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

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Полупроводниковая светотехника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Конструирование и технология наноэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Лабораторные работы	56	56	часов
3	Всего аудиторных занятий	92	92	часов
4	Самостоятельная работа	52	52	часов
5	Всего (без экзамена)	144	144	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 19463

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 194 от «13» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 12 ноября 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Доцент каф. РЭТЭМ _____ В. С. Солдаткин

Старший преподаватель каф. КУДР _____ С. А. Артищев

Заведующий обеспечивающей каф.
КУДР _____ А. Г. Лощилов

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

Декан РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф.
КУДР _____ А. Г. Лощилов

Эксперт:

Профессор каф. КУДР _____ С. Г. Еханин

Согласована на портале № 19463

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Подготовка бакалавра к самостоятельной профессиональной деятельности в исследовательской и производственной сфере по разработке и исследованию характеристик полупроводниковых светодиодов для осветительных устройств нового поколения

1.2. Задачи дисциплины

- Знакомство с физическими основами работы светодиода
- Изучение основной системы параметров полупроводниковых источников света
- Освоение средств измерения основных светотехнических и колориметрических
- параметров
- Знакомства с методами испытаний полупроводниковых источников свет
- Знакомство с классификацией источников света

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Полупроводниковая светотехника» (Б1.В.ДВ.7.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Избранные главы физики твердого тела, Интегральные устройства радиоэлектроники, Материалы и компоненты электронных средств, Оптические свойства твердых тел, Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств, Технология производства электронных средств, Физика полупроводниковых структур, Физико-химические основы технологии электронных средств, Физические основы микро- и наноэлектроники.

Последующими дисциплинами являются: Конструирование и технология микро- и наноэлектронных средств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** мировой уровень, современные тенденции развития и основные физические явления, определяющие работоспособность и эффективность устройств полупроводниковой светотехники
- **уметь** проводить оценку основных параметров и учитывать современные тенденции развития устройств полупроводниковой светотехники при проектировании
- **владеть** методами расчёта, моделирования и исследований на современной контрольно-измерительной и вычислительной техник

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	92	92
Лекции	36	36
Лабораторные работы	56	56
Самостоятельная работа (всего)	52	52
Оформление отчетов по лабораторным работам	44	44

Согласована на портале № 19463

Проработка лекционного материала	8	8
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр					
1 Параметры и характеристики СИД	4	14	9	27	ОПК-7
2 Физика работы СИД	8	6	5	19	ОПК-7
3 Полупроводниковые материалы для изготовления СИД	4	4	5	13	ОПК-7
4 Методы получения полупроводниковых структур для СИД	4	4	5	13	ОПК-7
5 Излучающие чипы (кристаллы)	4	4	5	13	ОПК-7
6 Конструкции и технологии изготовления СИД	2	8	9	19	ОПК-7
7 Негативные эффекты в СИД	4	4	5	13	ОПК-7
8 Изделия полупроводниковой светотехники, классификация, особенности применения СИД	4	8	9	21	ОПК-7
9 Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация	2	4	0	6	ОПК-7
Итого за семестр	36	56	52	144	
Итого	36	56	52	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

