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

Физико-химические основы технологии электронных средств 1

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Технология электронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	26	26	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8	8	часов
5	Всего аудиторных занятий	68	68	часов
6	Самостоятельная работа	76	76	часов
7	Всего (без экзамена)	144	144	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 4 семестр
Курсовая работа (проект): 4 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 2812

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 49 от « 3 » 3 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

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

Разработчики:

Старший преподаватель кафедры РЭТЭМ каф. РЭТЭМ	_____	А. А. Иванов
заведующий кафедрой РЭТЭМ каф. РЭТЭМ	_____	В. И. Туев
доцент каф. РЭТЭМ	_____	Н. Н. Несмелова

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

Эксперт:

Доцент, к.т.н. каф. РЭТЭМ	_____	В. С. Солдаткин

Согласована на портале № 2812

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

познакомиться с тенденциями развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий, научиться использовать полученные знания в своей профессиональной деятельности

1.2. Задачи дисциплины

- изучить историю развития электронных технологий
- познакомиться с технологией интегральных микросхем
- изучить физико-химические основы технологии выращивания монокристаллического кремния и технологии легирования полупроводников
- изучить физико-химические основы поверхностных процессов и явлений, процессы очистки поверхности подложек изучить физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления, образования и роста тонких пленок

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физико-химические основы технологии электронных средств 1» (Б1.В.ОД.9) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Материалы и компоненты электронных средств, Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств, Физика, Физика полупроводниковых структур, Физико-химические основы технологии электронных средств 1, Физическая химия, Физические основы микро- и наноэлектроники, Химическая физика, Химия.

Последующими дисциплинами являются: Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС, Теплообмен в радиоэлектронных средствах, Технология производства электронных средств, Технология сборки и монтажа мощных светоизлучающих изделий.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий, возможности использования полученных знаний в своей профессиональной деятельности; роль физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий, физико–химические закономерности, лежащие в их основе; связи между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов; историю развития электронных технологий; основы технологии интегральных микросхем; физико-химические основы технологии выращивания монокристаллического кремния и технологии легирования полупроводников; физико-химические основы поверхностных процессов и явлений, процессы очистки поверхности подложек; физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления, образования и роста тонких пленок
- **уметь** учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; понимать роль физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий, выявлять физико–химические закономерности, лежащие в их основе; устанавливать связь между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов; применять технологии интегральных микросхем, выращивания монокристаллического кремния, легирования полупроводников; учитывать в профессиональной деятельности физико-химические основы поверхностных процессов и явлений, физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления, образования и роста тонких пленок; понимать процессы очистки поверхности подложек
- **владеть** способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной

Согласована на портале № 2812

деятельности; пониманием роли физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий и физико–химических закономерностей, лежащих в их основе; способностью устанавливать связь между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов; способностью применять технологии интегральных микросхем, выращивания монокристаллического кремния, легирования полупроводников; готовностью учитывать в профессиональной деятельности физико-химические основы поверхностных процессов и явлений, физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления, образования и роста тонких пленок; способностью понимать процессы очистки поверхности подложек

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
		4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	68	68
Лекции	26	26
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8	8
Самостоятельная работа (всего)	76	76
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	28	28
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	32	32
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Курсовая работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр							
1 Развитие электронных технологий	4	2	0	13	8	19	ОПК-7
2 Общие сведения о технологии интегральных микросхем	6	2	6	8		22	ОПК-7

Согласована на портале № 2812

3 Физико-химические основы технологии выращивания монокристаллического кремния	4	4	0	12		20	ОПК-7
4 Физико-химические основы поверхностных процессов и явлений	2	4	0	12		18	ОПК-7
5 Физико-химические основы легирования полупроводников	4	0	4	4		12	ОПК-7
6 Физико-химические процессы очистки поверхности подложек	2	2	0	12		16	ОПК-7
7 Физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления	2	4	0	13		19	ОПК-7
8 Физико-химические основы образования и роста тонких пленок	2	0	6	2		10	ОПК-7
Итого за семестр	26	18	16	76	8	144	
Итого	26	18	16	76	8	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
4 семестр			
1 Развитие электронных технологий	Этапы развития электроники. Классификация интегральных микросхем (ИМС). Профильно-технологическая схема.	4	ОПК-7
	Итого	4	
2 Общие сведения о технологии интегральных микросхем	Физико-химические характеристики и свойства полупроводников. Особенности формирования структуры полупроводниковой ИМС на примере эпитаксиально-планарного транзистора. Общая характеристика технологического процесса изготовления полупроводниковых ИМС	6	ОПК-7
	Итого	6	
3 Физико-химические основы технологии выращивания монокристаллического кремния	Получение поликристаллического кремния. Выращивание монокристаллических слитков кремния методом Чохральского. Получение монокристаллического кремния методом бестигельной зонной плавки	4	ОПК-7
	Итого	4	
4 Физико-химические основы	Термодинамика поверхностных про-	2	ОПК-7

