МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технология изготовления светодиодных кристаллов

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **27.04.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление в светотехнических системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные работы	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	40	40	часов
5	Самостоятельная работа	32	32	часов
6	Всего (без экзамена)	72	72	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 30692

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 58 от « 8 » 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.04.04 Управление в технических системах, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭТЭМ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. РЭТЭМ _____ В. С. Солдаткин

Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ _____ В. И. Туев

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ _____ В. И. Туев

Эксперты:

Доцент каф. РЭТЭМ _____ Н. Н. Несмелова

Старший преподаватель каф. РЭТЭМ _____ А. А. Иванов

Согласована на портале № 30692

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины – приобретение студентами необходимых знаний об технологических процессах изготовления светодиодных кристаллов.

1.2. Задачи дисциплины

- Ознакомить студентов с методами изготовления полупроводниковых материалов.
- Ознакомить студентов с методами формирования омических контактов.
- Ознакомить студентов с методами контроля параметров светодиодных кристаллов.
-

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Технология изготовления светодиодных кристаллов» (Б1.В.ДВ.4.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Технология корпусирования мощных светоизлучающих изделий, Технология сборки и монтажа мощных светоизлучающих изделий.

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

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов;
- ПСК-3 способностью разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устройства;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** Методы получения полупроводникового материала, методы формирования омических контактов и методы контроля параметров светодиодных кристаллов.
- **уметь** Осуществлять контроль параметров светодиодных кристаллов.
- **владеть** Навыками контроля параметров светодиодных кристаллов.

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
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	40	40
Лекции	12	12
Практические занятия	10	10
Лабораторные работы	18	18
Самостоятельная работа (всего)	32	32
Оформление отчетов по лабораторным работам	5	5
Подготовка к лабораторным работам	9	9
Проработка лекционного материала	9	9
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	9	9
Всего (без экзамена)	72	72
Подготовка и сдача экзамена	36	36

Согласована на портале № 30692

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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Методы изготовления полупроводниковых материалов	4	3	6	11	24	ПК-4, ПСК-3
2 Методы формирования омических контактов	4	3	6	11	24	ПК-4, ПСК-3
3 Методы контроля параметров светодиодных кристаллов	4	4	6	10	24	ПК-4, ПСК-3
Итого за семестр	12	10	18	32	72	
Итого	12	10	18	32	72	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Методы изготовления полупроводниковых материалов	Полупроводниковые материалы.Разновидности эпитаксиального выращивания полупроводниковых структур.Характеристики полупроводниковых структур.	4	ПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
2 Методы формирования омических контактов	Требований к омическим контактам.Контакт к n-типу GaN.Контакт к p-типу GaN.	4	ПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
3 Методы контроля параметров светодиодных кристаллов	Система параметров полупроводниковой структуры.Толщины слоёв структуры кристалла.Измерения оптических, механических и электрических характеристик полупроводникового кристалла.	4	ПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

Согласована на портале № 30692

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 Технология корпусирования мощных светоизлучающих изделий	+	+	+
2 Технология сборки и монтажа мощных светоизлучающих изделий	+	+	+
Последующие дисциплины			
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	+	+	+

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

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

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Отчет по практическому занятию
ПСК-3	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 30692

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Методы изготовления полупроводниковых материалов	Исследование зависимости спектра излучения кристалла от толщины запрещённой зоны полупроводниковой структуры.	6	ПК-4, ПСК-3
	Итого	6	
2 Методы формирования омических контактов	Исследование сопротивления омических контактов кристалла.	6	ПК-4, ПСК-3
	Итого	6	
3 Методы контроля параметров светодиодных кристаллов	Исследование оптических, механических и электрических характеристик кристалла.	6	ПК-4, ПСК-3
	Итого	6	
Итого за семестр		18	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Методы изготовления полупроводниковых материалов	Полупроводниковые материалы.	3	ПК-4, ПСК-3
	Итого	3	
2 Методы формирования омических контактов	Требований к омическим контактам.	3	ПК-4, ПСК-3
	Итого	3	
3 Методы контроля параметров светодиодных кристаллов	Исследование оптических и электрических характеристик светодиодного кристалла	4	ПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		10	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 30692

