МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА 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) / специализация: **Конструирование и технология наноэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**
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	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 2018

Согласована на портале № 32332

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 58 от « 8 » 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины 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 12.11.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭТЭМ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Старший преподаватель кафедры РЭТЭМ каф. РЭТЭМ	_____	А. А. Иванов
заведующий кафедрой РЭТЭМ каф. РЭТЭМ	_____	В. И. Туев
Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ	_____	В. И. Туев

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РКФ	_____	Д. В. Озеркин
Заведующий выпускающей каф. КУДР	_____	А. Г. Лощилов

Эксперты:

Доцент, к.б.н. каф. РЭТЭМ	_____	Н. Н. Несмелова
Доцент, к.т.н. каф. РЭТЭМ	_____	В. С. Солдаткин
Доцент кафедры конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры (КУДР)	_____	С. А. Артищев

Согласована на портале № 32332

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Основной целью преподавания дисциплины является изучение студентами закономерностей физических, химических, физико–химических и технологических процессов производства электронно–вычислительной аппаратуры, в том числе, микроэлектронной аппаратуры, а также обучение будущего инженера–технолога навыкам правильного понимания основ управления физико–химическими процессами в технологии электронных средств, привитие практических навыков в определении характера физико–химических взаимодействий в сложных технологических системах, а также навыков моделирования объектов и процессов, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования.

1.2. Задачи дисциплины

– В результате изучения дисциплины студент должен ПОЛУЧИТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ о физико–химических закономерностях и способах описания технологических операций различными методами.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

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

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Физические основы микро- и наноэлектроники.

Последующими дисциплинами являются: Основы конструирования электронных средств.

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;

– ПК-1 способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** Студент должен ЗНАТЬ: установление связей между тех-нологическими фак торами и параметрами физических структур, элементов.

– **уметь** Устанавливать связь между технологическими факторами и параметрами физических структур и элементов.

– **владеть** Умением, определять оптимальные технологические режимы, владеть методами теоретического анализа и экспериментального исследования.

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	8	8
Проработка лекционного материала	20	20

Согласована на портале № 32332

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	24	24
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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Роль физико–химических процессов в технологии электронных средств.	2	2	0	4	8	ОПК-2, ПК-1
2 Химическая термодинамика технологических процессов. Элементы кристаллохимии.	4	4	0	6	14	ОПК-2, ПК-1
3 Явления и процессы на поверхности раздела двух фаз.	4	6	2	10	22	ОПК-2, ПК-1
4 Кинетика технологических процессов производства электронных средств.	4	8	0	10	22	ОПК-2, ПК-1
5 Основы термодинамики растворов и неравновесных систем.	2	0	0	2	4	ОПК-2, ПК-1
6 Физико–химические процессы формирования пленочных покрытий	4	2	2	8	16	ОПК-2, ПК-1
7 Электрохимические процессы. Электролиз. Поляризационные процессы при электролизе.	2	2	4	8	16	ОПК-2, ПК-1
8 Физико–химический анализ как метод научного исследования эффективности производства электронных средств.	2	0	0	4	6	ОПК-2, ПК-1
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			

Согласована на портале № 32332

1 Роль физико–химических процессов в технологии электронных средств.	История развития электроники. Особенности планарной технологии. Классификация физико–химических процессов в технологии электронных средств.	2	ОПК-2
	Итого	2	
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, 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.	4	ОПК-2, ПК-1
	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.	4	ОПК-2, ПК-1
	Итого	4	
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, ПК-1
	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	4	ОПК-2, ПК-1

Согласована на портале № 32332

	ионно-плазменным рас пылением.		
	Итого	4	
7 Электрохимические процессы. Электролиз. Поляризационные процессы при электролизе.	Основы электрохимических процессов осаждения слоев и пленок. Виды поляризации при электролизе. Получение диэлектрических методом анодного оксидирования. Термическое окисление как способ пассивации, создания защитных диэлектрических покрытий.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
8 Физико–химический анализ как метод научного исследования эффективности производства электронных средств.	Принцип применения системного анализа при производстве РЭС. Механизм образования соединений пайкой и сваркой. Кинетика процессов флюсования. Электрохимические реакции в процессах сварки. дефекты и механические напряжения в сварных соединениях.	2	ОПК-2, ПК-1
	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 Физические основы микро- и наноэлектроники	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины								
1 Основы конструирования электронных средств	+	+	+	+	+	+	+	+

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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-2	+	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест

