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

Полупроводниковая светотехника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Технология электронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	20	20	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5	Самостоятельная работа	54	54	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 6 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 2644

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 45 от «17» 5 2016 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 2015-11-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Заведующий каф. РЭТЭМ каф. РЭТЭМ _____ Туев В. И.

Профессор каф. РЭТЭМ каф. РЭТЭМ _____ Вилисов А. А.

Доцент каф. РЭТЭМ каф. РЭТЭМ _____ Солдаткин В. С.

Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ _____ Туев В. И.

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

Декан РКФ _____ Озеркин Д. В.

Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ _____ Туев В. И.

Эксперты:

Доцент каф. РЭТЭМ каф. РЭТЭМ _____ Христюков В. Г.

Доцент каф. РЭТЭМ каф. РЭТЭМ _____ Несмелова Н. Н.

Согласована на портале № 2644

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

- 1. Знакомство с физическими основами работы светодиода.;
- 2. Изучение основной системы параметров полупроводниковых источников света.;
- 3. Освоение средств измерения основных светотехнических и колориметрических параметров.;
- 4. Знакомства с методами испытаний полупроводниковых источников света.;
- 5. Знакомство с классификацией источников света.;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Полупроводниковая светотехника» (Б1.В.ДВ.7.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Введение в профессию, Материалы и компоненты электронных средств, Моделирование процессов и объектов (ГПО2).

Последующими дисциплинами являются: Выпускная квалификационная работа, Светодиоды и светотехнические устройства, Технология производства электронных средств, Технология сборки и монтажа мощных светоизлучающих изделий.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-3 готовностью формировать презентации, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях;

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 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	20	20	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5	Самостоятельная работа	54	54	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Согласована на портале № 2644

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	Параметры и характеристики СД.	2	2	6	8	18	ПК-3
2	Физика работы СД.	2	4	0	6	12	ПК-3
3	Полупроводниковые материалы для СД.	2	2	0	6	10	ПК-3
4	Методы получения полупроводниковых структур для СД.	2	2	0	6	10	ПК-3
5	Излучающие чипы (кристаллы).	2	2	0	6	10	ПК-3
6	Конструкции и технологии изготовления СД.	2	2	6	8	18	ПК-3
7	Негативные эффекты в СД.	2	2	0	4	8	ПК-3
8	Изделия полупроводниковой светотехники, классификация, особенности применения СД.	2	2	4	6	14	ПК-3
9	Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация.	2	2	0	4	8	ПК-3
	Итого	18	20	16	54	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
6 семестр			
1 Параметры и характеристики СД.	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	2	

Согласована на портале № 2644

	др.).		
	Итого	2	
2 Физика работы СД.	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.	2	
	Итого	2	
3 Полупроводниковые материалы для СД.	Арсенид галлия (GaAs), твёрдые растворы AIIIBV, нитриды AIIIN, и др Зонная структура. Особенности рекомбинации в непрямозонных полупроводниках. Двойные гетероструктуры и сверхрешётки.	2	
	Итого	2	
4 Методы получения полупроводниковых структур для СД.	Диффузия примесей, жидкофазовая эпитаксия, эпитаксиальное наращивание из металлоорганических соединений,молекулярно пучковая эпитаксия. Особенности процессов, постростовая обработка.	2	
	Итого	2	
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).	2	
	Итого	2	
6 Конструкции и технологии изготовления СД.	Типы корпусов СД. Посадка кристалла на теплоотвод, разварка выводов, световыводящая линза.	2	
	Итого	2	
7 Негативные эффекты в СД.	Растекание тока, «стоп»-слои. Эффект «стягивания» тока, влияние топологии контактной металлизации. Влияние	2	