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Методы изготовления полупроводниковых материалов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-4, ПСК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	5		
	Итого	11		
2 Методы формирования омических контактов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-4, ПСК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	3		
	Подготовка к лабораторным работам	5		
	Итого	11		
3 Методы контроля параметров светодиодных кристаллов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-4, ПСК-3	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Итого	10		
Итого за семестр		32		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		68		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				

Согласована на портале № 30692

Выступление (доклад) на занятии	2	3	2	7
Опрос на занятиях	1	1	1	3
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Отчет по практическому занятию	5	5	5	15
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	23	24	23	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	47	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
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. Технология изготовления светодиодных кристаллов: Учебное пособие / Солдаткин В. С., Вилисов А. А. - 2017. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6743 (дата обращения: 18.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Наноэлектроника: Учебное пособие / Сахаров Ю. В., Троян П. Е. - 2010. 88 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/537 (дата обращения: 18.06.2018).

2. Физические основы оптоэлектроники: Учебное пособие имеет гриф СибРУМЦ «Для

Согласована на портале № 30692

межвузовского использования» / Давыдов В. Н. - 2016. 139 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5963 (дата обращения: 18.06.2018).

3. Технология сборки и монтажа мощных светоизлучающих изделий: Учебное пособие / Туев В. И., Солдаткин В. С., Вилисов А. А., Старосек Д. . - 2016. 48 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6600 (дата обращения: 18.06.2018).

4. Физика полупроводниковых приборов : пер. с англ.: В 2 кн. / С. М. Зи; Пер. В. А. Гергель, Пер. Н. В. Зыков, Пер. Р. З. Хафизов, Ред. Пер. Р. А. Сурис. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Мир, 1984 - Кн. 2. - М. : Мир, 1984. - 456 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Технология изготовления светодиодных кристаллов. Полупроводниковые наногетероструктуры: Методические указания по практической работе / Солдаткин В. С., Каменкова В. С. - 2017. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6804 (дата обращения: 18.06.2018).

2. Технология изготовления светодиодных кристаллов: Методические указания по самостоятельной работе / Солдаткин В. С., Каменкова В. С., Иванов А. А. - 2017. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6740 (дата обращения: 18.06.2018).

3. 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: 18.06.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/
2. Научно-образовательный портал ТУСУР https://edu.tusur.ru
3. Электронно-библиотечная система "Лань" http://e.lanbook.com

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное 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 демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория технологии РЭС и безопасности жизнедеятельности

Согласована на портале № 30692

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа
634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 419 ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- АРМ инженера (2 шт.);
- АРМ инженера - исследователя;
- Цифровой мультиметр MXD-4660A - (2 шт.);
- Вольтметр В7-78;
- ПЭВМ пентиум CELERON 433 MMX;
- Доска маркерно-меловая;
- Дымоуловитель QUICK 493A ESD (5 шт.);
- Измеритель светового потока «ТКА-КК1;
- Ионизатор воздуха QUICK 440 (2 шт.);
- Источник питания Matrix MPS-3003 LK-3 (3 шт.);
- Компьютер Intel Core;
- Компьютер Intel Pentium;
- Корпусный шкаф 4200х600х2100мм;
- Гониофотометр;
- Спектрофлуориметр СМ2203;
- Вентиляционная система;
- Монтажный стол БЕЛВАР С4-1400 (4 шт.);
- Монтажный стол БЕЛВАР С4-1800;
- Микроскоп МБС-10;
- Установка для демонстрации силы Лоренца U30065;
- Цифровой Мультиметр АРРА 103;
- Латр;
- Микрометр (2 шт.);
- Мультиметр цифровой;
- Радиатор масляный 9 секций;
- Измеритель Е7 - 22 RLC;
- Монтажно-демонтажная станция АМИ 6800;
- Источник питания TDGC -2 - 2K 0-250 V - 8A (Латр);
- Кабельная продукция HB-A150 BNC 1,5 m;
- Прибор BNC - IC Соединительные кабели;
- Измеритель мощности GPM -8212RS;
- Прибор PTL-923;
- Осциллограф LeCrou WA 222;
- Частотомер GFC-8010H 1 Гц-120МГц GW;
- Инфракрасный дистанционный термометрUT30A;
- Латр - трансформатор TDGC2-3K;
- Осциллограф FLUKE-190-062;
- Паяльная станция (3 шт.);
- Цифровой мультиметр FLUKE-18B FLK;
- Компьютер Intel Core i5-6400 (3 шт.);
- МФУ hp ‘’LaserJet ProV227sdnG3Q74A”;
- Стол лабораторный;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Виртуальная лаборатория АСК-4106 (2 шт.);
- Цифровая перенастраиваемая установка микросварки проволочных выводов для изготовления макетных образцов основных узлов светодиодных ламп;
- Источник - измеритель Keithley 2410;
- Измеритель ёмкости S-line EM8601A+/CM8601 (3 шт.);
- Источник питания HY3005D MAST (3 шт.);
- Мультиметр DM3058E RIGOL;