Согласована на портале № 19463

7 семестр			
1 Параметры и характеристики СИД	ВАХ – рабочий прямой ток и прямое падение напряжения, рассеиваемая мощность и мощность (поток) излучения. Спектральная характеристика, сила света, диаграмма направленности излучения, световыход. Методы измерения и обработки результатов (ВАХ, ВТАХ и др.)	4	ОПК-7
	Итого	4	
2 Физика работы СИД	P-n переход, его энергетические диаграммы в равновесном и неравновесном состоянии.Обедненный слой, электрические поля в обедненном слое. Резкий и плавный p-n переходы. Толщина обедненного слоя. Контактная разность потенциалов.	4	ОПК-7
	Обратный ток p-n перехода, его составляющие. ВАХ p-n перехода. Инжекция носителей заряда. Гетеропереходы и их зонные диаграммы. Рекомбинация, ее механизмы. Скорость рекомбинации и время жизни носителей заряда. Излучательная рекомбинация. Световывод из кристалла.	4	
	Итого	8	
3 Полупроводниковые материалы для изготовления СИД	Арсенид галлия (GaAs), твёрдые растворы AIIIBV, нитриды AIIIN, и др. Зонная структура. Особенности рекомбинации в непрямозонных полупроводниках. Двойные гетероструктуры и сверхрешётки.	4	ОПК-7
	Итого	4	
4 Методы получения полупроводниковых структур для СИД	Диффузия примесей, жидкофазовая эпитаксия, эпитаксиальное наращивание изметаллоорганических соединений,молекулярно пучковая эпитаксия. Особенности процессов, постростовая обработка.	4	ОПК-7
	Итого	4	
5 Излучающие чипы (кристаллы)	Типы активной области (p-n-переход, гетеропереход, двойная гетероструктура). Планарный чип, «Flip-chip», вертикальныйчип). Топология омических контактов.Методы повышения световыхода (структуризация световыводящей поверхности, зеркала Брэгга)	4	ОПК-7
	Итого	4	
6 Конструкции и технологии	Типы корпусов СИД. Посадка кристал-	2	ОПК-7

Согласована на портале № 19463

изготовления СИД	ла на теплоотвод, разварка выводов, световыводящая линза.		
	Итого	2	
7 Негативные эффекты в СИД	Растекание тока, «стоп»-слои. Эффект «стягивания» тока, влияние топологии контактной металлизации. Влияние внешних факторов на характеристики СИД. Деградация характеристик и параметров.	4	ОПК-7
	Итого	4	
8 Изделия полупроводниковой светотехники, классификация, особенности применения СИД	Классификация, особенности применения СД.	4	ОПК-7
	Итого	4	
9 Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация	Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация	2	ОПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		36	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Избранные главы физики твердого тела		+							
2 Интегральные устройства радиоэлектроники			+	+				+	
3 Материалы и компоненты электронных средств	+		+						
4 Оптические свойства твердых тел	+	+	+		+	+	+		
5 Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств				+		+			
6 Технология производства электронных средств			+	+		+			
7 Физика полупроводниковых структур	+	+	+	+	+	+	+	+	
8 Физико-химические основы технологии электронных средств	+	+		+	+		+		
9 Физические основы ми-	+	+	+	+	+	+	+	+	

Согласована на портале № 19463

кро- и наноэлектроники									
Последующие дисциплины									
1 Конструирование и технология микро- и наноэлектронных средств			+	+		+			

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	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-7	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

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
7 семестр			
1 Параметры и характеристики СИД	Измерение и обработка параметров вольтамперной характеристики СИД.Изучение температурной зависимости ВАХ.Измерение светового потока, силы света и КСССИД.Исследование температурной зависимости силы света СИД	6	ОПК-7
	Измерение спектральной характеристики СИД, определение цветовой температуры, координат цветности.Измерение кандел-амперной и люмен-амперной зависимости.Определение КПД и световыхода	4	
	ВАХ.Мощность (поток) излучения.Сила света, диаграмма направленностииз-	4	