Согласована на портале № 2644

	внешних факторов на характеристики СД. Деградация характеристик и параметров.		
	Итого	2	
8 Изделия полупроводниковой светотехники, классификация, особенности применения СД.	Классификация, особенности применения СД.	2	
	Итого	2	
9 Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация.	Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация.	2	
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами 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	Введение в профессию			+					+	+
2	Материалы и компоненты электронных средств	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Моделирование процессов и объектов (ГПО2)						+		+	+
Последующие дисциплины										
1	Выпускная квалификационная работа						+		+	+
2	Светодиоды и светотехнические устройства	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Технология производства электронных средств				+	+	+			
4	Технология сборки и монтажа мощных светоизлучающих изделий	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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 № 2644

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ПК-3		+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практике

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Параметры и характеристики СД.	Измерение и обработка параметров вольтамперной характеристики СД.Изучение температурной зависимости ВАХ.Измерение светового потока, силы света и КСС СД.Исследование температурной зависимости силы света СД.Измерение спектральной характеристики СД, определение цветовой температуры, координат цветности.Измерение кандел-амперной и люмен-амперной зависимости.Определение КПД и световыхода.	6	ПК-3
	Итого	6	
6 Конструкции и технологии изготовления СД.	Измерение кандел-амперной характеристики СД разных конструкций.Исследование аддитивности световых характеристик светодиодных устройств: кластеры, матрицы.	6	ПК-3
	Итого	6	

Согласована на портале № 2644

8 Изделия полупроводниковой светотехники, классификация, особенности применения СД.	Измерение световых характеристик ИС прожекторного типа.	4	ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Параметры и характеристики СД.	ВАХ.Мощность (поток) излучения.Сила света, диаграмма направленности излучения.Спектральная характеристика.Методы измерения и обработки результатов (ВАХ, ВТАХ и др.).	2	ПК-3
	Итого	2	
2 Физика работы СД.	P-n переход и его энергетические диаграммы.ВАХ p-n перехода.Инжекция носителей заряда.Излучательная рекомбинация.Световывод из кристалла.	4	ПК-3
	Итого	4	
3 Полупроводниковые материалы для СД.	GaAs, AIIIBV, AIIIN и др.Зонная структура.Двойные гетероструктуры и сверхрешётки.	2	ПК-3
	Итого	2	
4 Методы получения полупроводниковых структур для СД.	Диффузия примесей.Жидкофазовая эпитаксия.Эпитаксиальное наращивание из металлоорганических соединений.Молекулярно пучковая эпитаксия.Особенности процессов, постростовая обработка.	2	ПК-3
	Итого	2	
5 Излучающие чипы (кристаллы).	Типы активной области.Планарный чип, «Flip-chip».Вертикальный чип.Топология омических контактов.Методы повышения световыхода.	2	ПК-3
	Итого	2	
6 Конструкции и технологии изготовления СД.	Типы корпусов СД.Монтаж кристалла на теплоотвод.Сварка проволокой	2	ПК-3

Согласована на портале № 2644

	контактов кристалла и корпуса.Способы герметизации кристалла.Световыводящая линза.		
	Итого	2	
7 Негативные эффекты в СД.	Растекание тока, «стоп»-слои. Эффект «стягивания» тока.Влияние топологии контактной металлизации. Влияние внешних факторов на характеристики СД.Деградация характеристик и параметров.	2	ПК-3
	Итого	2	
8 Изделия полупроводниковой светотехники, классификация, особенности применения СД.	Классификация, особенности применения СД.	2	ПК-3
	Итого	2	
9 Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация.	Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация	2	ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		20	

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
6 семестр				
1 Параметры и характеристики СД.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	8		
2 Физика работы СД.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Выступление (доклад) на занятии, Конспект
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части	3		

Согласована на портале № 2644

	курса			самоподготовки
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	6		
3 Полупроводниковые материалы для СД.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	6		
4 Методы получения полупроводниковых структур для СД.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	6		
5 Излучающие чипы (кристаллы).	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	6		
6 Конструкции и технологии изготовления СД.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	8		

Согласована на портале № 2644

7 Негативные эффекты в СД.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
8 Изделия полупроводниковой светотехники, классификация, особенности применения СД.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
9 Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
Итого за семестр		54		
Итого		54		