Согласована на портале № 30692

- Осциллограф DS1052E RIGOL (2 шт.);
- Частотометр VC3165 Victor (3 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– ANSYS AIM Pro Paid-Up
– Adobe Acrobat Reader
– Autodesk Product Design Suite Premium 2018
– Google Chrome
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
– Microsoft Windows XP
– OpenOffice
– Resource Manager 2.5
– TracePro LC - Single User NODE License - Annual Maintenance and Support for NODE License (Nothing to Ship)
– Компас - 3D V17

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория технологии РЭС и безопасности жизнедеятельности
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа
634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 419 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- АРМ инженера (2 шт.);
- АРМ инженера - исследователя;
- Цифровой мультиметр MXD-4660A - (2 шт.);
- Вольтметр В7-78;
- ПЭВМ пентиум CELERON 433 MMX;
- Доска маркерно-меловая;
- Дымоуловитель QUICK 493A ESD (5 шт.);
- Измеритель светового потока «ТКА-КК1;
- Ионизатор воздуха QUICK 440 (2 шт.);
- Источник питания Matrix MPS-3003 LK-3 (3 шт.);
- Компьютер Intel Core;
- Компьютер Intel Pentium;
- Корпусный шкаф 4200х600х2100мм;
- Гониофотометр;
- Спектрофлуориметр СМ2203;
- Вентиляционная система;
- Монтажный стол БЕЛВАР С4-1400 (4 шт.);
- Монтажный стол БЕЛВАР С4-1800;
- Микроскоп МБС-10;
- Установка для демонстрации силы Лоренца U30065;
- Цифровой Мультиметр АРРА 103;
- Латр;
- Микрометр (2 шт.);
- Мультиметр цифровой;
- Радиатор масляный 9 секций;
- Измеритель Е7 - 22 RLC;
- Монтажно-демонтажная станция АМИ 6800;
- Источник питания TDGC -2 - 2K 0-250 V - 8A (Латр);
- Кабельная продукция HB-A150 BNC 1,5 m;
- Прибор BNC - IC Соединительные кабели;
- Измеритель мощности GPM -8212RS;

Согласована на портале № 30692

- Прибор PTL-923;
- Осциллограф LeCrou WA 222;
- Частотомер GFC-8010H 1 Гц-120МГц GW;
- Инфракрасный дистанционный термометрUT30A;
- Латр - трансформатор TDGC2-3K;
- Осциллограф FLUKE-190-062;
- Паяльная станция (3 шт.);
- Цифровой мультиметр FLUKE-18B FLK;
- Компьютер Intel Core i5-6400 (3 шт.);
- МФУ hp ‘’LaserJet ProV227sdnG3Q74A”;
- Стол лабораторный;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Виртуальная лаборатория АСК-4106 (2 шт.);
- Цифровая перенастраиваемая установка микросварки проволочных выводов для изготовления макетных образцов основных узлов светодиодных ламп;
- Источник - измеритель Keithley 2410;
- Измеритель ёмкости S-line EM8601A+/CM8601 (3 шт.);
- Источник питания HY3005D MAST (3 шт.);
- Мультиметр DM3058E RIGOL;
- Осциллограф DS1052E RIGOL (2 шт.);
- Частотометр VC3165 Victor (3 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– ANSYS AIM Pro Paid-Up
– Adobe Acrobat Reader
– Autodesk Product Design Suite Premium 2018
– Google Chrome
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
– Microsoft Windows XP
– OpenOffice
– Resource Manager 2.5
– TracePro LC - Single User NODE License - Annual Maintenance and Support for NODE License (Nothing to Ship)
– Компас - 3D V17

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;

Согласована на портале № 30692

- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **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 комфортного просмотра.

