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

Интегральная оптоэлектроника

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: **1**
Семестр: **1, 2**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	16	28	часов
2	Практические занятия	14	8	22	часов
3	Лабораторные занятия		8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	26	32	58	часов
5	Из них в интерактивной форме		16	16	часов
6	Самостоятельная работа	82	40	122	часов
7	Всего (без экзамена)	108	72	180	часов
8	Подготовка и сдача экзамена		36	36	часов
9	Общая трудоемкость	108	108	216	часов
		3.0	3.0	6.0	З.Е

Зачет: 1 семестр
Экзамен: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12016

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 51 от « 1 » 7 2016 г.

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 2014-10-30 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. ЭП _____ Башкиров А. И.

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ Шандаров С. М.

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

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф. ЭП _____ Шандаров С. М.

Эксперты:

профессор кафедра ЭП _____ Орликов Л. Н.

Согласована на портале № 12016

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

подготовка студентов к разработке, исследованию и эксплуатации приборов и устройств современной интегральной оптоэлектроники на основе изучения базовых физических принципов функционирования основных элементов интегральной оптоэлектроники

1.2. Задачи дисциплины

– изучение явлений, используемых для анализа, расчета, создания элементов и систем интегральной оптоэлектроники;

– изучение оптики планарных волноводов, физических эффектов и явлений в волноводных структурах, используемых для конструирования и расчета пассивных и активных интегрально-оптических элементов и устройств оптоэлектроники

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Интегральная оптоэлектроника» (Б1.В.ОД.3.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники, Полупроводниковая оптоэлектроника.

Последующими дисциплинами являются: Приборы управления оптическим излучением.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач;

– ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные принципы и методы исследования, разработки и производства устройств и систем квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники, а также оптических материалов и элементов; технологические процессы и основные виды оборудования для производства устройств и систем интегральной оптоэлектроники; фундаментальные основы волноводной 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, интегральной оптоэлектроники на основе анализа научно-технической литературы; анализировать информацию о новых приборах и устройствах интегральной оптоэлектроники.

– **владеть** методами оценки технико-экономической эффективности исследований, проектов, технологических процессов и эксплуатации новых приборов и систем квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники; 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 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		1 семестр	2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	58	26	32

Согласована на портале № 12016

Лекции	28	12	16
Практические занятия	22	14	8
Лабораторные занятия	8		8
Из них в интерактивной форме	16		16
Самостоятельная работа (всего)	122	82	40
Подготовка к контрольным работам	18	10	8
Оформление отчетов по лабораторным работам	8		8
Проработка лекционного материала	12	6	6
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	63	52	11
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	21	14	7
Всего (без экзамена)	180	108	72
Подготовка и сдача экзамена	36		36
Общая трудоемкость ч	216	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	6.0	3.0	3.0

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
1 семестр						
1 Физические основы оптоэлектроники	4	4	0	22	30	ПК-1
2 Полупроводниковые приборы когерентного излучения	4	6	0	34	44	ПК-1
3 Полупроводниковые фотоприемные приборы	4	4	0	26	34	ПК-1
Итого за семестр	12	14	0	82	108	
2 семестр						
4 Планарные волноводы	3	3	4	12	22	ПК-1, ПК-4
5 Полосковые оптические волноводы	2	0	4	5	11	ПК-1, ПК-4
6 Волоконно-оптические элементы. Волноводные оптические усилители и лазеры	4	3	0	14	21	ПК-1

Согласована на портале № 12016

7 Волоконно-оптические линии связи	3	2	0	7	12	ПК-1
8 Интегрально-оптические элементы связи. Пассивные интегрально – оптические элементы	2	0	0	1	3	ПК-1
9 Управление излучением в оптических волноводах	2	0	0	1	3	ПК-1
Итого за семестр	16	8	8	40	72	
Итого	28	22	8	122	180	

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
1 семестр			
1 Физические основы оптоэлектроники	Особенности оптической электроники. Энергетические характеристики оптического излучения. Когерентность. Поляризация электромагнитных волн. Механизм генерации излучения в полупроводниках. Излучатели на основе гетероструктур. Современное состояние оптоэлектронной элементной базы.	4	ПК-1
	Итого	4	
2 Полупроводниковые приборы когерентного излучения	Принцип работы инжекционных излучателей. Разновидности инжекционных лазеров. Устройство и принцип действия полупроводниковых лазеров с гетероструктурами. Особенности полупроводниковых лазеров.	4	ПК-1
	Итого	4	
3 Полупроводниковые фотоприемные приборы	Характеристики, параметры и модели фотоприемников. Фотодиоды с p–i–n - структурой. Фотодиоды Шоттки. Фотодиоды с гетероструктурой. Лавинные фотодиоды. Фототранзисторы. Фотодиодные СБИС на основе МОП - транзисторов.	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
2 семестр			
4 Планарные волноводы	Классификация оптических	3	ПК-1