Согласована на портале № 32332

ПК-1	+	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест

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, ПК-1
	Итого	2	
6 Физико–химические процессы формирования пленочных покрытий	Исследование процессов вакуум-термического метода нанесения тонких пленок	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
7 Электрохимические процессы. Электролиз. Поляризационные процессы при электролизе.	Исследование процессов получения металлических пленок методом электрохимического осаждения.	2	ОПК-2, ПК-1
	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.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
2 Химическая термодинамика	Определение кристаллографических плоскостей и направлений. Индексы Миллера.	4	ОПК-2, ПК-1

Согласована на портале № 32332

технологических процессов. Элементы кристаллохимии.	Итого	4	
3 Явления и процессы на поверхности раздела двух фаз.	Элементы теории взаимодействия частиц с поверхностью.	2	ОПК-2, ПК-1
	Физико-химические процессы адсорбции и адгезии.	4	
	Итого	6	
4 Кинетика технологических процессов производства электронных средств.	Расчет термодиффузионных процессов.	4	ОПК-2, ПК-1
	Взаимодействие ионов с веществом.	4	
	Итого	8	
6 Физико–химические процессы формирования пленочных покрытий	Термодинамика и кинетика процессов испарения вещества в вакууме.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
7 Электрохимические процессы. Электролиз. Поляризационные процессы при электролизе.	Электрохимические процессы осаждения пленок.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
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	2	ОПК-2, ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
2 Химическая термодинамика технологических процессов. Элементы кристаллохимии.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2, ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
3 Явления и процессы на поверхности раздела двух фаз.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2, ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабо-

Согласована на портале № 32332

	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		раторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	10		
4 Кинетика технологических процессов производства электронных средств.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2, ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	10		
5 Основы термодинамики растворов и неравновесных систем.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2, ПК-1	Опрос на занятиях
	Итого	2		
6 Физико–химические процессы формирования пленочных покрытий	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	8		
7 Электрохимические процессы. Электролиз. Поляризационные процессы при электролизе.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	8		
8 Физико–химический анализ как метод научного исследования эффективности производства электронных средств.	Проработка лекционного материала	4	ОПК-2, ПК-1	Зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	4		
Итого за семестр		52		

Согласована на портале № 32332

Итого	52		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

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	10	10	5	25
Отчет по индивидуальному заданию	13	13	8	34
Отчет по лабораторной работе	8	6	2	16
Собеседование	10	10	5	25
Итого максимум за период	41	39	20	100
Нарастающим итогом	41	80	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)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 32332

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Чикин Е. В. Химия: Учебное пособие. - Томск: Эль Контент, 2012. - 170 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 62 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Чикин Е. В. Физико-химические основы технологии электронных систем: Учебное пособие.- Томск: ТМЦДО, 2006.- 209 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 65 экз.)
2. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий: учебное пособие для вузов: в 2 томах / под общей редакцией Ю. Н. Коркишко/ - том 1. М.: БИНОМ. Лаборато рия знаний. (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)
3. 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: 27.06.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Чикин Е. В. Сборник задач по общей химии: учебно-методическое пособие. Томск: ТУСУР, 2015. - 296 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)
2. Чикин Е. В. Лабораторные работы по химии: учебно-методическое пособие. Томск: ТУСУР, 2012. - 77 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)
3. 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: 27.06.2018).
4. 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: 27.06.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ФИПС, eLIBRARY.ru

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством по-

Согласована на портале № 32332

садочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория технологии РЭС и безопасности жизнедеятельности
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа
634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 419 ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- АРМ инженера (2 шт.);
- АРМ инженера - исследователя;
- Цифровой мультиметр MXD-4660A - (2 шт.);
- Вольтметр В7-78;
- ПЭВМ пентиум CELERON 433 MMX;
- Доска маркерно-меловая;
- Дымоуловитель QUICK 493A ESD (5 шт.);
- Измеритель светового потока «ТКА-КК1;
- Ионизатор воздуха QUICK 440 (2 шт.);
- Источник питания Matrix MPS-3003 LK-3 (3 шт.);
- Компьютер Intel Core;
- Компьютер Intel Pentium;
- Корпусный шкаф 4200х600х2100мм;
- Гониофотометр;
- Спектрофлуориметр СМ2203;
- Вентиляционная система;
- Монтажный стол БЕЛВАР С4-1400 (4 шт.);
- Монтажный стол БЕЛВАР С4-1800;
- Микроскоп МБС-10;
- Установка для демонстрации силы Лоренца U30065;
- Цифровой Мультиметр АРРА 103;
- Латр;
- Микрометр (2 шт.);
- Мультиметр цифровой;
- Радиатор масляный 9 секций;
- Измеритель Е7 - 22 RLC;
- Монтажно-демонтажная станция АМИ 6800;
- Источник питания TDGC -2 - 2K 0-250 V - 8A (Латр);
- Кабельная продукция HB-A150 BNC 1,5 m;
- Прибор BNC - IC Соединительные кабели;
- Измеритель мощности GPM -8212RS;
- Прибор PTL-923;
- Осциллограф LeCrou WA 222;
- Частотомер GFC-8010H 1 Гц-120МГц GW;
- Инфракрасный дистанционный термометрUT30A;
- Латр - трансформатор TDGC2-3K;
- Осциллограф FLUKE-190-062;
- Паяльная станция (3 шт.);
- Цифровой мультиметр FLUKE-18B FLK;
- Компьютер Intel Core i5-6400 (3 шт.);
- МФУ hp ‘’LaserJet ProV227sdnG3Q74A”;
- Стол лабораторный;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Виртуальная лаборатория АСК-4106 (2 шт.);
- Цифровая перенастраиваемая установка микросварки