Согласована на портале № 19463

	лучения.Спектральная характеристика.Методы измерения и обработки результатов (ВАХ, ВТАХ и др.)		
	Итого	14	
2 Физика работы СИД	P-n переход и его энергетические диаграммы.ВАХ p-n перехода.Инжекция носителейзаряда.Излучательная рекомбинация. Световывод из кристалла.	6	ОПК-7
	Итого	6	
3 Полупроводниковые материалы для изготовления СИД	GaAs, AIIIBV, AIIIN и др.Зонная структура.Двойные гетероструктуры и сверхрешётки.	4	ОПК-7
	Итого	4	
4 Методы получения полупроводниковых структур для СИД	Диффузия примесей.Жидкофазовая эпитаксия.Эпитаксиальное наращивание изметаллоорганических соединений.Молекулярно пучковая эпитаксия.Особенности процессов, постростовая обработка	4	ОПК-7
	Итого	4	
5 Излучающие чипы (кристаллы)	Типы активной области.Планарный чип, «Flip-chip».Вертикальный чип.Топология омическихконтактов.Методы повышения световыхода.	4	ОПК-7
	Итого	4	
6 Конструкции и технологии изготовления СИД	Измерение кандел-амперной характеристики СИД разных конструкций.Исследованиеаддитивности световых характеристик светодиодных устройств: кластеры, матрицы	4	ОПК-7
	Типы корпусов СД.Монтаж кристалла на теплоотвод.Сварка проволокой контактов кристалла и корпуса.Способы герметизации кристалла.Световыводящая линза	4	
	Итого	8	
7 Негативные эффекты в СИД	Растекание тока, «стоп»-слои. Эффект «стягивания» тока.Влияние топологии контактной металлизации. Влияние внешних факторов на характеристики СИД. Деградация характеристик и параметров.	4	ОПК-7
	Итого	4	
8 Изделия полупроводниковой светотехники, классификация, особенности применения СИД	Измерение световых характеристик СИД прожекторного типа.	4	ОПК-7
	Классификация, особенности применения СИД	4	

Согласована на портале № 19463

	Итого	8	
9 Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация	Изучение нормативно-технической документации при организации разработок	4	ОПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		56	

8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП

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
7 семестр				
1 Параметры и характеристики СИД	Проработка лекционного материала	1	ОПК-7	Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	9		
2 Физика работы СИД	Проработка лекционного материала	1	ОПК-7	Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
3 Полупроводниковые материалы для изготовления СИД	Проработка лекционного материала	1	ОПК-7	Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
4 Методы получения полупроводниковых структур для СИД	Проработка лекционного материала	1	ОПК-7	Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
5 Излучающие чипы (кристаллы)	Проработка лекционного материала	1	ОПК-7	Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
6 Конструкции и	Проработка лекционного	1	ОПК-7	Отчет по лабораторной

Согласована на портале № 19463

технологии изготовления СИД	материала			работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	9		
7 Негативные эффекты в СИД	Проработка лекционного материала	1	ОПК-7	Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
8 Изделия полупроводниковой светотехники, классификация, особенности применения СИД	Проработка лекционного материала	1	ОПК-7	Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	9		
Итого за семестр		52		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		88		

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
7 семестр				
Отчет по лабораторной работе	30	20	20	70
Итого максимум за период	30	20	20	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	30	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

Согласована на портале № 19463

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. Светодиоды и светодиодные устройства: Учебное пособие / Солдаткин В. С., Вилисов А. А., Туев В. И. - 2016. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5954, дата обращения: 06.05.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Полупроводниковая светотехника: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 211000.62 – Конструирование и технология электронных средств / Туев В. И., Солдаткин В. С., Вилисов А. А. - 2015. 46 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5458, дата обращения: 06.05.2017.

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Технология изготовления светодиодных кристаллов: Учебно-методические указания для выполнения лабораторных работ / Солдаткин В. С., Ряполова Ю. В. - 2017. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6826, дата обращения: 06.05.2017.
2. Проектирование светодиодов и светотехнических устройств: Учебно-методические указания для выполнения лабораторных работ / Ряполова Ю. В., Солдаткин В. С. - 2017. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6765, дата обращения: 06.05.2017.
3. Полупроводниковые наногетероструктуры: Методические указания по самостоятельной работе / Солдаткин В. С., Каменкова В. С. - 2017. 13 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6807, дата обращения: 06.05.2017.

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;

Согласована на портале № 19463

– в печатной форме.