Согласована на портале № 12016

	волноводов. Геометрическая оптика планарных волноводов. Эффект Гуса–Хенхена. Условие поперечного резонанса для планарного волновода. Электромагнитная теория планарных волноводов. Моды тонкопленочного волновода.		
	Итого	3	
5 Полосковые оптические волноводы	Технология изготовления полосковых волноводов. Расчет параметров полосковых волноводов. Области использования в интегральной оптоэлектронике. Потери на изгибе полосковых волноводов.	2	ПК-1
	Итого	2	
6 Волоконно-оптические элементы. Волноводные оптические усилители и лазеры	Оптическое волокно (стекловолокно). Уширение импульсных сигналов в стекловолокне. Виды потерь оптических сигналов в стекловолокнах. Общие характеристики оптических усилителей. Принцип работы эрбиевого усилителя. Оптическая схема эрбиевого волоконного усилителя. Теоретическое описание работы усилителя и его основные параметры. Волоконные лазеры	4	ПК-1
	Итого	4	
7 Волоконно-оптические линии связи	Топология оптической сети. Волоконно-оптические системы распределения. Пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Оптические передатчики. Приемники волоконно-оптических систем связи.	3	ПК-1
	Итого	3	
8 Интегрально-оптические элементы связи. Пассивные интегрально – оптические элементы	Торцевой ввод излучения в планарные и полосковые волноводы. Призменный ввод. Решеточный элемент связи. Элементы связи между оптическими волноводами (планарными и полосковыми). Планарные линзы: геодезические линзы, линзы с изменением эффективного показателя преломления. Торцевые отражатели.	2	ПК-1
	Итого	2	
9 Управление излучением в оптических волноводах	Акустооптические методы управления светом в оптических волноводах. Дифракция волноводных оптических волн (ВОВ) на поверхностных	2	ПК-1

Согласована на портале № 12016

	акустических волнах (ПАВ). Электрооптические (ЭО) методы управления излучением в волноводных структурах.		
	Итого	2	
Итого за семестр		16	
Итого		28	

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 представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники		+				+			
2 Полупроводниковая оптоэлектроника	+	+	+						
Последующие дисциплины									
1 Приборы управления оптическим излучением									+

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

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

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ПК-1	+	+		+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-4			+	+	Отчет по лабораторной работе

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

Согласована на портале № 12016

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

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
1 семестр				
Итого за семестр:	0	0	0	0
2 семестр				
Работа в команде		4		4
Мозговой штурм	4			4
Презентации с использованием слайдов с обсуждением			4	4
Выступление студента в роли обучающего			4	4
Итого за семестр:	4	4	8	16
Итого	4	4	8	16

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
2 семестр			
4 Планарные волноводы	Измерение эффективных показателей преломления планарного волновода	4	ПК-4
	Итого	4	
5 Полосковые оптические волноводы	Исследование дисперсионных характеристик полосковых волноводов	4	ПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

8. Практические занятия (семинары)

Тематика практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Тематика практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Темака практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Физические основы оптоэлектроники	Гармонические плоские волны. Поляризация плоских световых волн	4	ПК-1

Согласована на портале № 12016

	Итого	4	
2 Полупроводниковые приборы когерентного излучения	Основные параметры и характеристики полупроводниковых лазеров. Спектральные свойства. Расходимость лазерного излучения. Мощность излучения полупроводниковых лазеров	6	ПК-1
	Итого	6	
3 Полупроводниковые фотоприемные приборы	Физические явления в полупроводниковых фотоприемниках. Вольт-амперные и световые характеристики фотодиодов.	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		14	
2 семестр			
4 Планарные волноводы	Расчет параметров планарных волноводов. Профиль показателя преломления, нормированная частота, числовая апертура.	3	ПК-1
	Итого	3	
6 Волоконно-оптические элементы. Волноводные оптические усилители и лазеры	Расчет параметров оптического волокна. Числовая апертура, временная дисперсия, межмодовая дисперсия	3	ПК-1
	Итого	3	
7 Волоконно-оптические линии связи	Соединение оптических волокон	2	ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		8	
Итого		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
1 семестр				
1 Физические основы оптоэлектроники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12		