Согласована на портале № 32332

проволочных выводов для изготовления макетных
образцов основных узлов светодиодных ламп;
- Источник - измеритель Keithley 2410;
- Измеритель ёмкости S-line EM8601A+/CM8601 (3 шт.);
- Источник питания HY3005D MAST (3 шт.);
- Мультиметр DM3058E RIGOL;
- Осциллограф DS1052E RIGOL (2 шт.);
- Частотометр VC3165 Victor (3 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
– ANSYS AIM Pro Paid-Up
– Adobe Acrobat Reader
– Autodesk Product Design Suite Premium 2018
– Google Chrome
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
– Microsoft Windows XP
– OpenOffice
– Resource Manager 2.5
– TracePro LC - Single User NODE License - Annual Maintenance and Support for NODE License (Nothing to Ship)
– Компас - 3D V17

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория технологии РЭС и безопасности жизнедеятельности
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа
634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 419 ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- АРМ инженера (2 шт.);
- АРМ инженера - исследователя;
- Цифровой мультиметр MXD-4660A - (2 шт.);
- Вольтметр В7-78;
- ПЭВМ пентиум CELERON 433 MMX;
- Доска маркерно-меловая;
- Дымоуловитель QUICK 493A ESD (5 шт.);
- Измеритель светового потока «ТКА-КК1;
- Ионизатор воздуха QUICK 440 (2 шт.);
- Источник питания Matrix MPS-3003 LK-3 (3 шт.);
- Компьютер Intel Core;
- Компьютер Intel Pentium;
- Корпусный шкаф 4200х600х2100мм;
- Гониофотометр;
- Спектрофлуориметр СМ2203;
- Вентиляционная система;
- Монтажный стол БЕЛВАР С4-1400 (4 шт.);
- Монтажный стол БЕЛВАР С4-1800;
- Микроскоп МБС-10;
- Установка для демонстрации силы Лоренца U30065;
- Цифровой Мультиметр АРРА 103;
- Латр;
- Микрометр (2 шт.);
- Мультиметр цифровой;
- Радиатор масляный 9 секций;

Согласована на портале № 32332

- Измеритель Е7 - 22 RLC;
- Монтажно-демонтажная станция АМИ 6800;
- Источник питания TDGC -2 - 2K 0-250 V - 8A (Латр);
- Кабельная продукция HB-A150 BNC 1,5 m;
- Прибор BNC - IC Соединительные кабели;
- Измеритель мощности GPM -8212RS;
- Прибор PTL-923;
- Осциллограф LeCrou WA 222;
- Частотомер GFC-8010H 1 Гц-120МГц GW;
- Инфракрасный дистанционный термометрUT30A;
- Латр - трансформатор TDGC2-3K;
- Осциллограф FLUKE-190-062;
- Паяльная станция (3 шт.);
- Цифровой мультиметр FLUKE-18B FLK;
- Компьютер Intel Core i5-6400 (3 шт.);
- МФУ hp ‘’LaserJet ProV227sdnG3Q74A”;
- Стол лабораторный;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Виртуальная лаборатория АСК-4106 (2 шт.);
- Цифровая перенастраиваемая установка микросварки проволочных выводов для изготовления макетных образцов основных узлов светодиодных ламп;
- Источник - измеритель Keithley 2410;
- Измеритель ёмкости S-line EM8601A+/CM8601 (3 шт.);
- Источник питания HY3005D MAST (3 шт.);
- Мультиметр DM3058E RIGOL;
- Осциллограф DS1052E RIGOL (2 шт.);
- Частотометр VC3165 Victor (3 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– ANSYS AIM Pro Paid-Up
– Adobe Acrobat Reader
– Autodesk Product Design Suite Premium 2018
– Google Chrome
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
– Microsoft Windows XP
– OpenOffice
– Resource Manager 2.5
– TracePro LC - Single User NODE License - Annual Maintenance and Support for NODE License (Nothing to Ship)
– Компас - 3D V17

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;

Согласована на портале № 32332

- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **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 комфортного просмотра.