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Энергетические диаграммы p-n перехода и МКЯ.
2. Прямая и обратная ВАХ p-n перехода.
3. Инжекция носителей заряда.
4. Виды рекомбинация.
5. Вывод света из кристалла.
6. Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация.
7. Классификация, особенности применения СД.
8. Растекание тока, «стоп»-слои.
9. Эффект «стягивания» тока.
10. Влияние топологии контактной металлизации.
11. Влияние внешних факторов на характеристики СД.
12. Деградация характеристик и параметров.
13. Типы корпусов СД.

Согласована на портале № 2644

14. Монтаж кристалла на теплоотвод.
15. Сварка проволокой контактов кристалла и корпуса.
16. Способы герметизации кристалла.
17. Световыводящая линза.
18. Диффузия примесей.
19. Жидкофазовая эпитаксия.
20. Эпитаксиальное наращивание из металлоорганических соединений.
21. Молекулярно пучковая эпитаксия.
22. Особенности процессов, пострстовая обработка.
23. Эпитаксиальные структуры на основе арсенида галлия, методы их изготовления.
24. Эпитаксиальные структуры на основе нитрида галлия, методы их изготовления.
25. Прямые и обратные ВАХ.
26. Световой поток.
27. Кривая силы света.
28. Колориметрические характеристики.
29. Методы измерения и обработки результатов электрических, светотехнических и колориметрических характеристик СД.
30. Типы активной области.
31. Планарный чип, «Flip-chip».
32. Вертикальный чип.
33. Топология омических контактов.
34. Методы повышения световыхода.

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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
6 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	5	5	5	15
Конспект самоподготовки	2	2	1	5
Опрос на занятиях	2	2	1	5
Отчет по индивидуальному заданию	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	15	15	15	45
Отчет по практике	5	5	5	15
Нарастающим итогом	34	68	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

Согласована на портале № 2644

≥ 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. 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/training/publications/5458, свободный.

12.2. Дополнительная литература

1. Светодиоды и светодиодные устройства: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств / Солдаткин В. С., Вилисов А. А., Туев В. И. – 2016. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/5954, свободный.
2. Технология сборки и монтажа мощных светоизлучающих изделий: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств / Туев В. И., Вилисов А. А., Солдаткин В. С. – 2016. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/5953, свободный.

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Полупроводниковая светотехника: Методические указания по практической и самостоятельной работе по дисциплине для студентов специальности 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» / Солдаткин В. С., Вилисов А. А., Туев В. И. – 2015. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/5755, свободный.
2. Полупроводниковая светотехника: Методические указания к лабораторному практикуму для подготовки бакалавров 211000 «Конструирование и технология электронных средств», профиль «Технология электронных средств» / Туев В. И., Солдаткин В. С., Вилисов А. А. – 2014. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/4049, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. https://edu.tusur.ru
2. http://e.lanbook.com

Согласована на портале № 2644

3. http://elibrary.ru/

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение каф. РЭТЭМ и НИИСТ ТУСУР.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 2644

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 основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Профиль: **Технология электронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **3**
Семестр: **6**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

- Заведующий каф. РЭТЭМ каф. РЭТЭМ Туев В. И.
- Профессор каф. РЭТЭМ каф. РЭТЭМ Вилисов А. А.
- Доцент каф. РЭТЭМ каф. РЭТЭМ Солдаткин В. С.

Зачет: 6 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 2644

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-3	готовностью формировать презентации, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях	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 ПК-3

ПК-3: готовностью формировать презентации, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-

Согласована на портале № 2644

технических конференциях.