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

1. Научно-образовательный портал ТУСУР https://edu.tusur.ru/
2. Научная электронная библиотека http://elibrary.ru/

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 лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория физических основ микро- и наноэлектроники, расположенная по адресу 634050, Томская область, г. Томск, пр-т Ленина, д. 40, 3 этаж, ауд. 316. Состав оборудования: Установка для измерения спектральных характеристик фото и электролюминесценции (1 шт.). Установка для комплексных измерений характеристик светодиодных гетероструктур (1 шт.). Вольтметры В7-20 (2 шт.), В7-21 (3 шт.), В7-23, В7-34. Измерители импеданса Е7-14, Л2-22, Л2-22/1, Л2-42, Л2-47, Л2-76, Х1-47. Источник питания Б5-43, Б5-44. Линейный источник питания HY3003 (2 шт.). Микроскоп МБС-9 (2 шт.), МИМ-7 (2 шт.). Монохроматоры ДМР-4 (2 шт.), МУМ (2 шт.). Осциллограф С1-72 (2 шт.). ПЭВМ DURON 800 (3 шт.). Цифровой мультиметр APPA 103. Цифровой осциллограф GDS -806S (4 шт.). Спектромом 204. Векторный анализатор цепей «Обзор-103»

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, 2 этаж, ауд. 233. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 5 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,

Согласована на портале № 19463

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.

Согласована на портале № 19463

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

Полупроводниковая светотехника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Конструирование и технология наноэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:
- Доцент каф. РЭТЭМ В. С. Солдаткин
- Старший преподаватель каф. КУДР С. А. Артищев

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 19463

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
ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Должен знать мировой уровень, современные тенденции развития и основные физические явления, определяющие работоспособность и эффективность устройств полупроводниковой светотехники; Должен уметь проводить оценку основных параметров и учитывать современные тенденции развития устройств полупроводниковой светотехники при проектировании; Должен владеть методами расчёта, моделирования и исследований на современной контрольно-измерительной и вычислительной техник;

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 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 ОПК-7

ОПК-7: способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования

Согласована на портале № 19463

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	современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	навыками учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
Виды занятий	• Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • 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)	• успешное и систематизированное знание современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;	• успешно и структурировано учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;	• всеми необходимыми навыками учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;
Хорошо (базовый уровень)	• успешное, но не систематизированное знание современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;	• успешно, но не структурировано учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;	• основными навыками учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• базовое знание современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных техно-	• учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных техно-	• навыками учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных тех-

Согласована на портале № 19463

	логий в своей профессиональной деятельности;	логий в своей профессиональной деятельности под контролем квалифицированного специалиста;	нологий в своей профессиональной деятельности под контролем квалифицированного специалиста;

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 Экзаменационные вопросы

– Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация.
– Классификация, особенности применения СИД.
– Растекание тока, «стоп»-слои. Эффект «стягивания» тока, влияние топологии контактной металлизации.
– Влияние внешних факторов на характеристики СИД.
– Деградация характеристик и параметров.
– Типы корпусов СИД.
– Посадка кристалла на теплоотвод, разварка выводов, световыводящая линза.
– Типы активной области (p-n-переход, гетеропереход, двойная гетероструктура).
– Планарный чип, «Flip-chip», вертикальный чип).
– Топология омических контактов.
– Методы повышения световыхода (структуризация световыводящей поверхности, зеркала Брэгга).
– Диффузия примесей, жидкофазовая эпитаксия, эпитаксиальное наращивание из металлоорганических соединений, молекулярно пучковая эпитаксия.
– Особенности процессов, постростовая обработка.
– Арсенид галлия (GaAs), твёрдые растворы AIIIBV, нитриды AIIIN, и др.
– Зонная структура.
– Особенности рекомбинации в непрямозонных полупроводниках.
– Двойные гетероструктуры и сверхрешётки.
– ВАХ – рабочий прямой ток и прямое падение напряжения, рассеиваемая мощность и мощность (поток) излучения.
– Спектральная характеристика, сила света, диаграмма направленности излучения, световыход.
– Методы измерения и обработки результатов (ВАХ, ВТАХ и др.).
– P-n переход, его энергетические диаграммы в равновесном и неравновесном состоянии.
– Обедненный слой, электрические поля в обедненном слое.
– Резкий и плавный p-n переходы.
– Толщина обедненного слоя. Контактная разность потенциалов. Обратный ток p-n перехода, его составляющие.
– ВАХ p-n перехода.
– Инжекция носителей заряда.
– Гетеропереходы и их зонные диаграммы.
– Рекомбинация, ее механизмы.
– Скорость рекомбинации и время жизни носителей заряда.
– Излучательная рекомбинация.
– Световывод из кристалла.