Согласована на портале № 12016

	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	22		
2 Полупроводниковые приборы когерентного излучения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-1	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	20		
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	34		
3 Полупроводниковые фотоприемные приборы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Опрос на занятиях
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	20		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	26		
Итого за семестр		82		
2 семестр				
4 Планарные волноводы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-1, ПК-4	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	12		
5 Полосковые оптические волноводы	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-4	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
6 Волоконно-оптические	Подготовка к	3	ПК-1	Контрольная работа,

Согласована на портале № 12016

элементы. Волноводные оптические усилители и лазеры	практическим занятиям, семинарам			Опрос на занятиях
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6		
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	14		
7 Волоконно-оптические линии связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-1	Опрос на занятиях
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
8 Интегрально-оптические элементы связи. Пассивные интегрально – оптические элементы	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Опрос на занятиях
	Итого	1		
9 Управление излучением в оптических волноводах	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Опрос на занятиях
	Итого	1		
Итого за семестр		40		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		158		

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Современное состояние оптоэлектронной элементной базы.
2. Устройство и принцип действия инжекционного монолазера.
3. Параметры и характеристики полупроводниковых лазеров.
4. Фоторезисторы.
5. Фототиристоры.
6. ПЗС - приемные фотоприборы.
7. Волоконные лазеры на основе вынужденного комбинационного рассеяния.
8. Ширина и равномерность полосы усиления оптических усилителей.
9. Цифровые волоконно-оптические системы связи.

Согласована на портале № 12016

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
1 семестр				
Контрольная работа	25	25		50
Опрос на занятиях	15	15	20	50
Итого максимум за период	40	40	20	100
Нарастающим итогом	40	80	100	100
2 семестр				
Контрольная работа	15	15		30
Опрос на занятиях	5	5	10	20
Отчет по лабораторной работе		10	10	20
Итого максимум за период	20	30	20	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	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)

Согласована на портале № 12016

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. 1. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 528 с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/684

2. Электрические и волоконно-оптические линии связи: Учебное пособие / Ефанов В. И. - 2012. 150 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/802, дата обращения: 03.02.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Волоконно-оптические устройства технологического назначения: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2013. 198 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3709, дата обращения: 03.02.2017.

2. Информационная оптика: Учебное пособие для вузов / Николай Николаевич Евтихиев, Ольга Анатольевна Евтихиева, Игорь Николаевич Компанец ; ред. Н. Н. Евтихиев ; Федеральная целевая программа "Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997-2000 годы". - М. : Издательство МЭИ, 2000. - 612 с. : ил. - (в пер.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Интегральная и волноводная фотоника: Методические указания к практическим занятиям / Шангин А. С. - 2012. 75 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1106, дата обращения: 03.02.2017.

2. Основы физической и квантовой оптики: Сборник задач для студентов специальности 210401 – Физика и техника оптической связи / Шандаров В. М. - 2012. 59 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2273, дата обращения: 03.02.2017.

3. Сборник задач по волоконно-оптическим линиям связи: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям / Ефанов В. И. - 2012. 50 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/788, дата обращения: 03.02.2017.

4. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания к лабораторной работе / Башкиров А. И., Буримов Н. И., Литвинов Р. В., Саликаев Ю. Р. - 2013. 39 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2971, дата обращения: 03.02.2017.

5. 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: 03.02.2017.

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.

Согласована на портале № 12016

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

1. Научно-образовательный портал ТУСУР

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 занятий используется учебная аудитория. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 5 этаж, ауд. 511. Состав оборудования: Учебная мебель; Компьютеры с широкополосным доступом в Internet с мониторами – 16 шт.; полупроводниковый лазер; теодолит.

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, 1 этаж, ауд. 511. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры - 10 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.

Согласована на портале № 12016

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.

Согласована на портале № 12016

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Интегральная оптоэлектроника

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: **1**
Семестр: **1, 2**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- доцент каф. ЭП Башкиров А. И.

