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

Микро и нанотехнологии

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: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 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	104	104	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 1 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 30751

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 №_____.

Разработчики:

Доцент каф. РЭТЭМ _____ В. С. Солдаткин

Доцент каф. РЭТЭМ _____ А. А. Вилисов

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 № 30751

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Микро- и нанотехнологии» является формирование научной основы знаний, необходимой для создания элементов, приборов и устройств микро и наноэлектроники.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачей изучения дисциплины «Микро и нанотехнологии» является изучение физических процессов в наноразмерных полупроводниковых структурах и основ технологических методов для последующего использования их при разработке и эксплуатации приборов и устройств микроволновой, цифровой и оптической электроники, а также при проектировании электронных схем на их основе.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Микро и нанотехнологии» (Б1.В.ОД.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: История и методология науки и техники в области управления.

Последующими дисциплинами являются: Органические и неорганические наногетероструктуры, Печатные технологии ЭС.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;

– ПК-5 способностью анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные понятия, определения, термины, базовые процессы микро- и нанотехнологий электронных средств

– **уметь** разрабатывать технические задания на проектирование и проектировать технологические процессы производства электронных средств с использованием систем технологической подготовки производства

– **владеть** навыками разработки технологической документации на проектируемые модули, блоки, системы, комплексы электронных средств

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
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	40	40
Лекции	12	12
Практические занятия	10	10
Лабораторные работы	18	18
Самостоятельная работа (всего)	104	104
Оформление отчетов по лабораторным работам	40	40
Проработка лекционного материала	29	29
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	35	35

Согласована на портале № 30751

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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Миниатюризация электронных средств	2	3	0	13	18	ОПК-2, ПК-5
2 Основные технологические процессы	2	2	0	12	16	ОПК-2, ПК-5
3 Эпитаксиальные методы	2	2	18	52	74	ОПК-2, ПК-5
4 Молекулярно-пучковые методы	2	3	0	7	12	ОПК-2, ПК-5
5 Нанолитография	2	0	0	10	12	ОПК-2, ПК-5
6 Зондовые технологии	2	0	0	10	12	ОПК-2, ПК-5
Итого за семестр	12	10	18	104	144	
Итого	12	10	18	104	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
1 семестр			
1 Миниатюризация электронных средств	Размерные эффекты - характеризация микро и нано процессов, устройств.Области применения нанообъектов.	2	ОПК-2, ПК-5
	Итого	2	
2 Основные технологические процессы	Технологии получения диэлектрических слоёв.Технологии нанесения проводящих слоёв.Металлизация, гравировка.	2	ОПК-2, ПК-5
	Итого	2	
3 Эпитаксиальные методы	Жидкофазная эпитаксия, оборудование, режимы.Сегрегация примесей.Принципы газофазной эпитаксии.Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений.Особенности процессов вы-	2	ОПК-2, ПК-5

Согласована на портале № 30751

	ращивания полупроводниковых наноструктур.		
	Итого	2	
4 Молекулярно-пучковые методы	Ионное легирование полупроводников.Распределение примесей в слоях.Молеклярно-пучковая эпитаксия.Особенности и ограничения методов.	2	ОПК-2, ПК-5
	Итого	2	
5 Нанолитография	Процессы литографии - фото, электонно, рентгено и др. Размерные ограничения различных методов.Типы резистов, шаблоны для контактной и проекционной литографии.	2	ОПК-2, ПК-5
	Итого	2	
6 Зондовые технологии	Электронные микроскопы, атомно силовая микроскопия, принципы, характеристики.	2	ОПК-2, ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		12	

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 История и методология науки и техники в области управления	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Органические и неорганические наногетероструктуры	+	+	+	+	+	+
2 Печатные технологии ЭС	+	+	+	+	+	+

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.	
ОПК-2	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию

Согласована на портале № 30751

ПК-5	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, 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.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
3 Эпитаксиальные методы	Исследование электрических характеристик светодиодов.	6	ОПК-2, ПК-5
	Световые характеристики светодиодов (поток, сила света, КСС, световая отдача).	4	
	Исследование однородности эпитаксиальных структур	4	
	RGB-диод и его характеристики	4	
	Итого	18	
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
1 семестр			
1 Миниатюризация электронных средств	Особенности наноструктур.Квантовые ямы, проволоки, точки.	3	ОПК-2, ПК-5
	Итого	3	
2 Основные технологические процессы	Семинар: Окисление, металлизация, гравировка.	2	ОПК-2, ПК-5
	Итого	2	
3 Эпитаксиальные методы	Коллоквиум: Эпитаксиальное наращиваниеполупроводников	2	ОПК-2, ПК-5
	Итого	2	
4 Молекулярно-пучковые методы	Семинар: Размерные ограничения в литогроафии	3	ОПК-2, ПК-5
	Итого	3	

Согласована на портале № 30751

Итого за семестр		10	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Миниатюризация электронных средств	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-2, ПК-5	Коллоквиум, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	13		
2 Основные технологические процессы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-2, ПК-5	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	12		
3 Эпитаксиальные методы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-2, ПК-5	Коллоквиум, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Итого	52		
4 Молекулярно-пучковые методы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ОПК-2, ПК-5	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	7		
5 Нанолитография	Проработка лекционного материала	10	ОПК-2, ПК-5	Опрос на занятиях, Тест

Согласована на портале № 30751

	Итого	10		
6 Зондовые технологии	Проработка лекционного материала	10	ОПК-2, ПК-5	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	10		
Итого за семестр		104		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		140		

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
1 семестр				
Коллоквиум		5		5
Опрос на занятиях	2	2	1	5
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	22	27	21	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	22	49	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	Оценка (ECTS)

Согласована на портале № 30751

	экзамен	
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: 11.06.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Физико-химические основы технологии электронных средств: Учебное пособие / Иванов А. А., Ряполова Ю. В., Солдаткин В. С. - 2017. 307 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6922, дата обращения: 11.06.2018.
2. Полимерные материалы в светотехнике и электронике: Учебное пособие / Туев В. И., Вилисов А. А., Иванов А. А., Солдаткин В. С. - 2016. 47 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6609, дата обращения: 11.06.2018.
3. Современные проблемы светодиодных технологий и светотехнических устройств: Учебное пособие / Туев В. И. - 2017. 136 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6713, дата обращения: 11.06.2018.

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: 11.06.2018.
2. 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: 11.06.2018.
3. 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: 11.06.2018.

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:

Согласована на портале № 30751

– 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 безопасности жизнедеятельности / Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 314 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор 100 Base;
- Стол лабораторный угловой (2 шт.);
- Кресло Original;
- Системный блок Intel Pentium G2020 (17 шт.);
- Монитор SAMSUNG 710V SSS (2 шт.);
- Монитор 17 LCD Samsung;
- Монитор 17 SAMSUNG 710V (SSS) TFT SILVER (6 шт.);
- Монитор 17 SAMSUNG 740N;
- Монитор 17 SAMSUNG (2 шт.);
- Монитор 17 0.20 SAMSUNG 765DFX;
- ПЭВМ CPU INTEL PENTIUM4;
- Сканер HP SCANJET 3770;
- Телевизор плазменный 51 (129 cv);
- Компьютер Pentium Dual Core G850;
- Стол компьютерный (15 шт.);
- Принтер лазерный SAMSUNG 1020. A4;
- Доска маркерная;
- ПЭВМ PENTIUM4;
- ПЭВМ PENTIUM K6-266;
- Стенд информационный;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Adobe Acrobat Reader
– Apache OpenOffice 4
– Arduino IDE

Согласована на портале № 30751

- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Lazarus 1.8.2
- Mathcad 13
- Microsoft Windows 7
- Microsoft Windows XP
- Opera

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;
- 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.);

Согласована на портале № 30751

- 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;
- 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.

Согласована на портале № 30751

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. 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

2. 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

3. 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

4. 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

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

А. GaN, YAG

Б. GaN, AlGaN, InGaN

В. GaN, AlInGaP

Г. GaAs, GaP, AlInGaP

6. 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

Согласована на портале № 30751

Г. от 0,2 мкм до 3 мкм

7. 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

8. Какой люминофор используется в светодиоде белого свечения в качестве основного?

А. Неорганический люминофор

Б. Органический люминофор

В. Слой органического люминофора (ближе к кристаллу), потом слой неорганического люминофора

Г. Слой неорганического люминофора (ближе к кристаллу), потом слой органического люминофора

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

А. Электроны и дырки

Б. Фотоны и фононы

В. Электроны и фотоны

Г. Дырки и фотоны

10. Как называется тело, полностью поглощающее падающее на него излучение?

А. Абсолютно черное тело

Б. Абсолютно темное тело

В. Абсолютно поглощающее тело

Г. Абсолютное тело

11. Индекс цветопередачи это?

А. Мера соответствия зрительных восприятий цветного объекта, освещенного исследуемым и стандартным источниками света при определенных условиях наблюдения

Б. Параметр, характеризующий уровень соответствия естественного цвета тела видимому цвету этого тела

В. Соотношение цветовой температуры осветительного прибора к цветовой температуре солнечного света

Г. Характеристика хода интенсивности излучения источника света как функции длины волны в оптическом диапазоне

12. Полупроводниковый светодиод имеет структуру?

А. p – n

Б. p – n – p – n

В. p – n – p

Г.) n – p – n

13. Каким визуально воспринимается цвет излучаемый светодиодном белого цвета свечения с коррелированной цветовой температурой 2800К?

А. Тёплый

Б. Дневной

В. Холодный

Г. Нейтральный

14. 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

15. Какой существует недостаток у органического люминофора?

А. Разрушение при высоких температурах

Б. Нельзя получить белый свет

В. Высоко токсичен

Г. Тусклое свечение

Согласована на портале № 30751

16. При каком условии предмет кажется нам белым?

А. Одинаково отражает все лучи

Б. Одинаково поглощает все лучи

В. Частично отражает все лучи

Г. Частично поглощает все лучи

17. Единица измерения силы света?

А. Кандела

Б. Люкс

В. Люмен

Г. Джоуль

18. 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

19. На каком оборудовании проводится измерение распределения силы света?

А. На гониофотометре

Б. На спектроколориметре

В. На рефлектометре

Г. На оптиметре

20. 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

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Размерные эффекты - характеризация микро и нано процессов, устройств. Области применения нанообъектов.

Технологии получения диэлектрических слоёв. Технологии нанесения проводящих слоёв. Металлизация, гравировка.

Жидкофазная эпитаксия, оборудование, режимы. Сегрегация примесей. Принципы газофазной эпитаксии. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений. Особенности процессов выращивания полупроводниковых наноструктур.

Ионное легирование полупроводников. Распределение примесей в слоях. Молеклярно-пучковая эпитаксия. Особенности и ограничения методов.

Процессы литографии - фото, электонно, рентгено и др. Размерные ограничения различных методов. Типы резистов, шаблоны для контактной и проекционной литографии.

Электронные микроскопы, атомно силовая микроскопия, принципы, характеристики.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Размерные эффекты - характеризация микро и нано процессов, устройств.

Области применения нанообъектов.

Технологии получения диэлектрических слоёв.

Технологии нанесения проводящих слоёв.

Металлизация, гравировка.

Жидкофазная эпитаксия, оборудование, режимы.

Сегрегация примесей.

Принципы газофазной эпитаксии.

Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений.

Особенности процессов выращивания полупроводниковых наноструктур.

Ионное легирование полупроводников.

Распределение примесей в слоях.

Согласована на портале № 30751

Молеклярно-пучковая эпитаксия.
Особенности и ограничения методов.
Процессы литографии - фото, электонно, рентгено и др.
Размерные ограничения различных методов.
Типы резистов, шаблоны для контактной и проекционной литографии.
Электронные микроскопы, атомно силовая микроскопия, принципы, характеристики.

14.1.4. Темы коллоквиумов

Эпитаксиальное наращивание полупроводников

14.1.5. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Особенности наноструктур.
Квантовые ямы, проволоки, точки.
Семинар: Окисление, металлизация, гравировка.
Коллоквиум: Эпитаксиальное наращивание
полупроводников
Семинар: Размерные ограничения в литогроафии

14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование электрических характеристик светодиодов.
Световые характеристики светодиодов (поток, сила света, ССС, световая отдача).
Исследование однородности эпитаксиальных структур
RGB-диод и его характеристики

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

Согласована на портале № 30751

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 № 30751