3.2 Темы лабораторных работ

– Измерение и обработка параметров вольтамперной характеристики СИД.Изучение тем-

Согласована на портале № 19463

пературной зависимости ВАХ.Измерение светового потока, силы света и КСС

– СИД.Исследование температурной зависимости силы света СИД

– Измерение спектральной характеристики СИД, определение цветовой температуры, координат цветности.Измерение кандел-амперной и люмен-амперной зависимости.Определение КПД и световыхода

– Измерение кандел-амперной характеристики СИД разных конструкций.Исследование

– аддитивности световых характеристик светодиодных устройств: кластеры, матрицы

– Измерение световых характеристик СИД прожекторного типа.

– P-n переход и его энергетические диаграммы.ВАХ p-n перехода.Инжекция носителей

– заряда.Излучательная рекомбинация. Световывод из кристалла.

– ВАХ.Мощность (поток) излучения.Сила света, диаграмма направленности

– излучения.Спектральная характеристика.Методы измерения и обработки результатов (ВАХ, ВТАХ и др.)

– GaAs, AIIIBV, AIIIN и др.Зонная структура.Двойные гетероструктуры и сверхрешётки.

– Диффузия примесей.Жидкофазовая эпитаксия.Эпитаксиальное наращивание из

– металлоорганических соединений.Молекулярно пучковая эпитаксия.Особенности процессов, постростовая обработка

– Типы активной области.Планарный чип, «Flip-chip».Вертикальный чип.Топология омических

– контактов.Методы повышения световыхода.

– Типы корпусов СД.Монтаж кристалла на теплоотвод.Сварка проволокой контактов кристалла и корпуса.Способы герметизации кристалла.Световыводящая линза

– Растекание тока, «стоп»-слои. Эффект «стягивания» тока.Влияние топологии контактной металлизации. Влияние внешних факторов на характеристики СИД. Деградация характеристик и параметров.

– Классификация, особенности применения СИД

– Изучение нормативно-технической документации при организации разработок

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. Светодиоды и светодиодные устройства: Учебное пособие / Солдаткин В. С., Вилисов А. А., Туев В. И. - 2016. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5954, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Полупроводниковая светотехника: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 211000.62 – Конструирование и технология электронных средств / Туев В. И., Солдаткин В. С., Вилисов А. А. - 2015. 46 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5458, свободный.

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Технология изготовления светодиодных кристаллов: Учебно-методические указания для выполнения лабораторных работ / Солдаткин В. С., Ряполова Ю. В. - 2017. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6826, свободный.

2. Проектирование светодиодов и светотехнических устройств: Учебно-методические указания для выполнения лабораторных работ / Ряполова Ю. В., Солдаткин В. С. - 2017. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6765, свободный.

3. Полупроводниковые наногетероструктуры: Методические указания по самостоятельной работе / Солдаткин В. С., Каменкова В. С. - 2017. 13 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа:

Согласована на портале № 19463

https://edu.tusur.ru/publications/6807, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУР https://edu.tusur.ru/
2. Научная электронная библиотека http://elibrary.ru/

Согласована на портале № 19463