Зачет: 1 семестр
Экзамен: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12016

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-1	готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Должен знать основные принципы и методы исследования, разработки и производства устройств и систем квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники, а также оптических материалов и элементов; технологические процессы и основные виды оборудования для производства устройств и систем интегральной оптоэлектроники; фундаментальные основы волноводной оптики, свойства и характеристики световых полей, основные законы и модели распространения света, взаимодействие света с веществом и формирования оптических изображений. ; Должен уметь обоснованно планировать направление своей деятельности в области квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники на основе анализа научно-технической литературы; анализировать информацию о новых приборах и устройствах интегральной оптоэлектроники. ; Должен владеть методами оценки технико-экономической эффективности исследований, проектов, технологических процессов и эксплуатации новых приборов и систем квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники; навыками анализа научно-технической литературы, проведения поисковых исследований и подготовки отчетов, презентаций, научных публикаций по результатам проведенного анализа и выполненных исследований. ;
ПК-4	способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	

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

Согласована на портале № 12016

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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.

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	основные принципы и методы исследования, разработки и производства устройств и систем квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники, а также оптических материалов и элементов; технологические процессы и основные виды оборудования для производства устройств и систем интегральной оптоэлектроники; фундаментальные основы волноводной оптики, свойства и характеристики световых полей, основные законы и модели распространения света,	обоснованно планировать направление своей деятельности в области квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники на основе анализа научно-технической литературы; анализировать информацию о новых приборах и устройствах интегральной оптоэлектроники.	методами оценки технико-экономической эффективности исследований, проектов, технологических процессов и эксплуатации новых приборов и систем квантовой и оптической электроники, интегральной оптоэлектроники; навыками анализа научно-технической литературы, проведения поисковых исследований и подготовки отчетов, презентаций, научных публикаций по результатам проведенного анализа и выполненных исследований.

Согласована на портале № 12016

	взаимодействие света с веществом и формирования оптических изображений.		
Виды занятий	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные занятия; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные занятия; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Самостоятельная работа; • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Зачет; • Экзамен;

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)	• обладает фактическими и теоретическими и знаниями для выбора теоретических и экспериментальных методов и средств решения сформулированных задач исследования устройств интегральной оптоэлектроники в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости ;	• обладает диапазоном практических умений применять методы научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем; ;	• контролирует работу, проводит оценку современных методов научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, совершенствует действия работы;
Хорошо (базовый уровень)	• знает факты, принципы, процессы, общие понятия методов научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники в	• обладает диапазоном практических умений применять методы научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники,	• берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к

Согласована на портале № 12016

	пределах изучаемой области ;	требуемых для решения определенных проблем в области исследования ;	обстоятельствам в решении проблем современных методов научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• обладает базовыми общими знаниями методов научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники ;	• обладает основными умениями применять методы научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, требуемыми для выполнения простых задач ;	• применяет современные методы научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники при прямом наблюдении;

2.2 Компетенция ПК-4

ПК-4: способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.

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	эффективные методы экспериментальных исследований физических явлений в устройствах интегральной оптоэлектроники	аргументированно выбирать и реализовывать на практике методы проведения экспериментальных исследований физических явлений в устройствах интегральной оптоэлектроники	методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств интегральной оптоэлектроники
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства	• Отчет по лабораторной работе;	• Отчет по лабораторной работе;	• Отчет по лабораторной работе;

Согласована на портале № 12016

оценивания	• Зачет; • Экзамен;	• Зачет; • Экзамен;	• Зачет; • Экзамен;

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• обладает фактическими и теоретическими знаниями для выбора методов и средств организации и проведения экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств интегральной оптоэлектроники в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• обладает диапазоном практических умений применять методы экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;	• контролирует работу, проводит оценку современных методов экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, совершенствует действия работы;
Хорошо (базовый уровень)	• знает факты, принципы, процессы, общие понятия методов экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники в пределах изучаемой области;	• обладает диапазоном практических умений применять методы экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, требуемых для решения определенных проблем в области исследования;	• берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем современных методов экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• бладает базовыми общими знаниями методов экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники;	• обладает основными умениями применять методы экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, требуемыми для выполнения простых задач;	• применяет современные методы экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники при прямом наблюдении;

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.

Согласована на портале № 12016

3.1 Темы опросов на занятиях

- Современное состояние оптоэлектронной элементной базы.
- Устройство и принцип действия инжекционного монолазера.
- Параметры и характеристики полупроводниковых лазеров.
- Фоторезисторы.
- Фототиристоры.
- ПЗС - приемные фотоприборы.
- Волоконные лазеры на основе вынужденного комбинационного рассеяния.
- Ширина и равномерность полосы усиления оптических усилителей.
- Цифровые волоконно-оптические системы связи.