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Полупроводниковый светодиод имеет структуру?

А. p – n

Б. p – n – p – n

В. p – n – p

Г.) n – p – n

2. На каком спектральном диапазоне излучения белых светодиодов присутствует избыток синего света?

А. 440-460 нм

Б. 380-400 нм

В. 400-420 нм

Г. 480-500 нм

3. Единица измерения силы света?

А. Кандела

Б. Люкс

В. Люмен

Г. Джоуль

4. Какие способы получения белого цвета свечения светодиода бывают?

А. RGB-светодиоды и люминофорные светодиоды, создаваемые на основе синего светодиода

Б. Люминофорные светодиоды, создаваемые на основе зеленого светодиода

В. Люминофорные светодиоды, создаваемые на основе красного светодиода

Г. Светодиоды на основе синего и зелёного цвета свечения

5. Какие частицы относят к подвижным носителям заряда в полупроводниках?

А. Электроны и дырки

Б. Фотоны и фононы

Согласована на портале № 30692

В. Электроны и фотоны

Г. Дырки и фотоны

6. Какие основные материалы используются для изготовления светодиода белого цвета свечения?

А. GaN, YAG

Б. GaN, AlGaN, InGaN

В. GaN, AlInGaP

Г. GaAs, GaP, AlInGaP

7. К оптическому излучению относят электромагнитное излучение с длиной волны λ, лежащей в диапазоне?

А. от 1 нм до 1 мм

Б. от 380 нм до 780 нм

В. от 1 нм до 100 мкм

Г. от 0,2 мкм до 3 мкм

8. В какой спектральной области в основном излучается солнечная энергия, λ?

А. 0,2–3 мкм

Б. от 1 нм до 1000 мкм

В. от 1 нм до 1 мм

Г. 380 – 780 нм

9. Какие основные механизмы передачи тепла вы знаете?

А. Теплопроводность, конвекция, тепловое излучение

Б. Теплопроводность, конвекция, теплоотдача

В. Конвекция, теплоотдача, теплопередача

Г. Конвекция, тепловое излучение, теплопередача

10. Рассчитайте коэффициент полезного действия синего светодиода, если его световая отдача составляет 19,5 лм/Вт, максимальная длина волны 460 нм, прямой ток 350 мА и прямое напряжение 3,0 В?

А. 0,476

Б. 2,86

В. 20,49

Г. 19,5

11. Какой метод электрического соединения контактов кристалла и корпуса светодиода наиболее распространён при производстве светодиодов белого цвета свечения?

А. Сварка проволокой методом ультразвука

Б. Сварка проволокой методом термокомпрессии

В. Flip-chip монтаж

Г. Поверхностный монтаж

12. Какие типы светодиодных кристаллов по структуре вы знаете?

А. Вертикальные и планарные

Б. Вертикальные, планарные, lift-off

В. Вертикальные, планарные, flip-chip

Г. Вертикальные, планарные и для поверхностного монтажа

13. Спектроколориметр это?

А. Прибор предназначенный для измерения координат цветности и коррелированной цветовой температуры источников света в международной колориметрической системе МКО 1931г. и 1976 г. в режиме измерения яркости самосветящихся поверхностей накладным способом и в режиме измерения яркости киноэкранов

Б. Прибор, с помощью которого производится измерение характеристик силы света, коэффициента пульсации источников света

В. Прибор предназначенный для измерения кривых силы света

Г. Электронно-оптический измерительный прибор для измерения параметров волоконно-оптических линий передачи (ВОЛП)

14. На каком оборудовании проводится измерение распределения силы света?

А. На гониофотометре

Согласована на портале № 30692

Б. На спектроколориметре

В. На рефлектометре

Г. На оптиметре

15. Тепловое сопротивление светодиодного модуля это?

А. Отношение разницы температур к соответствующей рассеиваемой мощности

Б. Способность тела (его поверхности или какого-либо слоя) препятствовать распространению теплового движения молекул

В. Отношение рассеиваемой мощности к разнице температур (температура модуля минус температура окружающей среды)

Г. Отношение испускаемого светового потока к рассеиваемой мощности

16. Световой поток это?

А. Физическая величина, определяемая отношением световой энергии, переносимой излучением, ко времени переноса, значительно превышающему периоду электромагнитных колебаний

Б. Мощность лучистой энергии

В. Мощность видимого светового излучения, которое оценивается по зрительному ощущению

Г. Физическая величина, характеризующая величину световой энергии, переносимой в некотором направлении в единицу времени

17. Светодиод это?

