</p>

	ки направляющих ди- электрических структур; взаимодействия света со средой и нелинейной опти- ки;	устройств	
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная ра- бота;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Лабораторные рабо- ты;</li> <li>• Практические заня- тия;</li> <li>• Интерактивные лек- ции;</li> <li>• Интерактивные лабо- раторные занятия;</li> <li>• Интерактивные прак- тические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная ра- бота;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Лабораторные рабо- ты;</li> <li>• Практические заня- тия;</li> <li>• Интерактивные лек- ции;</li> <li>• Интерактивные лабо- раторные занятия;</li> <li>• Интерактивные прак- тические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная ра- бота;</li> <li>• Лабораторные рабо- ты;</li> <li>• Интерактивные лабо- раторные занятия;</li> <li>• Интерактивные прак- тические занятия;</li> </ul>
Используемые средства оценива- ния	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лаборатор- ной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лаборатор- ной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лаборатор- ной работе;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в та-  
блице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает устройство, принципы работы и ха- рактеристики воло- конно-оптических дат- чиков различных физи- ческих воздействий и принципы работы воло- конно-оптических лазе- ров.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролирует работу, проводит оценку, совер- шенствует действия ра- боты.;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Понимает суть прин- ципов работы воло- конно-оптических дат- чиков различных физи- ческих воздействий ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследова- ния.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Берет ответствен- ность за завершение за- дач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятель- ствам в решении проблем.;</li> </ul>
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает базовыми общими знаниями.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения про- стых задач.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работает при прямом наблюдении.;</li> </ul>

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные

задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

### **3.1 Зачёт**

– В волоконно-оптическом интерферометре Маха-Цендера соотношение интенсивностей света в опорном и сигнальном каналах составляет 1:2. На какую величину изменяется при этом максимальная чувствительность интерферометра в сравнении со случаем одинаковых интенсивностей света в обоих каналах?

– Оптический датчик напряженности магнитного поля построен на основе эффекта Фарадея в свинцовом стекле с показателем преломления  $n=1,6$ . Источником излучения является светодиод, излучение которого подводится к чувствительному элементу и отводится от него с помощью многомодовых волоконных световодов с градиентными стержневыми линзами. В качестве поляризатора и анализатора используются пленочные поляроиды с начальными оптическими потерями 20%. Определите собственные оптические потери прибора, считая, что его рабочая точка находится в середине линейного участка, а торцевые поверхности градиентных линз просветлены (потери на отражение света от этих поверхностей можно пренебречь).

– На пленочный поляроид падает линейно поляризованный световой пучок мощностью 1 мВт, плоскость поляризации света отклонена от направления главной оси поляроида на  $30^\circ$ . Какова величина световой мощности, прошедшей через поляризатор, если поляризующий материал заключен между двумя стеклянными пластинками (для стекла  $n=1,51$ ), а френелевскими отражениями на границе между стеклом и этим материалом можно пренебречь?

### **3.2 Темы опросов на занятиях**

– Цель и содержание курса, его связь с другими дисциплинами, основная и дополнительная литература. Краткая история вопроса.

– Волоконные световоды (ВС): ВС с двойным лучепреломлением; не кварцевые 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.

– 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.

### **3.3 Темы докладов**

– Основные параметры ВОД.

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

– Датчик магнитного поля на основе эффекта Фарадея (волокно -оптическая линия передачи).

– Схемы волоконно - оптического гироскопа с кольцевым резонатором пассивного типа

– Схема и принцип работы интерферометра Фабри - Перо

### **3.4 Темы лабораторных работ**

– Полупроводниковые детекторы оптического излучения

– Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения

– Исследование оптического датчика линейного перемещения объекта, построенного по схеме оптического зонда

## **4 Методические материалы**

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

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навы-

ков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

#### **4.1. Основная литература**

1. 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.)
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.)

#### **4.2. Дополнительная литература**

1. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2011.- 528 с. [Электронный ресурс]. - <http://e.lanbook.com/view/book/690>

#### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Интегральная и волноводная фотоника: Методические указания к самостоятельной работе / Башкиров А. И. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2974>, свободный.
2. Исследование оптического датчика линейного перемещения объекта, построенного по схеме оптического зонда: Методические указания к лабораторной работе / Шандаров В. М., Карпушин П. А. - 2011. 6 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/61>, свободный.
3. Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе по курсам "Нелинейная оптика" и "Когерентная оптика и голография" для студентов направлений 200700 "Фотоника и оптоинформатика" и 210100 "Электроника и нанoeлектроника" / Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2014. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4103>, свободный.
4. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания к самостоятельной работе / Башкиров А. И., Буримов Н. И., Литвинов Р. В., Саликаев Ю. Р. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2972>, свободный.
5. Приборы квантовой электроники и фотоники: Методические указания к практическим занятиям / Мягков А. С. - 2012. 55 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2283>, свободный.
6. Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства: Методические указания к практическим занятиям / Мягков А. С. - 2012. 53 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2495>, свободный.

#### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. Scopus, Web of Science