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: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	24	24	часов
3	Лабораторные работы	8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	56	56	часов
5	Из них в интерактивной форме	12	12	часов
6	Самостоятельная работа	52	52	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 19449

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 № 19449

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

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

сформировать способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

1.2. Задачи дисциплины

– 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.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, 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-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** 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** выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;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

– **владеть** способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; осознанием роли физико–химических закономерностей в разработке

Согласована на портале № 19449

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 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	56	56
Лекции	24	24
Практические занятия	24	24
Лабораторные работы	8	8
Из них в интерактивной форме	12	12
Самостоятельная работа (всего)	52	52
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	8	8
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	28	28
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Роль физико–химических процессов в технологии электронных средств.	6	8	0	9	23	ОПК-2
2 Химическая термодинамика технологических процессов. Элементы кристаллохимии.	4	2	0	3	9	ОПК-2

Согласована на портале № 19449

3 Явления и процессы на поверхности раздела двух фаз.	4	4	2	9	19	ОПК-2
4 Кинетика технологических процессов производства электронных средств.	2	4	0	7	13	ОПК-2
5 Основы термодинамики растворов и неравновесных систем.	2	0	0	1	3	ОПК-2
6 Физико–химические процессы формирования пленочных покрытий.	2	2	2	9	15	ОПК-2
7 Электрохимические процессы. Электролиз. Поляризационные процессы при электролизе.	2	4	4	13	23	ОПК-2
8 Физико–химический анализ как метод научного исследования эффективности производства электронных средств.	2	0	0	1	3	ОПК-2
Итого за семестр	24	24	8	52	108	
Итого	24	24	8	52	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Роль физико–химических процессов в технологии электронных средств.	История развития электроники. Особенности планарной технологии.Классификация физико–химических процессов в технологии электронных средств.	6	ОПК-2
	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-2
	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, фи-	4	ОПК-2

Согласована на портале № 19449

	зико–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.		
	Итого	4	
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-2
	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 характеристики ионно-плазменного и плазмо-химического травления.	2	ОПК-2
	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-2
	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	
	Итого	2	

Согласована на портале № 19449

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-2
	Итого	2	
Итого за семестр		24	

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 Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Физическая химия	+	+	+	+	+	+	+	+
5 Физические основы микро- и наноэлектроники	+	+	+	+	+	+	+	+
6 Химическая физика	+	+	+	+	+	+	+	+
7 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

Согласована на портале № 19449

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-2	+	+	+	+	Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

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

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лекции	Всего
5 семестр			
Презентации с использованием мультимедиа с обсуждением		6	6
Решение ситуационных задач	6		6
Итого за семестр:	6	6	12
Итого	6	6	12

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
5 семестр			
3 Явления и процессы на поверхности раздела двух фаз.	Исследование процессов адсорбции.	2	ОПК-2
	Итого	2	
6 Физико–химические процессы формирования пленочных покрытий.	Исследование процессов вакуум-термического метода нанесения тонких пленок	2	ОПК-2
	Итого	2	
7 Электрохимические процессы. Электролиз. Поляризационные процессы при электролизе.	Исследование процессов получения металлических пленок методом электрохимического осаждения.	2	ОПК-2

Согласована на портале № 19449

	Исследование процессов получения защитных диэлектрических покрытий методом анодного оксидирования.	2	
	Итого	4	
Итого за семестр		8	

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
5 семестр			
1 Роль физико–химических процессов в технологии электронных средств.	Роль физико-химических процессов в технологии электронных средств.	8	ОПК-2
	Итого	8	
2 Химическая термодинамика технологических процессов. Элементы кристаллохимии.	Определение кристаллографических плоскостей и направлений. Индексы Миллера.	2	ОПК-2
	Итого	2	
3 Явления и процессы на поверхности раздела двух фаз.	Элементы теории взаимодействия частиц с поверхностью.	2	ОПК-2
	Физико-химические процессы адсорбции и адгезии.	2	
	Итого	4	
4 Кинетика технологических процессов производства электронных средств.	Расчет термодиффузионных процессов.	2	ОПК-2
	Взаимодействие ионов с веществом.	2	
	Итого	4	
6 Физико–химические процессы формирования пленочных покрытий.	Термодинамика и кинетика процессов испарения вещества в вакууме.	2	ОПК-2
	Итого	2	
7 Электрохимические процессы. Электролиз. Поляризационные процессы при электролизе.	Электрохимические процессы осаждения пленок.	4	ОПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		24	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 19449

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Роль физико–химических процессов в технологии электронных средств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	9		
2 Химическая термодинамика технологических процессов. Элементы кристаллохимии.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
3 Явления и процессы на поверхности раздела двух фаз.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	9		
4 Кинетика технологических процессов производства электронных средств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
5 Основы термодинамики растворов и неравновесных систем.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2	Опрос на занятиях
	Итого	1		
6 Физико–химические процессы формирования пленочных покрытий.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	9		

Согласована на портале № 19449

7 Электрохимические процессы. Электролиз. Поляризационные процессы при электролизе.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	13		
8 Физико–химический анализ как метод научного исследования эффективности производства электронных средств.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2	Опрос на занятиях
	Итого	1		
Итого за семестр		52		
Итого		52		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	15	15	15	45
Отчет по практическому занятию	8	8	9	25
Собеседование	5	5	5	15
Итого максимум за период	33	33	34	100
Нарастающим итогом	33	66	100	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

Согласована на портале № 19449

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: 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.

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.

Согласована на портале № 19449

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.

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

Согласована на портале № 19449

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 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:

Согласована на портале № 19449

– 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 № 19449

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: **3**
Семестр: **5**

Учебный план набора 2015 года

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

Зачет: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 19449

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-2	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Должен знать 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 выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;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; Должен владеть способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем,

Согласована на портале № 19449

		возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; 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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-мате-

Согласована на портале № 19449

матический аппарат.

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	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	выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;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 выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; 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

Согласована на портале № 19449

Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;

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)	• 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;	• выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; 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-	• способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; 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 фи-

Согласована на портале № 19449

		химические явления на поверхности раздела двух фаз, процессы формирования пленочных покрытий; применять методы физико–химического анализа для исследования и совершенствования электронных технологий;	зико-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)	• базовые физико–химические принципы создания и совершенствования современных электронных технологий; 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;	• выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; понимать роль физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий, выявлять физико–химические закономерности, лежащие в их основе; 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;	• способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; 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

Согласована на портале № 19449

			формирования пленочных покрытий;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• базовые физико–химические принципы создания и совершенствования современных электронных технологий;	• выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; понимать роль физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий;	• способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; осознанием роли физико–химических закономерностей в разработке и совершенствовании электронных технологий;

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

– 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 кинетика 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

Согласована на портале № 19449

тонких пленок методом термовакуумного испарения. Основы технологии получения тонких пленок ионно-плазменным распылением.

3.2 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 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.

– 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.

3.3 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.

3.4 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.

Согласована на портале № 19449

3.5 Зачёт

– 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 кинетика 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.

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.

Согласована на портале № 19449

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.

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 № 19449