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	основы формирования презентаций, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформления результатов исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях	формировать презентации, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях	навыками формирования презентаций, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформления результатов исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по практике; • 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)	• успешное и систематизированное знание основ формирования презентаций, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформления результатов исследований в виде статей и докладов на	• успешно и структурировано формировать презентации, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях;	• всеми необходимыми навыками формирования презентаций, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформления результатов исследований в виде статей и докладов на научно-технических

Согласована на портале № 2644

	научно-технических конференциях;		конференциях;
Хорошо (базовый уровень)	• успешное но не систематизированное знание основ формирования презентаций, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформления результатов исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях;	• успешно но не структурировано формировать презентации, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях;	• основными навыками формирования презентаций, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформления результатов исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• базовое знание основ формирования презентаций, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформления результатов исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях;	• формировать презентации, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях по руководством квалифицированного специалиста;	• навыками формирования презентаций, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформления результатов исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях под руководством 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 Вопросы на самоподготовку

- Энергетические диаграммы p-n перехода и МКЯ.
- Прямая и обратная ВАХ p-n перехода.
- Инжекция носителей заряда.
- Виды рекомбинация.
- Вывод света из кристалла.
- Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация.
- Классификация, особенности применения СД.
- Растекание тока, «стоп»-слои.
- Эффект «стягивания» тока.
- Влияние топологии контактной металлизации.
- Влияние внешних факторов на характеристики СД.
- Деградация характеристик и параметров.
- Типы корпусов СД.
- Монтаж кристалла на теплоотвод.

Согласована на портале № 2644

– Сварка проволокой контактов кристалла и корпуса.
– Способы герметизации кристалла.
– Световыводящая линза.
– Диффузия примесей.
– Жидкофазовая эпитаксия.
– Эпитаксиальное наращивание из металлоорганических соединений.
– Молекулярно пучковая эпитаксия.
– Особенности процессов, пострстовая обработка.
– Эпитаксиальные структуры на основе арсенида галлия, методы их изготовления.
– Эпитаксиальные структуры на основе нитрида галлия, методы их изготовления.
– Прямые и обратные ВАХ.
– Световой поток.
– Кривая силы света.
– Колориметрические характеристики.
– Методы измерения и обработки результатов электрических, светотехнических и колориметрических характеристик СД.
– Типы активной области.
– Планарный чип, «Flip-chip».
– Вертикальный чип.
– Топология омических контактов.
– Методы повышения световыхода.

3.2 Темы индивидуальных заданий

– Типы корпусов СД. Монтаж кристалла на теплоотвод. Сварка проволокой контактов кристалла и корпуса. Способы герметизации кристалла. Световыводящая линза. ВАХ. Мощность (поток) излучения. Сила света, диаграмма направленности излучения. Спектральная характеристика. Методы измерения и обработки результатов (ВАХ, ВТАХ и др.). Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация Классификация, особенности применения СД. Растекание тока, «стоп»-слои. Эффект «стягивания» тока. Влияние топологии контактной металлизации. Влияние внешних факторов на характеристики СД. Деградация характеристик и параметров. Типы активной области. Планарный чип, «Flip-chip». Вертикальный чип. Топология омических контактов. Методы повышения световыхода. Диффузия примесей. Жидкофазовая эпитаксия. Эпитаксиальное наращивание из металлоорганических соединений. Молекулярно пучковая эпитаксия. Особенности процессов, пострстовая обработка. GaAs, AIIIBV, AIIIN и др. Зонная структура. Двойные гетероструктуры и сверхрешётки. P-n переход и его энергетические диаграммы. ВАХ p-n перехода. Инжекция носителей заряда. Излучательная рекомбинация. Световывод из кристалла.

3.3 Темы опросов на занятиях

– 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.

– 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.).

– Арсенид галлия (GaAs), твёрдые растворы AIIIBV, нитриды AIIIN, и др Зонная структура. Особенности рекомбинации в непрямозонных полупроводниках. Двойные гетероструктуры и сверхрешётки.

– Диффузия примесей, жидкофазовая эпитаксия, эпитаксиальное наращивание из

Согласована на портале № 2644

металлоорганических соединений, молекулярно пучковая эпитаксия. Особенности процессов, постростовая обработка.