3.2 Экзаменационные вопросы

- 1. Классификация мод планарного волновода. 2 . Волноводные моды тонкоплёночного волновода. 3. Эффективная толщина волновода. 4. Волноводные моды градиентных планарных волноводов. 5. Электромагнитная теория планарных волноводов. 6. Методы изготовления полосковых волноводов. 7. Основные результаты анализа, полученные для полосковых волноводов. 8. Метод эффективного показателя преломления для анализа волновода. 9. Потери на изгибах в канальных волноводах. 10. Принцип устройства оптических волокон. 11. Числовая апертура стекловолокна. 12. Явление уширения импульсного оптического сигнала за счет расходимости светового пучка. 13. Виды потерь в оптических волокнах. 14. Материальная дисперсия, межмодовая дисперсия. 15. Виды волоконно-оптических систем связи(ВОСС). 16. Схема последовательной замкнутой ВОСС. 17. Дуплексный режим работы ВОСС. 18. Поддержка постоянной разности пиковой и остаточной мощностей в оптическом передатчике. 19. Принцип работы цепей стабилизации лазерного излучателя. 20. Способ преобразования модулированного светового излучения в электрический сигнал. 21. Торцевой ввод излучения в планарные и полосковые волноводы. 22. Ввод излучения через суживающийся край. 23. Решеточный элемент связи. 24. Элементы связи между оптическими волноводами (планарными и полосковыми). 25. Стыковка планарных волноводов с полосковыми волноводами. 26. Геодезические линзы. 27. Линзы Люнеберга. 28. Акустооптические методы управления светом в оптических волноводах. 29. Дифракция волноводных оптических волн(ВОВ) на поверхностных акустических волнах(ПАВ). 30. Электрооптические(ЭО) методы управления излучением в волноводных структурах.

3.3 Темы контрольных работ

- Энергетические характеристики оптического излучения. Когерентность. Поляризация электромагнитных волн.
- Полупроводниковые приборы когерентного излучения
- Планарные волноводы
- Волоконно-оптические элементы.

3.4 Темы лабораторных работ

- Измерение эффективных показателей преломления планарного волновода
- Исследование дисперсионных характеристик полосковых волноводов

3.5 Зачёт

- 1. Временная когерентность, пространственная когерентность. 2. Механизм излучательной рекомбинации. 3. Одинарная гетероструктура, двойная гетероструктура. 4. Внутренний квантовый выход. 5. Прямые и непрямые переходы в полупроводниках. 6. Механизм излучательной рекомбинации. 7. Способы достижения инверсия в полупроводниковом лазере. 8. Понятие квазиуровня Ферми. 9. Зонная структура вблизи p-n-перехода при инжекции носителей. 10. Принцип работы лазера на арсениде галлия. 11. Механизм накачки в инжекционном лазере. 12. Виды чувствительности фотоприемников. 13. Гальванический режим работы фотодиода. 14. Фотодиодный режим работы фотодиода. 15. Частотные характеристики p–i–n – диодов. 16. Спектральная чувствительность фотодиода Шоттки. 17. Лавинные фотодиоды. 18. Энергетическая диаграмма фототранзистора. 19. Принцип действия ПЗС-фотоприемника. 20. Фотодиодные СБИС на основе МОП- транзисторов.

Согласована на портале № 12016

4 Методические материалы

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

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

4.1. Основная литература

1. 1. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 528 с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/684
2. Электрические и волоконно-оптические линии связи: Учебное пособие / Ефанов В. И. - 2012. 150 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/802, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Волоконно-оптические устройства технологического назначения: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2013. 198 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3709, свободный.
2. Информационная оптика: Учебное пособие для вузов / Николай Николаевич Евтихиев, Ольга Анатольевна Евтихиева, Игорь Николаевич Компанец ; ред. Н. Н. Евтихиев ; Федеральная целевая программа "Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997-2000 годы". - М. : Издательство МЭИ, 2000. - 612 с. : ил. - (в пер.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Интегральная и волноводная фотоника: Методические указания к практическим занятиям / Шангин А. С. - 2012. 75 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1106, свободный.
2. Основы физической и квантовой оптики: Сборник задач для студентов специальности 210401 – Физика и техника оптической связи / Шандаров В. М. - 2012. 59 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2273, свободный.
3. Сборник задач по волоконно-оптическим линиям связи: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям / Ефанов В. И. - 2012. 50 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/788, свободный.
4. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания к лабораторной работе / Башкиров А. И., Буримов Н. И., Литвинов Р. В., Саликаев Ю. Р. - 2013. 39 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2971, свободный.
5. 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.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУР

Согласована на портале № 12016