Согласована на портале № 2812

поверхностных процессов и явлений	цессов. Смачивание. Адсорбционные процессы. Адгезия		
	Итого	2	
5 Физико-химические основы легирования полупроводников	Диффузионное легирование. Законы диффузии. Механизм диффузии. Факторы, влияющие на коэффициент диффузии. Техника выполнения диффузионного легирования. Ионная имплантация. Достоинства и недостатки ионной имплантации. Процессы взаимодействия ионов с веществом. Механизмы потерь энергии при взаимодействииона с веществом. Распределение пробега имплантированных ионов в твердом теле. Каналирование ионов. Образование и отжиг радиационных дефектов. Радиационно-стимулированная диффузия	4	ОПК-7
	Итого	4	
6 Физико-химические процессы очистки поверхности подложек	Виды загрязнений. Физические методы очистки. Механизм удаления поверхностных загрязнений. Химическая обработка подложек. Кинетика химического травления. Газовое травление.Термообработка	2	ОПК-7
	Итого	2	
7 Физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления	Механизм ионного травления. Коэффициент ионного распыления. Схема ионно-плазменного распыления. Триодная схема ИПТ. Ионно-лучевое травление. Плазмохимическое травление. Реактивное ионное травление	2	ОПК-7
	Итого	2	
8 Физико-химические основы образования и роста тонких пленок	Термодинамическая модель механизма зарождения и роста пленок. Гетерогенное образование зародышей.Влияние технологических факторов на структуру пленок. Особенности роста пленок. Эпитаксиальное наращивание пленок. Молекулярно-лучевая эпитаксия	2	ОПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		26	

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

Согласована на портале № 2812

	1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Материалы и компоненты электронных средств	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Физика полупроводниковых структур	+	+	+	+	+	+	+	+
5 Физико-химические основы технологии электронных средств 1	+	+	+	+	+	+	+	+
6 Физическая химия	+	+	+	+	+	+	+	+
7 Физические основы микро- и наноэлектроники	+	+	+	+	+	+	+	+
8 Химическая физика	+	+	+	+	+	+	+	+
9 Химия	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины								
1 Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Теплообмен в радиоэлектронных средствах	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Технология производства электронных средств	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Технология сборки и монтажа мощных светоизлучающих изделий	+	+	+	+	+	+	+	+

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

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

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

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 2812

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	Самостоятельная работа	
ОПК-7	+	+	+	+	+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, 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
4 семестр			
2 Общие сведения о технологии интегральных микросхем	Термодинамические принципы описания и анализа технологических процессов	6	ОПК-7
	Итого	6	
5 Физико-химические основы легирования полупроводников	Методы расчета констант равновесия и равновесных выходов	4	ОПК-7

Согласована на портале № 2812

	Итого	4	
8 Физико-химические основы образования и роста тонких пленок	Расчеты оптимальных термодинамических параметров важнейших технологических процесса производства ЭС	6	ОПК-7
	Итого	6	
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
4 семестр			
1 Развитие электронных технологий	Классификация интегральных микросхем	2	ОПК-7
	Итого	2	
2 Общие сведения о технологии интегральных микросхем	Характеристики и свойства полупроводниковых материалов	2	ОПК-7
	Итого	2	
3 Физико-химические основы технологии выращивания монокристаллического кремния	Методы создания полупроводниковых структур с заданными свойствами	4	ОПК-7
	Итого	4	
4 Физико-химические основы поверхностных процессов и явлений	Поверхностное натяжение. Смачивание, адгезия. Адсорбция	4	ОПК-7
	Итого	4	
6 Физико-химические процессы очистки поверхности подложек	Методы получения защитных диэлектрических пленок	2	ОПК-7
	Итого	2	
7 Физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления	Химические и электрохимические методы осаждения металлических пленок	4	ОПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