– 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).

– Типы корпусов СД. Посадка кристалла на теплоотвод, разварка выводов, световыводящая линза.

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

– Классификация, особенности применения СД.

– Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация.

3.4 Темы докладов

– Энергетические диаграммы p-n перехода и МКЯ.
– Прямая и обратная ВАХ p-n перехода.
– Инжекция носителей заряда.
– Виды рекомбинация.
– Вывод света из кристалла.
– Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация.
– Классификация, особенности применения СД.
– Растекание тока, «стоп»-слои.
– Эффект «стягивания» тока.
– Влияние топологии контактной металлизации.
– Влияние внешних факторов на характеристики СД.
– Деградация характеристик и параметров.
– Типы корпусов СД.
– Монтаж кристалла на теплоотвод.
– Сварка проволокой контактов кристалла и корпуса.
– Способы герметизации кристалла.
– Световыводящая линза.
– Диффузия примесей.
– Жидкофазовая эпитаксия.
– Эпитаксиальное наращивание из металлоорганических соединений.
– Молекулярно пучковая эпитаксия.
– Особенности процессов, постростовая обработка.
– Эпитаксиальные структуры на основе арсенида галлия, методы их изготовления.
– Эпитаксиальные структуры на основе нитрида галлия, методы их изготовления.
– Прямые и обратные ВАХ.
– Световой поток.
– Кривая силы света.
– Колориметрические характеристики.
– Методы измерения и обработки результатов электрических, светотехнических и колориметрических характеристик СД.
– Типы активной области.
– Планарный чип, «Flip-chip».
– Вертикальный чип.
– Топология омических контактов.
– Методы повышения световыхода.

3.5 Тематика практики

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

Согласована на портале № 2644

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, пострстовая 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 СД. Деградация характеристик и параметров.

– Классификация, особенности применения СД.

– Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация

3.6 Темы лабораторных работ

– Измерение и обработка параметров вольтамперной характеристики СД. Изучение температурной зависимости ВАХ. Измерение светового потока, силы света и КСС СД. Исследование температурной зависимости силы света СД. Измерение спектральной характеристики СД, определение цветовой температуры, координат цветности. Измерение кандел-амперной и люмен-амперной зависимости. Определение КПД и световыхода.

– Измерение кандел-амперной характеристики СД разных конструкций. Исследование аддитивности световых характеристик светодиодных устройств: кластеры, матрицы.

– Измерение световых характеристик ИС прожекторного типа.

3.7 Зачёт

– Вопросы организации разработок и нормативно техническая документация. Классификация, особенности применения СД. Растекание тока, «стоп»-слои. Эффект «стягивания» тока, влияние топологии контактной металлизации. Влияние внешних факторов на характеристики СД. Деградация характеристик и параметров. Типы корпусов СД. 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, пострстовая 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.

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,

Согласована на портале № 2644

согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная 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/training/publications/5458, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Светодиоды и светодиодные устройства: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств / Солдаткин В. С., Вилисов А. А., Туев В. И. – 2016. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/5954, свободный.
2. Технология сборки и монтажа мощных светоизлучающих изделий: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств / Туев В. И., Вилисов А. А., Солдаткин В. С. – 2016. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/5953, свободный.

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Полупроводниковая светотехника: Методические указания по практической и самостоятельной работе по дисциплине для студентов специальности 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» / Солдаткин В. С., Вилисов А. А., Туев В. И. – 2015. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/5755, свободный.
2. Полупроводниковая светотехника: Методические указания к лабораторному практикуму для подготовки бакалавров 211000 «Конструирование и технология электронных средств», профиль «Технология электронных средств» / Туев В. И., Солдаткин В. С., Вилисов А. А. – 2014. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/4049, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. https://edu.tusur.ru
2. http://e.lanbook.com
3. http://elibrary.ru/

Согласована на портале № 2644