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. На сколько этапов делится развитие электроники?
Один
Два
Три
Четыре

2. Какое количество элементов на одном кристалле имеют большие интегральные микросхемы?
от 1 до 10
от 10 до 100
от 100 до 1000
от 1000 до 10000

3. Анизотропия это – расстояние между двумя соседними атомами кристаллической решетки
неодинаковые механические и электрофизические свойства в различных кристаллографических направлениях
пространственная упорядоченность атомов в кристаллической решетке
пространственное расположение атомов в кристаллической решетке

Согласована на портале № 32332

4. Междоузлия это –
нарушение структуры кристалла
дислоцированные атомы
концентрация дефектов
полости решетки

5. Сила отрыва к площади контакта это –
смачивание
поверхностное натяжение
краевой угол смачивания
адгезия

6. Дисперсионные силы возникают в следствии
согласованного движения электронов в сближающихся молекулах
взаимодействия полярных молекул адсорбата
взаимодействия полярных молекул адсорбента
взаимодействия полярных молекул адсорбата и адсорбента

7. Дозированное введение примесей, изменяющее электрофизические, механические и другие свойства основного материала это –
адсорбция
абсорбция
легирование
хемосорбция

8. При какой температуре проводят плазмохимическое осаждение диэлектрических пленок?
от 200000 до 400000 оС
от 20000 до 40000 оС
от 2000 до 4000 оС
от 200 до 400 оС

9. Сколько стадий протекания процесса имеет механизм электрохимического осаждения?
1
2
3
4

10. Процесс перехода вещества из газообразной фазы в твердую или жидкую это –
испарение
адсорбция
диффузия
конденсация

11. Процесс воспроизведения конфигурации и взаимного расположения элементов изделий на основании путем формирования на его поверхности защитного рельефного покрытия это –
плазменное напыление
литография
электрохимическое осаждение
химическое травление

12. Как обозначается коэффициент диффузии?
D
d

Согласована на портале № 32332

δ
Θ

13. Как обозначается универсальная газовая постоянная?
T
R
τ
μ

14. Первая стадия механизма электрохимического осаждения это –
перенос ионов из объёма электролита к электроду
диффузия адсорбированных атомов по поверхности электрода
электролитическая диссоциация соли в растворе
переход ионов на границе фаз из объема электролита к металлу

15. При механохимическом синтезе нанокомпозитов и наночастиц используют
агатовые ступки
фарфоровые ступки
вибрационные дробилки
шаровые мельницы

16. Процесс выращивания монокристаллического слоя вещества, однотипного по структуре с подложкой и отличающегося от нее только содержанием легирующих примесей это –
гетероэпитаксия
гомоэпитаксия
хемоэпитаксия
графоэпитаксия

17. процесс удаления поверхностного слоя объекта немеханическим способом это –
промывка водой
очистка органическими растворителями
промывка ПАВ
травление

18. Давление пара соответствующее равновесному состоянию системы это –
упругость
испарение
распыление
осаждение

19. Как обозначается поверхностное натяжение?
сигма
λ
тетта
ρ

20. Как обозначается работа адгезии?
τ
Θ
φ
A

14.1.2. Вопросы на собеседование

Принцип применения системного анализа при производстве РЭС. Механизм образования соединений пайкой и сваркой. Кинетика процессов флюсования. Электрохимические реакции в

Согласована на портале № 32332

процессах сварки. дефекты и механические напряжения в сварных соединениях.

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.

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

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.

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.

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.

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

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

14.1.3. Темы индивидуальных заданий

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.

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.

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

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.

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.

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

Согласована на портале № 32332

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.

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

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

14.1.4. Зачёт

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.

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.

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

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.

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.

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.

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

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

14.1.5. 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.

Согласована на портале № 32332

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 рас пылением.

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.

14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование процессов адсорбции.

Исследование процессов вакуум-термического метода нанесения тонких пленок.

Исследование процессов получения металлических пленок методом электрохимического осаждения.

Исследование процессов получения защитных диэлектрических покрытий методом анодного оксидирования.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	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 материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается до-

Согласована на портале № 32332

ступная 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 32332