А. Полупроводниковый прибор с p-n переходом, испускающий некогерентное видимое излучение при пропускании через него электрического тока

Б. Полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом, создающий оптическое излучение при деформации

В. Электронный элемент, обладающий различной проводимостью в зависимости от направления электрического тока

Г. Электровакуумный прибор, работающий за счёт управления интенсивностью потока электронов, движущихся в вакууме или разрежённом газе между электродами

18. Светодиодный модуль это?

А. Устройство используемое в качестве источника света, состоящее из одного или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических, механических, теплоотводящих компонентов и устройств коммутации, но не содержащее устройств управления

Б. Устройство используемое в качестве источника света, состоящее из двух или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических, механических, теплоотводящих компонентов и устройств коммутации, содержащее устройство управления

В. Устройство используемое в качестве источника света, состоящее из одного или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических и механических компонентов и устройств, содержащее устройство управления

Г. Устройство используемое в качестве источника света, состоящее из двух или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических, механических, теплоотводящих компонентов и устройств коммутации, но не содержащее устройство управления

19. Температурный коэффициент прямого напряжения это?

А. Изменение прямого напряжения при фиксированном токе в зависимости от температуры активной области

Б. Изменение обратного напряжения при фиксированном токе в зависимости от температуры активной области

В. Изменение прямого тока при фиксированном напряжении в зависимости от температуры активной области

Г. Изменение обратного тока при фиксированном напряжении в зависимости от температуры активной области

20. Коэффициент сохранения светового потока это?

А. Отношение значения светового потока лампы в заданное время к его начальному значению, выраженное в процентах

Б. Отношение начального значения светового потока лампы к значению в заданное время, выраженное в долях

Согласована на портале № 30692

В. Отношение значения светового потока лампы в заданное время к его начальному значению

Г. Отношение начального значения светового потока лампы к значению в заданное время, выраженное в процентах

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Полупроводниковые материалы.
2. Разновидности эпитаксиального выращивания полупроводниковых структур.
3. Характеристики полупроводниковых структур.
4. Требований к омическим контактам.
5. Контакт к n-типу GaN.
6. Контакт к p-типу GaN.
7. Система параметров полупроводниковой структуры.
8. Толщины слоёв структуры кристалла.
9. Измерения оптических характеристик полупроводникового кристалла.
10. Измерения механических характеристик полупроводникового кристалла.
11. Измерения электрических характеристик полупроводникового кристалла.
12. Расчёт КПД полупроводникового кристалла.
13. Планарные светодиодные кристаллы.
14. Вертикальные светодиодные кристаллы.
15 Flip-chip светодиодные кристаллы.
16. Топология омических контактов полупроводникового кристалла.
17. Кристаллы с подложкой из сапфира.
18. Кристаллы с подложкой из кремния.
19. Кристаллы с подложкой из карбида кремния.
20. Кристаллы с подложкой из меди.

14.1.3. Темы докладов

Полупроводниковые материалы. Разновидности эпитаксиального выращивания полупроводниковых структур. Характеристики полупроводниковых структур.

Требований к омическим контактам. Контакт к n-типу GaN. Контакт к p-типу GaN.

Система параметров полупроводниковой структуры. Толщины слоёв структуры кристалла. Измерения оптических, механических и электрических характеристик полупроводникового кристалла.

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Полупроводниковые материалы.

Разновидности эпитаксиального выращивания полупроводниковых структур.

Характеристики полупроводниковых структур.

Требований к омическим контактам.

Контакт к n-типу GaN.

Контакт к p-типу GaN.

Система параметров полупроводниковой структуры.

Толщины слоёв структуры кристалла.

Измерения оптических, механических и электрических характеристик полупроводникового кристалла.

14.1.5. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Полупроводниковые материалы.

Требований к омическим контактам.

Исследование оптических и электрических характеристик светодиодного кристалла

14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование зависимости спектра излучения кристалла от толщины запрещённой зоны полупроводниковой структуры.

Исследование сопротивления омических контактов кристалла.

Исследование оптических, механических и электрических характеристик кристалла.

Согласована на портале № 30692

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	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 материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 30692