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

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 2013 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 № 19448

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 каф. РЭТ-ЭМ	_____	А. А. Иванов
заведующий 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 № 19448

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

познакомиться с физико–химическими закономерностями, лежащими в основе современных электронных технологий

сформировать способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

1.2. Задачи дисциплины

– познакомиться с современными тенденциями развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий и с возможностями их применения в своей профессиональной деятельности

– осознать ключевую роль физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий

– познакомиться с химической термодинамикой и кинетикой технологических процессов,изучить основы кристаллохимии, электрохимии

– рассмотреть законы термодинамики растворов и неравновесных систем, физико-химические явления на поверхности раздела двух фаз, процессы формирования пленочных покрытий

– изучить особенности применения физико–химического анализа для исследования и совершенствования электронных технологий

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физико-химические основы технологии электронных средств» (Б1.В.ОД.7) относится к блоку 1 (вариативная часть).

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

Последующими дисциплинами являются: Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС, 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 и возможности их применения в своей профессиональной деятельности; базовые физико–химические принципы создания и совершенствования современных электронных технологий; зависимости между технологическими факторами и параметрами физических структур, элементов; основы химической термодинамики, кристаллохимии, электрохимии, кинетики технологических процессов; законы термодинамики растворов и неравновесных систем, физико-химические явления на поверхности раздела двух фаз, процессы формирования пленочных покрытий; особенности применения физико–химического анализа как метода научного исследования и совершенствования электронных технологий

– **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; понимать основные положения химической термодинамики и кинетики технологических процессов, кристаллохимии, электрохимии, законы термодинамики растворов и неравновесных систем, физико-химические явления на поверхности раздела двух фаз, процессы формирования пленочных

Согласована на портале № 19448

покрытий; применять методы физико–химического анализа для исследования и совершенствования электронных технологий

– **владеть** способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; осознанием роли физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий; способностью понимать физико–химические закономерности, лежащие в основе современных электронных технологий; основными принципами и законами химической термодинамики, кинетики технологических процессов, основами кристаллохимии, электрохимии, термодинамики растворов и неравновесных систем; знаниями особенностей физико-химических явлений, возникающих на поверхности раздела двух фаз, и процессов формирования пленочных покрытий; готовностью применять методы физико–химического анализа для исследования и совершенствования электронных технологий; методами теоретического анализа и экспериментального исследования электронных технологий; способностью определять оптимальные технологические режимы

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	12	12
Подготовка к лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	13	13
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	9	9
Написание рефератов	10	10
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	20	20
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.

Согласована на портале № 19448

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 Роль физико–химических процессов в технологии электронных средств.	6	2	0	15	8	23	ОПК-7
2 Химическая термодинамика технологических процессов. Элементы кристаллохимии.	4	2	0	4		10	ОПК-7
3 Явления и процессы на поверхности раздела двух фаз.	6	4	4	15		29	ОПК-7
4 Кинетика технологических процессов производства электронных средств.	2	4	0	5		11	ОПК-7
5 Основы термодинамики растворов и неравновесных систем.	2	0	0	10		12	ОПК-7
6 Физико–химические процессы формирования пленочных покрытий.	2	2	4	13		21	ОПК-7
7 Электрохимические процессы. Электролиз. Поляризационные процессы при электролизе.	2	4	8	13		27	ОПК-7
8 Физико–химический анализ как метод научного исследования эффективности производства электронных средств.	2	0	0	1		3	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 Роль физико–химических процессов в технологии	История развития электроники. Особенности планарной технологии.Клас-	6	ОПК-7

Согласована на портале № 19448

электронных средств.	сификация физико–химических процессов в технологии электронных средств.		
	Итого	6	
2 Химическая термодинамика технологических процессов. Элементы кристаллохимии.	Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Условия самопроизвольности процессов. Особенности кристаллической структуры полупроводниковых материалов. Индексы Миллера. Идеальные и реальные кристаллы. Дефекты кристаллической решетки.	4	ОПК-7
	Итого	4	
3 Явления и процессы на поверхности раздела двух фаз.	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 адгезионных 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.	6	ОПК-7
	Итого	6	
4 Кинетика технологических процессов производства электронных средств.	Основные законы диффузии. Механизм диффузионных процессов. Многокомпонентная и многостадийная диффузия и ее роль в технологических процессах. Зависимость скорости и направления процессовот физико–химических параметров и технологических факторов. Радиационно-стимулированная диффузия.	2	ОПК-7
	Итого	2	
5 Основы термодинамики растворов и неравновесных систем.	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 ха-	2	ОПК-7