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
4 семестр				

Согласована на портале № 2812

1 Развитие электронных технологий	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	13		
2 Общие сведения о технологии интегральных микросхем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	8		
3 Физико-химические основы технологии выращивания монокристаллического кремния	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
4 Физико-химические основы поверхностных процессов и явлений	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	12		
5 Физико-химические основы легирования полупроводников	Проработка лекционного материала	4	ОПК-7	Опрос на занятиях
	Итого	4		
6 Физико-химические процессы очистки поверхности подложек	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
7 Физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	13		

Согласована на портале № 2812

8 Физико-химические основы образования и роста тонких пленок	Проработка лекционного материала	2	ОПК-7	Опрос на занятиях
	Итого	2		
Итого за семестр		76		
	Подготовка и сдача экзамена / зачета	36		Экзамен
Итого		112		

10. Курсовая работа (проект)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Таблица 10. 1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	формируемые компетенции
4 семестр		
Целью курсовой работы является закрепление и углубление знаний, полученных при изучении курса. Основная задача курсовой работы состоит в том, чтобы освоить методы расчета параметров ионно-плазменной обработки материалов в двухэлектродных системах катодного распыления. Распыление материалов и образование слоев путем напыления при низких давлениях стало важным физическим и технологическим процессом при изготовлении изделий микроэлектроники и технологии производства электронных средств (ЭС).	8	ОПК-7
Итого за семестр	8	

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- ТЕХНИКА КАТОДНОГО РАСПЫЛЕНИЯ
- РАСЧЕТ ПОТЕНЦИАЛА ЗАЖИГАНИЯ, ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ИНТЕНСИВНОСТИ ОСАЖДЕНИЯ
- РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА РАСПЫЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА
- РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА КАТОДА-МИШЕНИ

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
4 семестр				
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15

Согласована на портале № 2812

Отчет по практическому занятию	8	8	9	25
Собеседование	5	5	5	15
Итого максимум за период	23	23	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	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. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 480 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/41019 — Загл. с экрана. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/41019

2. 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: 08.05.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Сушков, А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2004. — 464 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/639 — Загл. с экрана. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/639

2. Волков, Ю.С. Электрофизические и электрохимические процессы обработки материалов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 396 с. — Режим доступа:

Согласована на портале № 2812

http://e.lanbook.com/book/75505 — Загл. с экрана. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/75505

3. Физико-химические основы технологии электронных систем: Учебное пособие / Чикин Е. В. - 2006. 209 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1130, дата обращения: 08.05.2017.

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физико-химические основы технологии электронных средств: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы / Ряполова Ю. В., Иванов А. А. - 2017. 46 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6895, дата обращения: 08.05.2017.

2. Физико-химические основы технологии электронных средств: Методические указания к лабораторным работам / Ряполова Ю. В., Иванов А. А., Каменкова В. С., Солдаткин В. С. - 2017. 88 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6896, дата обращения: 08.05.2017.

3. Физико-химические основы технологии электронных средств: Методические указания по выполнению курсовой работы / Ряполова Ю. В., Иванов А. А. - 2017. 37 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6906, дата обращения: 08.05.2017.

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. http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru - Федеральный институт промышленной собственности, РОСПАТЕНТ
2. http://elibrary.ru/defaultx.asp - eLIBRARY.ru, научная электронная библиотека
3. https://www.google.ru - поисковая система Гугл
4. https://edu.tusur.ru - научно-образовательный портал ТУСУРа
5. https://e.lanbook.com/ - электронная библиотека издательства "Лань"

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических занятий используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

Согласована на портале № 2812

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных работы используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, 4 этаж, ауд. 424. Состав оборудования: учебная мебель; вытяжная вентиляция, лабораторные столы, химические реактивы, лабораторное и контрольно-измерительное оборудование

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-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по	Тесты, письменные самостоятельные	Преимущественно проверка

Согласована на портале № 2812

общемедицинским показаниям	работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	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 № 2812

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

Физико-химические основы технологии электронных средств 1

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Технология электронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **2**
Семестр: **4**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:
- Старший преподаватель кафедры РЭТЭМ каф. РЭТЭМ А. А. Иванов
- заведующий кафедрой РЭТЭМ каф. РЭТЭМ В. И. Туев
- доцент каф. РЭТЭМ Н. Н. Несмелова

Экзамен: 4 семестр
Курсовая работа (проект): 4 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 2812

