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 2

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 2014 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	Самостоятельная работа	52	52	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 19011

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

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

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

Разработчики:

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

Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ	_____	В. И. Туев

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ	_____	Д. В. Озеркин
Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ	_____	В. И. Туев

Эксперт:

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

Согласована на портале № 19011

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 2» (Б1.В.ОД.10) относится к блоку 1 (вариативная часть).

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

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

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-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 фи-

Согласована на портале № 19011

зико-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

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
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 № 19011

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 № 19011

	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 № 19011

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

Согласована на портале № 19011

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

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

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

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

Согласована на портале № 19011

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.

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		

Согласована на портале № 19011

	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		
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	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2	Опрос на занятиях
	Итого	1		

Согласована на портале № 19011

электронных средств.				
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

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)

Согласована на портале № 19011

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

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: 03.05.2017.
4. Иванов, А. А. Физико-химические основы технологии электронных средств: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Иванов А. А., Ряполова Ю. В., Солдаткин В. С. — Томск: ТУСУР, 2017. — 307 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6922. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/6922

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: 03.05.2017.
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: 03.05.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

1. http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru - Федеральный институт промышленной собственности, РОСПАТЕНТ
2. http://elibrary.ru/defaultx.asp - eLIBRARY.ru, научная электронная библиотека

Согласована на портале № 19011

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, 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, пере-

Согласована на портале № 19011

чень 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 № 19011

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 2

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 2014 года

Разработчики:

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

Зачет: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 19011

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 № 19011

		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 № 19011

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 № 19011

Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• 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-химические явления на поверхности раздела двух фаз, процессы формирования пленоч-	• 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 № 19011

		ных покрытий; применять методы физико–химического анализа для исследования и совершенствования электронных технологий;	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 формирования пленочных покрытий;
Удовлетворительно (пороговый	• базовые физико–химические принципы со-	• выявлять естественнонаучную сущность	• способностью выявлять естественнонауч-

Согласована на портале № 19011

уровень)	здания и совершенствования современных электронных технологий;	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;	ную 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 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 фи-

Согласована на портале № 19011

зико–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.

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 кинети-

Согласована на портале № 19011

ка 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

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. Иванов, А. А. Физико-химические основы технологии электронных средств: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Иванов А. А., Ряполова Ю. В., Солдаткин В. С. — Томск: ТУСУР, 2017. — 307 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6922. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/6922

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., Ива-

Согласована на портале № 19011

нов 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 № 19011