Согласована на портале № 19448

	рактеристики ионно-плазменного и плазмо-химического травления.		
	Итого	2	
6 Физико–химические процессы формирования пленочных покрытий.	Термодинамика и кинетика процесса испарения в вакууме. Основы процесса получения тонких пленок методом термовакуумного испарения.Основы технологии получения тонких пленок ионно-плазменным распылением.	2	ОПК-7
	Итого	2	
7 Электрохимические процессы. Электролиз. Поляризационные процессы при электролизе.	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.	2	ОПК-7
	Итого	2	
8 Физико–химический анализ как метод научного исследования эффективности производства электронных средств.	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.	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							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Материалы и компоненты электронных средств	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Физика полупроводниковых структур	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Физическая химия	+	+	+	+	+	+	+	+
5 Физические основы микро- и наноэлектроники	+	+	+	+	+	+	+	+
6 Химическая физика	+	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 19448

7 Химия	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины								
1 Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Технология производства электронных средств	+	+	+	+	+	+	+	+
3 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

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	Самостоятельная работа	

Согласована на портале № 19448

ОПК-7	+	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Выступление (доклад) на занятии, Отчет по курсовой работе, Реферат, 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			
3 Явления и процессы на поверхности раздела двух фаз.	Исследование процессов адсорбции.	4	ОПК-7
	Итого	4	
6 Физико–химические процессы формирования пленочных покрытий.	Исследование процессов вакуум-термического метода нанесения тонких пленок	4	ОПК-7
	Итого	4	
7 Электрохимические процессы. Электролиз. Поляризационные процессы при электролизе.	Исследование процессов получения металлических пленок методом электрохимического осаждения.	4	ОПК-7
	Исследование процессов получения защитных диэлектрических покрытий методом анодного оксидирования.	4	
	Итого	8	
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 Роль физико–химических	Роль физико-химических процессов в	2	ОПК-7

Согласована на портале № 19448

процессов в технологии электронных средств.	технологии электронных средств.		
	Итого	2	
2 Химическая термодинамика технологических процессов. Элементы кристаллохимии.	Определение кристаллографических плоскостей и направлений. Индексы Миллера.	2	ОПК-7
	Итого	2	
3 Явления и процессы на поверхности раздела двух фаз.	Элементы теории взаимодействия частиц с поверхностью.	2	ОПК-7
	Физико-химические процессы адсорбции и адгезии.	2	
	Итого	4	
4 Кинетика технологических процессов производства электронных средств.	Расчет термодиффузионных процессов.	2	ОПК-7
	Взаимодействие ионов с веществом.	2	
	Итого	4	
6 Физико–химические процессы формирования пленочных покрытий.	Термодинамика и кинетика процессов испарения вещества в вакууме.	2	ОПК-7
	Итого	2	
7 Электрохимические процессы. Электролиз. Поляризационные процессы при электролизе.	Электрохимические процессы осаждения 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				
1 Роль физико–химических процессов в технологии электронных средств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Реферат, Собеседование
	Написание рефератов	10		
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	15		
2 Химическая термодинамика технологических процессов. Элементы кристаллохимии.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Собеседование
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		

Согласована на портале № 19448

3 Явления и процессы на поверхности раздела двух фаз.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	3		
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	15		
4 Кинетика технологических процессов производства электронных средств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
5 Основы термодинамики растворов и неравновесных систем.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	9	ОПК-7	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Собеседование
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	10		
6 Физико–химические процессы формирования пленочных покрытий.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	13		
7 Электрохимические процессы. Электролиз. Поляризационные процессы при электролизе.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	13		
8 Физико–химический анализ как метод научного исследования	Проработка лекционного материала	1		Опрос на занятиях
	Итого	1		

Согласована на портале № 19448

эффективности производства электронных средств.				
Итого за семестр		76		
	Подготовка и сдача экзамена / зачета	36		Экзамен
Итого		112		

9.1. Темы рефератов

1. История развития электронных технологий

9.2. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Основные понятия термодинамики: изолированные и открытые системы, равновесные и неравновесные системы, термодинамические переменные, температура, интенсивные и экстенсивные переменные. Уравнения состояния. Теорема о соответственных состояниях. Вириальные уравнения состояния. Первый и второй законы термодинамики. Основные положения термодинамики неравновесных процессов. Локальное равновесие. Флуктуации. Функция диссипации. Потоки и силы. Скорость производства энтропии. Зависимость скорости производства энтропии от обобщенных потоков и сил. Соотношения взаимности Онсагера. Стационарное состояние системы и теорема Пригожина.

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

Согласована на портале № 19448

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				
Выступление (доклад) на занятии	5			5
Конспект самоподготовки		10		10
Опрос на занятиях	3	3	2	8
Отчет по лабораторной работе		5	5	10
Отчет по практическому занятию	5	5	5	15
Реферат	10			10
Собеседование	4	4	4	12
Итого максимум за период	27	27	16	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	27	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	

Согласована на портале № 19448

	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: 05.05.2017.

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: 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: 05.05.2017.

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: 05.05.2017.

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: 05.05.2017.

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: 05.05.2017.

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.

Согласована на портале № 19448

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.

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,

Согласована на портале № 19448

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 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 № 19448

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

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 2013 года

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

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

Томск 2017

Согласована на портале № 19448

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 и возможности их применения в своей профессиональной деятельности; базовые физико–химические принципы создания и совершенствования современных электронных технологий; зависимости между технологическими факторами и параметрами физических структур, элементов; основы химической термодинамики, кристаллохимии, электрохимии, кинетики технологических процессов; законы термодинамики растворов и неравновесных систем, физико-химические явления на поверхности раздела двух фаз, процессы формирования пленочных покрытий; особенности применения физико–химического анализа как метода научного исследования и совершенствования электронных технологий; 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; понимать основные положения химической термодинамики и кинетики технологических процессов, кристаллохимии, электрохимии, законы термодинамики растворов и неравновесных систем, физико-химические явления на поверхности раздела двух фаз, процессы формирования пленочных покрытий; применять мето-

Согласована на портале № 19448

		ды физико–химического анализа для исследования и совершенствования электронных технологий; Должен владеть способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; осознанием роли физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий; способностью понимать физико–химические закономерности, лежащие в основе современных электронных технологий; основными принципами и законами химической термодинамики, кинетики технологических процессов, основами кристаллохимии, электрохимии, термодинамики растворов и неравновесных систем; знаниями особенностей физико-химических явлений, возникающих на поверхности раздела двух фаз, и процессов формирования пленочных покрытий; готовностью применять методы физико–химического анализа для исследования и совершенствования электронных технологий; методами теоретического анализа и экспериментального исследования электронных технологий; способностью определять оптимальные технологические режимы;

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 № 19448

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 и возможности их применения в своей профессиональной деятельности; базовые физико–химические принципы создания и совершенствования современных электронных технологий; зависимости между технологическими факторами и параметрами физических структур, элементов; основы химической термодинамики, кристаллохимии, электрохимии, кинетики технологических процессов; законы термодинамики растворов и неравновесных систем, физико-химические явления на поверхности раздела двух фаз, процессы формирования пленочных покрытий; особенности применения физико–химического анализа как метода научного исследования и совершенствования электронных технологий	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; понимать основные положения химической термодинамики и кинетики технологических процессов, кристаллохимии, электрохимии, законы термодинамики растворов и неравновесных систем, физико-химические явления на поверхности раздела двух фаз, процессы формирования пленочных покрытий; применять методы физико–химического анализа для исследования и совершенствования электронных технологий	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; осознанием роли физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий; способностью понимать физико–химические закономерности, лежащие в основе современных электронных технологий; основными принципами и законами химической термодинамики, кинетики технологических процессов, основами кристаллохимии, электрохимии, термодинамики растворов и неравновесных систем; знаниями особенностей физико-химических явлений, возникающих на поверхности раздела двух фаз, и процессов формирования пленочных покрытий; готовностью применять методы физико–химического анализа для исследования и совершенствования электронных технологий; методами теоретического анализа и экспериментального исследования электронных технологий;

Согласована на портале № 19448

			способностью определять оптимальные технологические режимы
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по курсовой работе; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по курсовой работе; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по курсовой работе; • Реферат; • 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 и возможности их применения в своей профессиональной деятельности; базовые физико–химические принципы создания и совершенствования современных электронных технологий; зависимости между тех-	• 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 зако-	• способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; осознанием роли физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий; способностью понимать физико–