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Должен знать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий, возможности использования полученных знаний в своей профессиональной деятельности; роль физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий, физико–химические закономерности, лежащие в их основе; связи между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов; историю развития электронных технологий; основы технологии интегральных микросхем; физико-химические основы технологии выращивания монокристаллического кремния и технологии легирования полупроводников; физико-химические основы поверхностных процессов и явлений, процессы очистки поверхности подложек; физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления, образования и роста тонких пленок; Должен уметь учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; понимать роль физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий, выявлять физико–химические закономерности, лежащие в их основе; устанавливать связь между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов; применять технологии интегральных микросхем, выращивания монокристаллического кремния, легирования полупроводников; учитывать в профессиональной деятельности физико-химические основы поверх-

Согласована на портале № 2812

		ностных процессов и явлений, физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления, образования и роста тонких пленок; понимать процессы очистки поверхности подложек; Должен владеть способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; пониманием роли физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий и физико–химических закономерностей, лежащих в их основе; способностью устанавливать связь между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов; способностью применять технологии интегральных микросхем, выращивания монокристаллического кремния, легирования полупроводников; готовностью учитывать в профессиональной деятельности физико-химические основы поверхностных процессов и явлений, физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления, образования и роста тонких пленок; способностью понимать процессы очистки поверхности подложек;

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

Согласована на портале № 2812

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-7

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

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

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий, возможности использования полученных знаний в своей профессиональной деятельности; роль физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий, физико–химические закономерности, лежащие в их основе; связи между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов; историю развития электронных технологий; основы технологии интегральных микросхем; физико-химические основы технологии выращивания монокристаллического кремния и технологии легирования полупроводников; физико-химические основы поверхностных процессов и явлений, процессы очистки поверхности подложек; физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления, образования и роста тонких пленок	учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; понимать роль физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий, выявлять физико–химические закономерности, лежащие в их основе; устанавливать связь между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов; применять технологии интегральных микросхем, выращивания монокристаллического кремния, легирования полупроводников; учитывать в профессиональной деятельности физико-химические основы поверхностных процессов и явлений, физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления, образования и роста тонких пленок; понимать процессы очистки поверхности подложек	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; пониманием роли физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий и физико–химических закономерностей, лежащих в их основе; способностью устанавливать связь между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов; способностью применять технологии интегральных микросхем, выращивания монокристаллического кремния, легирования полупроводников; готовностью учитывать в профессиональной деятельности физико-химические основы поверхностных процессов и явлений, физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления, образования и роста тонких пленок; способностью понимать процессы очистки поверхности подложек
Виды занятий	• Практические занятия;	• Практические занятия;	• Лабораторные работы;

Согласована на портале № 2812

	• Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

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)	• современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий, возможности использования полученных знаний в своей профессиональной деятельности; роль физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий, физико–химические закономерности, лежащие в их основе; связи между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов; историю развития электронных технологий; основы технологии интегральных микросхем; физико-химические основы технологии выращивания моно-	• учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; понимать роль физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий, выявлять физико–химические закономерности, лежащие в их основе; устанавливать связь между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов; применять технологии интегральных микросхем, выращивания монокристаллического кремния, легирования полупроводников; учитывать в про-	• способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; пониманием роли физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий и физико–химических закономерностей, лежащих в их основе; способностью устанавливать связь между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов; способностью применять технологии интегральных микросхем, выращивания монокристаллического кремния, легирования полупро-

Согласована на портале № 2812

	кристаллического кремния и технологии легирования полупроводников; физико-химические основы поверхностных процессов и явлений, процессы очистки поверхности подложек; физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления, образования и роста тонких пленок, процессы очистки поверхности подложек;	фессиональной деятельности физико-химические основы поверхностных процессов и явлений, физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления, образования и роста тонких пленок; понимать процессы очистки поверхности подложек;	водников; готовностью учитывать в профессиональной деятельности физико-химические основы поверхностных процессов и явлений, физико-химические основы ионно-плазменного и плазмохимического травления, образования и роста тонких пленок; способностью понимать процессы очистки поверхности подложек;
Хорошо (базовый уровень)	• современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий, возможности использования полученных знаний в своей профессиональной деятельности; роль физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий, физико–химические закономерности, лежащие в их основе; связи между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов; историю развития электронных технологий; основы технологии интегральных микросхем;	• учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; понимать роль физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий, выявлять физико–химические закономерности, лежащие в их основе; устанавливать связь между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов;	• способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; пониманием роли физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий и физико–химических закономерностей, лежащих в их основе; способностью устанавливать связь между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий, возможности использования полученных знаний в своей профессиональной деятельности;	• учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;	• способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

