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): **Микроэлектроника в информационных и управляющих системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФБ, Факультет безопасности**
Кафедра: **МИТУС, кафедра микроэлектроники, информационных технологий и управляющих систем**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	14	14	часов
3	Всего аудиторных занятий	26	26	часов
4	Самостоятельная работа	82	82	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 1 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21252

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от «15» 5 2017 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 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. ЭП	_____	А. И. Башкиров
заведующий кафедрой каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

Заведующий обеспечивающей каф. МИТУС _____ Р. З. Хафизов

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

Декан ФБ	_____	Е. М. Давыдова
Заведующий выпускающей каф. МИТУС	_____	Р. З. Хафизов

Эксперт:

доцент каф. КИБЭВС	_____	А. А. Конев

Согласована на портале № 21252

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

- 1) Изучение явлений, используемых для анализа, расчета, создания элементов и систем
- интегральной оптоэлектроники.
- 2) 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.7.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

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

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 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

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

Согласована на портале № 21252

Лекции	12	12
Практические занятия	14	14
Самостоятельная работа (всего)	82	82
Подготовка к контрольным работам	10	10
Проработка лекционного материала	6	6
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	52	52
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	14	14
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость ч	108	108
Зачетные Единицы	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	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр					
1 Физические основы оптоэлектроники	4	4	22	30	ПК-1
2 Полупроводниковые приборы когерентного излучения	4	6	34	44	ПК-1, ПК-4
3 Полупроводниковые фотоприемные приборы	4	4	26	34	ПК-1
Итого за семестр	12	14	82	108	
Итого	12	14	82	108	

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 характеристикиоптического излучения.Когерентность.	4	ПК-1

Согласована на портале № 21252

	Поляризацияэлектромагнитных волн. Механизмгенерации излучения вполупроводниках. Излучатели наоснове гетероструктур. Современноесостояние оптоэлектроннойэлементной базы.		
	Итого	4	
2 Полупроводниковые приборы когерентного излучения	Принцип работы инжекционныхизлучателей. Разновидностиинжекционных лазеров. Устройство ипринцип действия полупроводниковыхлазеров с гетероструктурами.Особенности полупроводниковыхлазеров.	4	ПК-1, ПК-4
	Итого	4	
3 Полупроводниковые фотоприемные приборы	Характеристики, параметры и моделифотоприемников. Фотодиоды с p–i–n -структурой. Фотодиоды Шоттки.-Фотодиоды с гетероструктурой.Лавинные фотодиоды.Фототранзисторы. Фотодиодные СБИСна основе МОП - транзисторов.	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

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
Предшествующие дисциплины			
1 Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники		+	
2 Полупроводниковая оптоэлектроника	+	+	+

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

Согласована на портале № 21252

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ПК-1	+	+	+	Контрольная работа, Опрос на занятиях
ПК-4	+	+		Контрольная работа, Опрос на занятиях

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
1 семестр			
1 Физические основы оптоэлектроники	Гармонические плоские волны.Поляризация плоских световых волн	4	ПК-1
	Итого	4	
2 Полупроводниковые приборы когерентного излучения	Основные параметры ихарактеристики полупроводниковыхлазеров. Спектральные свойства.Расходимость лазерного излучения.Мощность излученияполупроводниковых лазеров	6	ПК-1, ПК-4
	Итого	6	
3 Полупроводниковые фотоприемные приборы	Физические явления вполупроводниковых фотоприемниках.Вольт-амперные и световыехарактеристики фотодиодов.	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		14	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Согласована на портале № 21252

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		
	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	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	20		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	26		
Итого за семестр		82		
Итого		82		

Согласована на портале № 21252

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

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

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

2. Электрические и волоконно-оптические линии связи: Учебное пособие / Ефанов В. И. -

Согласована на портале № 21252

2012. 150 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/802 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/802

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 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/3709
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. (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 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/1106
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 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2273
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 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/788
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 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2971
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 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2972

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. 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, те-

Согласована на портале № 21252

кущего 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 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.

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

Согласована на портале № 21252

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 № 21252

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): **Микроэлектроника в информационных и управляющих системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФБ, Факультет безопасности**
Кафедра: **МИТУС, кафедра микроэлектроники, информационных технологий и управляющих систем**
Курс: **1**
Семестр: **1**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- доцент каф. ЭП А. И. Башкиров
- заведующий кафедрой каф. ЭП С. М. Шандаров

Зачет: 1 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21252

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
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знани-	Обладает диапазоном практических умений,	Контролирует работу, проводит оценку, совер-

Согласована на портале № 21252

	ями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	шенствует 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, взаимодействие света с веществом и формирования оптических изображений.	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.
Виды занятий	• Практические занятия;	• Практические занятия;	• Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 21252

	• Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лекции; • Самостоятельная работа;	
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Зачет;

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)	• факты, принципы, процессы, общие понятия методов научных исследований устройств интегральной оптоэлектроники в пределах изучаемой области;	• обладает диапазоном практических умений применять методы научных 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 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

Согласована на портале № 21252

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	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Зачет;

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)	• 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)	• обладает базовыми общими знаниями методов экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники;	• обладает основными умениями применять методы экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники, тре-	• применяет современные методы экспериментальных исследований устройств интегральной оптоэлектроники при прямом на-

Согласована на портале № 21252

		буемыми для выполнения простых задач;	блюдении;

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 Темы опросов на занятиях

- 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.
- Принцип работы инжекционных
- излучателей. Разновидности
- инжекционных лазеров. Устройство и
- принцип действия полупроводниковых
- лазеров с гетероструктурами.
- Особенности полупроводниковых
- лазеров.
- 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.

3.2 Темы контрольных работ

- 1) Энергетические характеристики оптического излучения. Когерентность. Поляризация
- электромагнитных волн.
- 2) Полупроводниковые приборы когерентного излучения
- 3) Планарные волноводы
- 4) Волоконно-оптические элементы.

3.3 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

Согласована на портале № 21252

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.

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. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 528 с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/684 [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 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/802

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 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/3709

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. (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 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/1106

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 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2273

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 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/788

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 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2971

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 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/2972

Согласована на портале № 21252

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУР