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

Микро и нанотехнологии

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **27.04.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль): **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 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	12	12	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	46	46	часов
5	Из них в интерактивной форме	18	18	часов
6	Самостоятельная работа	62	62	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 1 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21048

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 50 от «26» 5 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа 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 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 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 согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

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 № 21048

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 следующие дисциплины: 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-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;

– ПСК-3 способностью разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устройства;

В результате изучения дисциплины студент 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 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	46	46
Лекции	18	18
Практические занятия	12	12
Лабораторные работы	16	16
Из них в интерактивной форме	18	18
Самостоятельная работа (всего)	62	62
Оформление отчетов по лабораторным работам	20	20
Проработка лекционного материала	20	20
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	22	22

Согласована на портале № 21048

Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Миниатюризация электронных средств	3	3	0	9	15	ОПК-4, ПСК-3
2 Основные технологические процессы	3	3	0	7	13	ОПК-4, ПСК-3
3 Эпитаксиальные методы	3	3	16	27	49	ОПК-4, ПСК-3
4 Молекулярно-пучковые методы	3	3	0	7	13	ОПК-4, ПСК-3
5 Нанолитография	3	0	0	7	10	ОПК-4, ПСК-3
6 Зондовые технологии	3	0	0	5	8	ОПК-4, ПСК-3
Итого за семестр	18	12	16	62	108	
Итого	18	12	16	62	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Миниатюризация электронных средств	Размерные эффекты - характеризация микро и нано процессов, устройств.Области применения нано-объектов.	3	ОПК-4, ПСК-3

Согласована на портале № 21048

	Итого	3	
2 Основные технологические процессы	Технологии получения диэлектрических слоёв.Технологии нанесения проводящих слоёв.Металлизация, гравировка.	3	ОПК-4, ПСК-3
	Итого	3	
3 Эпитаксиальные методы	Жидкофазная эпитаксия, оборудование, режимы.Сегрегация примесей-.Принципы газофазной эпитаксии.Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений.Особенности процессов выращивания полупроводниковых наноструктур.	3	ОПК-4, ПСК-3
	Итого	3	
4 Молекулярно-пучковые методы	Ионное легирование полупроводников.Распределение примесей в слоях.Молеклярно-пучковая эпитаксия.Особенности и ограничения методов.	3	ОПК-4, ПСК-3
	Итого	3	
5 Нанолитография	Процессы литографии - фото, электонно, рентгено и др. Размерные ограничения различных методов.Типы резистов, шаблоны для контактной и проекционной литографии.	3	ОПК-4, ПСК-3
	Итого	3	
6 Зондовые технологии	Электронные микроскопы, атомно силовая микроскопия, принципы, характеристики.	3	ОПК-4, ПСК-3
	Итого	3	
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 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	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 21048

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

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

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-4	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
ПСК-3	+	+	+	+	Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
1 семестр				
Исследовательский метод	8	6	4	18
Итого за семестр:	8	6	4	18
Итого	8	6	4	18

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.	4	ОПК-4, ПСК-3
	Световые характеристики светодиодов (поток, сила света, КСС, световая отда-	4	

Согласована на портале № 21048

	ча).		
	Исследование однородности эпитаксиальных структур	4	
	RGB-диод и его характеристики	4	
	Итого	16	
Итого за семестр		16	

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-4, ПСК-3
	Итого	3	
2 Основные технологические процессы	Семинар: Окисление, металлизация, гравировка.	3	ОПК-4, ПСК-3
	Итого	3	
3 Эпитаксиальные методы	Коллоквиум: Эпитаксиальное наращиваниеполупроводников	3	ОПК-4, ПСК-3
	Итого	3	
4 Молекулярно-пучковые методы	Семинар: Размерные ограничения в литогроафии	3	ОПК-4, ПСК-3
	Итого	3	
Итого за семестр		12	

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	7	ОПК-4, ПСК-3	Коллоквиум, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	9		

Согласована на портале № 21048

2 Основные технологические процессы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ОПК-4, ПСК-3	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	7		
3 Эпитаксиальные методы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ОПК-4, ПСК-3	Коллоквиум, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	5		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	5		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	5		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	5		
	Итого	27		
4 Молекулярно-пучковые методы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ОПК-4, ПСК-3	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	7		
5 Нанолитография	Проработка лекционного материала	7	ОПК-4, ПСК-3	Опрос на занятиях
	Итого	7		
6 Зондовые технологии	Проработка лекционного материала	5	ОПК-4, ПСК-3	Опрос на занятиях
	Итого	5		
Итого за семестр		62		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		98		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

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

Согласована на портале № 21048

1 семестр				
Коллоквиум		15		15
Опрос на занятиях	2	2	1	5
Отчет по лабораторной работе	10	15	10	35
Отчет по практическому занятию	5	5	5	15
Итого максимум за период	17	37	16	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	17	54	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: 30.05.2017.

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: 30.05.2017.

2. Полимерные материалы в светотехнике и электронике: Учебное пособие / Туев В. И.,

Согласована на портале № 21048

Вилисов А. А., Иванов А. А., Солдаткин В. С. - 2016. 47 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6609, дата обращения: 30.05.2017.

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: 30.05.2017.

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Технология изготовления светодиодных кристаллов: Учебно-методические указания для выполнения лабораторных работ / Солдаткин В. С., Ряполова Ю. В. - 2017. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6826, дата обращения: 30.05.2017.

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: 30.05.2017.

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: 30.05.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

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

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 4 этаж, аудитория 419/2. Состав оборудование: доска маркерная; компьютер с монитором; обучающий стенд изучения безопасности; система вентиляции и климат контроля.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 4 этаж, аудитория 419/2. Состав оборудование: доска маркерная; компьютер с монитором; обучающий стенд изучения безопасности; система вентиляции и климат контроля.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория, расположенная по адресу 634050, Томская область, г. Томск, пр. Ленина 40, лаборатория № 419. Состав оборудования: АРМ

Согласована на портале № 21048

ИНЖЕНЕРА (3 шт.). Виртуальная лаборатория АСК-4106 (2 шт.). Демонтажная станция. Компьютер с монитором (3 шт.). Доска МАРКЕРНО-МЕЛОВАЯ. Дымоуловитель QUICK 493A ESD (4 шт.). Измеритель светового потока «ТКА-КК1» Ионизатор воздуха QUICK 440. Источник питания (3 шт.). Шкаф. Спектрофлуометр СМ2203. Вентиляционная система. Стенд лабораторный для определения потерь тепла. Установка для демонстрации силы Лоренца U30065. Латр. Микрометр. Мультиметр цифровой (7 шт.). Генератор сигналов специальной формы AWG – 4105. Монтажно-демонтажная станция АМИ 6800. Прибор WA 222. Частотомер GFC-8010H 1Гц-120МГц GW. Инфракрасный дистанционный термометр UT30A. Осциллограф (2 шт.).

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, 2 этаж, ауд. 233. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 5 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные	Преимущественно дистанционными методами

Согласована на портале № 21048

двигательного аппарата	самостоятельные работы, вопросы к зачету	
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 21048

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

Микро и нанотехнологии

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **27.04.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль): **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 2015 года

Разработчики:
- Доцент каф. РЭТЭМ В. С. Солдаткин
- Доцент каф. РЭТЭМ А. А. Вилисов

Экзамен: 1 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21048

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
ПСК-3	способностью разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устройства	Должен знать основные понятия, определения, термины, базовые процессы микро- и нанотехнологий электронных средств; Должен уметь разрабатывать технические задания на проектирование и проектировать технологические процессы производства электронных средств с использованием систем технологической подготовки производства; Должен владеть навыками разработки технологической документации на проектируемые модули, блоки, системы, комплексы электронных средств;
ОПК-4	способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	

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 ПСК-3

ПСК-3: способностью разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устройства.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Согласована на портале № 21048

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основы разработки технологической документации на светотехнические устройства	разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устройства	навыками разработки технологической документации на светотехнические устройства
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Коллоквиум; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Коллоквиум; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Коллоквиум; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Успешное и структурированное знание основ разработки технологической документации на светотехнические устройства;	• Успешно и систематизировано разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устройства;	• Всеми необходимыми навыками разработки технологической документации на светотехнические устройства;
Хорошо (базовый уровень)	• Успешное но не структурированное знание основ разработки технологической документации на светотехнические устройства;	• Успешно но не систематизировано разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устройства;	• Основными навыками разработки технологической документации на светотехнические устройства;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Базовое знание основ разработки технологической документации на светотехнические устройства;	• Разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устройства под контролем квалифицированного специалиста;	• Навыками разработки технологической документации на светотехнические устройства под руководством квалифицированного специалиста;

Согласована на портале № 21048

2.2 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основы получения новых знаний и умения в своей предметной области	самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	навыками получения новых знаний и умения в своей предметной области
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Коллоквиум; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Коллоквиум; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Коллоквиум; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Успешные и структурированные знания основ получения новых знаний и умения в своей предметной области;	• Успешно и систематизировано самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;	• Всеми необходимыми навыками получения новых знаний и умения в своей предметной области;
Хорошо (базовый уровень)	• Успешные но не структурированные знания основ получения новых знаний и умения	• Успешно но не систематизировано самостоятельно приобретать и использовать в практи-	• Основными навыками получения новых знаний и умения в своей предметной области;

Согласована на портале № 21048

	в своей предметной области;	ческой деятельности новые знания и умения в своей предметной области;	
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Базовые знания основ получения новых знаний и умения в своей предметной области;	• Самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области под контролем квалифицированного специалиста;	• Навыками получения новых знаний и умения в своей предметной области под контролем квалифицированного специалиста;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы коллоквиумов

- Эпитаксиальное наращивание полупроводников

3.2 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.
- 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.

3.3 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.

Согласована на портале № 21048

– Электронные микроскопы, атомно силовая микроскопия, принципы, характеристики.

3.4 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

3.5 Темы лабораторных работ

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

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. 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, свободный.

4.2. 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, свободный.
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, свободный.
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, свободный.

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

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

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые 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

Согласована на портале № 21048