Согласована на портале № 2812

3 Типовые контрольные задания

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

3.1 Вопросы на собеседование

– Назвать основные этапы развития электроники. Что такое планарная технология? Назвать основные виды интегральных микросхем. В чем особенности полупроводниковых ИМС? Изобразить структуры основных элементов ИМС, выполненных по планарной технологии (диод, резистор, транзистор). В чем особенности гибридных ИМС? Каковы характерные особенности совмещенных ИМС? Что такое степень интеграции? Как подразделяются ИМС в зависимости от степени интеграции? Что такое профильно-технологическая схема? Перечислить основные технологические процессы, связанные с изготовлением ИМС. На какие группы можно подразделить основные технологические процессы изготовления ИМС?

3.2 Темы опросов на занятиях

– Этапы развития электроники. Классификация интегральных микросхем (ИМС). Профильно-технологическая схема.

– Физико-химические характеристики и свойства полупроводников. Особенности формирования структуры полупроводниковой ИМС на примере эпитаксиально-планарного транзистора. Общая характеристика технологического процесса изготовления полупроводниковых ИМС

– Получение поликристаллического кремния. Выращивание монокристаллических слитков кремния методом Чохральского. Получение монокристаллического кремния методом бестигельной зонной плавки

– Термодинамика поверхностных процессов. Смачивание. Адсорбционные процессы. Адгезия

– Диффузионное легирование. Законы диффузии. Механизм диффузии. Факторы, влияющие на коэффициент диффузии. Техника выполнения диффузионного легирования. Ионная имплантация. Достоинства и недостатки ионной имплантации. Процессы взаимодействия ионов с веществом. Механизмы потерь энергии при взаимодействии

– иона с веществом. Распределение пробега имплантированных ионов в твердом теле. Каналирование ионов. Образование и отжиг радиационных дефектов. Радиационно-стимулированная диффузия

– Виды загрязнений. Физические методы очистки. Механизм удаления поверхностных загрязнений. Химическая обработка подложек. Кинетика химического травления. Газовое травление.Термообработка

– Механизм ионного травления. Коэффициент ионного распыления. Схема ионно-плазменного распыления. Триодная схема ИПТ. Ионно-лучевое травление. Плазмохимическое травление. Реактивное ионное травление

– Термодинамическая модель механизма зарождения и роста пленок. Гетерогенное образование зародышей.Влияние технологических факторов на структуру пленок. Особенности роста пленок. Эпитаксиальное наращивание пленок. Молекулярно-лучевая эпитаксия

3.3 Экзаменационные вопросы

– Этапы развития электроники. Классификация интегральных микросхем (ИМС). Профильно-технологическая схема.

– Физико-химические характеристики и свойства полупроводников. Особенности формирования структуры полупроводниковой ИМС на примере эпитаксиально-планарного транзистора. Общая характеристика технологического процесса изготовления полупроводниковых ИМС

– Получение поликристаллического кремния. Выращивание монокристаллических слитков кремния методом Чохральского. Получение монокристаллического кремния методом бестигельной зонной плавки

– Термодинамика поверхностных процессов. Смачивание. Адсорбционные процессы. Адгезия

Согласована на портале № 2812

– Диффузионное легирование. Законы диффузии. Механизм диффузии. Факторы, влияющие на коэффициент диффузии. Техника выполнения диффузионного легирования. Ионная имплантация. Достоинства и недостатки ионной имплантации. Процессы взаимодействия ионов с веществом. Механизмы потерь энергии при взаимодействии иона с веществом. Распределение пробега имплантированных ионов в твердом теле. Каналирование ионов. Образование и отжиг радиационных дефектов. Радиационно-стимулированная диффузия

– Виды загрязнений. Физические методы очистки. Механизм удаления поверхностных загрязнений. Химическая обработка подложек. Кинетика химического травления. Газовое травление.Термообработка

– Механизм ионного травления. Коэффициент ионного распыления. Схема ионно-плазменного распыления. Триодная схема ИПТ. Ионно-лучевое травление. Плазмохимическое травление. Реактивное ионное травление

– Термодинамическая модель механизма зарождения и роста пленок. Гетерогенное образование зародышей.Влияние технологических факторов на структуру пленок. Особенности роста пленок. Эпитаксиальное наращивание пленок. Молекулярно-лучевая эпитаксия