Согласована на портале № 19448

	нологическими факторами и параметрами физических структур, элементов; основы химической термодинамики, кристаллохимии, электрохимии, кинетики технологических процессов; законы термодинамики растворов и неравновесных систем, физико-химические явления на поверхности раздела двух фаз, процессы формирования пленочных покрытий; особенности применения физико–химического анализа как метода научного исследования и совершенствования электронных технологий;	номерности, лежащие в их основе; устанавливать связь между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов; понимать основные положения химической термодинамики и кинетики технологических процессов, кристаллохимии, электрохимии, законы термодинамики растворов и неравновесных систем, физико-химические явления на поверхности раздела двух фаз, процессы формирования пленочных покрытий; применять методы физико–химического анализа для исследования и совершенствования электронных технологий;	химические закономерности, лежащие в основе современных электронных технологий; основными принципами и законами химической термодинамики, кинетики технологических процессов, основами кристаллохимии, электрохимии, термодинамики растворов и неравновесных систем; знаниями особенностей физико-химических явлений, возникающих на поверхности раздела двух фаз, и процессов формирования пленочных покрытий; готовностью применять методы физико–химического анализа для исследования и совершенствования электронных технологий; методами теоретического анализа и экспериментального исследования электронных технологий; способностью определять оптимальные технологические режимы;
Хорошо (базовый уровень)	• современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий и возможности их применения в своей профессиональной деятельности; базовые физико–химические принципы создания и совершенствования современных электронных технологий; зависимости между технологическими факторами и параметрами физических структур, элементов; основы химической термодинами-	• 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 физиче-	• способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; осознанием роли физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий; способностью понимать физико–химические закономерности, лежащие в основе современных электронных технологий; основными принципа-

Согласована на портале № 19448

	ки, кристаллохимии, электрохимии, кинетики технологических процессов; законы термодинамики растворов и неравновесных систем, физико-химические явления на поверхности раздела двух фаз, процессы формирования пленочных покрытий;	ских структур и элементов; понимать основные положения химической термодинамики и кинетики технологических процессов, кристаллохимии, электрохимии, законы термодинамики растворов и неравновесных систем, физико-химические явления на поверхности раздела двух фаз, процессы формирования пленочных покрытий;	ми и законами химической термодинамики, кинетики технологических процессов, основами кристаллохимии, электрохимии, термодинамики растворов и неравновесных систем; знаниями особенностей физико-химических явлений, возникающих на поверхности раздела двух фаз, и процессов формирования пленочных покрытий; готовностью применять методы физико–химического анализа для исследования и совершенствования электронных технологий;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий и возможности их применения 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;

3 Типовые контрольные задания

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

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Основные понятия термодинамики: изолированные и открытые системы, равновесные и неравновесные системы, термодинамические переменные, температура, интенсивные и экстенсивные переменные. Уравнения состояния. Теорема о соответственных состояниях. Вириальные уравнения состояния. Первый и второй законы термодинамики. Основные положения термодинамики неравновесных процессов. Локальное равновесие. Флуктуации. Функция диссипации. Потоки и силы. Скорость производства энтропии. Зависимость скорости производства энтропии от обобщенных потоков и сил. Соотношения взаимности Онсагера. Стационарное состояние системы и теорема Пригожина.

3.2 Темы рефератов

– История развития электронных технологий

3.3 Вопросы на собеседование

– ˜ 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.

– ˜ Виды загрязнений и способы их удаления. Процессы на реальной поверхности и кине-

Согласована на портале № 19448

тика удаления загрязнений. Поверхностно-активные вещества. Виды поверхностного травления в технологии РЭС. Кинетика и основные характеристики ионно-плазменного и плазмо-химического травления.

– 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.

– 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.

– 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 адгезионных 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. Мно-гокомпонентная и многостадийная диффузия и ее роль в технологических процессах. Зависимость скорости и направления процессов от физико–химических параметров и технологических факторов. Радиационно-стимулированная диффузия.

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

3.4 Темы опросов на занятиях

– 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 адгезионных 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.

– Термодинамика и кинетика процесса испарения в вакууме. Основы процесса получения тонких пленок методом термовакуумного испарения.

Согласована на портале № 19448

– 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.

3.5 Темы докладов

– История развития электронных технологий

3.6 Экзаменационные вопросы

– 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 адсорбции и адгезии. Природа сил адгезии и кинетика образования адгезионных 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. 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.

3.7 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– Роль физико-химических процессов в технологии электронных средств.
– Определение кристаллографических плоскостей и направлений. Индексы Миллера.
– Элементы теории взаимодействия частиц с поверхностью.
– Физико-химические процессы адсорбции и адгезии.
– Расчет термодиффузионных процессов.
– Взаимодействие ионов с веществом.
– Термодинамика и кинетика процессов испарения вещества в вакууме.
– Электрохимические процессы осаждения пленок.

3.8 Темы лабораторных работ

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

Согласована на портале № 19448

– ˜ Исследование процессов получения металлических пленок методом электрохимического осаждения.

3.9 Темы курсовых проектов (работ)

– Техника катодного распыления
– Расчет потенциала зажигания, вольт-амперных характеристик и интенсивности осаждения
– Расчет коэффициента распыления материала
– Расчет температурного режима катода-мишени

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 № 19448