3.4 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– Классификация интегральных микросхем
– Характеристики и свойства полупроводниковых материалов
– Методы создания полупроводниковых структур с заданными свойствами
– Поверхностное натяжение. Смачивание, адгезия. Адсорбция
– Методы получения защитных диэлектрических пленок
– Химические и электрохимические методы осаждения металлических пленок

3.5 Темы лабораторных работ

– ˜ Исследование процессов получения защитных диэлектрических покрытий методом анодного оксидирования.
– ˜ Исследование процессов адсорбции.
– ˜ Исследование процессов вакуум-термического метода нанесения тонких пленок
– ˜ Исследование процессов получения металлических пленок методом электрохимического осаждения.

3.6 Темы курсовых проектов (работ)

– История развития электроники. Особенности планарной технологии.Классификация физико–химических процессов в технологии электронных средств.

– Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Условия самопроизвольности процессов. Особенности кристаллической структуры полупроводниковых материалов. Индексы Миллера. Идеальные и реальные кристаллы. Дефекты кристаллической решетки.

– Элементы теории взаимодействия нейтральных частиц с поверхностью твердого тела. Миграционная подвижность, поверхностная диффузия и взаимная растворимость материалов. Физико–химические границы раздела. Адсорбционные явления и процессы, физико–химические основы ад-сорбции и адгезии. Природа сил адгезии и кинетика образования адге зионных связей. Энергетика поверхностных реакций. Идеальная и реальная поверхности. Понятие об атомно– чистой поверхности. Процессы на реальный поверхности и кинетика удаления загрязнений. Физико–химические основы процессов загрязнения и роста пленок и слоев. Анализ гомогенного и гетерогенного зарождения новой фазы. Влияние физико–химических факторов зарождения пленок на структуру и свойства пленок. Эпитаксиальный рост пленок.

– Основные законы диффузии. Механизм диффузионных процессов. Многокомпонентная и многостадийная диффузия и ее роль в технологических процессах. Зависимость скорости и направления процессов от физико–химических параметров и технологических факторов. Радиационно-стимулированная диффузия.

– Виды загрязнений и способы их удаления. Процессы на реальной поверхности и кинетика удаления загрязнений. Поверхностно-активные вещества. Виды поверхностного травления в технологии РЭС. Кинетика и основные характеристики ионно-плазменного и плазмо-химического травления.

Согласована на портале № 2812

– Термодинамика и кинетика процесса испарения в вакууме. Основы процесса получения тонких пленок методом термовакуумного испарения. Основы технологии получения тонких пленок ионно-плазменным распылением.

– основы электрохимических процессов осаждения слоев и пленок. Виды поляризации при электролизе. Получение диэлектрических методом анодного оксидирования. Термическое окисление как способ пассивации, создания защитных диэлектрических покрытий.

– Принцип применения системного анализа при производстве РЭС. Механизм образования соединений пайкой и сваркой. Кинетика процессов флюсования. Электрохимические реакции в процессах сварки. дефекты и механические напряжения в сварных соединениях.

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. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 480 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/41019 — Загл. с экрана. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/41019
2. 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.

4.2. Дополнительная литература

1. Сушков, А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2004. — 464 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/639 — Загл. с экрана. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/639
2. Волков, Ю.С. Электрофизические и электрохимические процессы обработки материалов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 396 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/75505 — Загл. с экрана. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/75505
3. Физико-химические основы технологии электронных систем: Учебное пособие / Чикин Е. В. - 2006. 209 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1130, свободный.

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физико-химические основы технологии электронных средств: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы / Ряполова Ю. В., Иванов А. А. - 2017. 46 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6895, свободный.
2. Физико-химические основы технологии электронных средств: Методические указания к лабораторным работам / Ряполова Ю. В., Иванов А. А., Каменкова В. С., Солдаткин В. С. - 2017. 88 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6896, свободный.
3. Физико-химические основы технологии электронных средств: Методические указания по выполнению курсовой работы / Ряполова Ю. В., Иванов А. А. - 2017. 37 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6906, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru - Федеральный институт промышленной собственности, РОСПАТЕНТ
2. http://elibrary.ru/defaultx.asp - eLIBRARY.ru, научная электронная библиотека
3. https://www.google.ru - поисковая система Гугл
4. https://edu.tusur.ru - научно-образовательный портал ТУСУРа
5. https://e.lanbook.com/ - электронная библиотека издательства "Лань"

Согласована на портале № 2812