

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

А.А.Галкин

2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ
(наименование дисциплины)

Направление подготовки **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**

Профиль/программа подготовки **Компьютерный дизайн электронных средств**

Владимир
2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов знаний о физико-химических закономерностях процессов, отражающих сущность явлений, составляющих основу современной технологии электронных средств, принципах термодинамического и кинетического описания и анализа технологических процессов.

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов знаний в области теоретических основ технологических процессов производства электронных средств;
- формирование у студентов навыков анализа физических и химических явлений и эффектов, лежащих в основе базовых технологических процессов, оценки их параметров

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физико-химические процессы в технологии электронных средств» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП(компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1 Способен строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства и их компьютерного моделирования	ПК-1.1. Умеет строить физические и математические модели процессов, составляющих основу технологии электронных средств ПК-1.2. Владеет навыками компьютерного моделирования	<i>Знать:</i> физические и математические модели процессов, составляющих основы технологии электронных средств; <i>Уметь:</i> строить простейшие физические и математические модели процессов; <i>Владеть:</i> навыкам анализа физических и математических моделей базовых процессов в области технологии электронных средств	Задания рейтинг контроля. Отчеты по практическим работам. Отчет по лабораторным работам
ПК-5 Способен выполнять работы по технологической	ПК-5.1. Знает принципы учета видов и объемов производственных работ	<i>Знать:</i> физико-химические закономерности процессов, составляющих основу	Задания рейтинг контроля Отчеты по практическим работам.

подготовке производства электронных средств		технологии электронных средств; <i>Уметь:</i> применять физико-химические закономерности процессов для решения задач технологического характера; <i>Владеть:</i> навыкам анализа физических и химических явлений и эффектов, лежащих в основе технологических процессов, оценки их параметров	Отчет по лабораторным работам
---	--	---	-------------------------------

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение. Основные понятия термодинамики.	2	1	1				3	
2	Постулаты и законы термодинамики	2	2	1	2		2	3	
3	Основы термодинамики растворов и неравновесных систем	2	3	1		6		3	
4	Фазовые равновесия в конденсированных системах	2	4	1			2	3	
5	Твердо и жидкофазные взаимодействия в процессе сварки и пайки	2	5	1	4			3	
6	Физико-химические основы поверхностных процессов	2	6	1			2	3	Рейтинг контроль №1
7	Физико-химические основы термо-вакуумного испарения и осаждения материалов	2	7	1		4		3	

8	Методы ионного распыления	2	8	1	2		2	3	
9	Химические методы осаждения пленок	2	9	1	2		2	3	
10	Электролитические процессы	2	10	1	2		2	3	
11	Физико-химические основы эпитаксиальных процессов	2	11	1				3	Рейтинг контроль №2
12	Физико-химические процессы удаления загрязнений твердой фазы	2	12	1	2		2	3	
13	Химические методы травления	2	13	1			2	3	
14	Методы ионного и плазменного травления	2	14	1			2	3	
15	Закономерности и механизмы диффузии	2	15	1		4	2	3	
16	Физические основы ионной имплантации	2	16	1	2		2	3	
17	Физико-химические основы литографических процессов	2	17	1	2		2	3	Рейтинг контроль №3
18	Основные процессы литографии.	2	18	1		4		3	
Всего за 2 семестр:				18	18	18	24	54	Зачет
Итого по дисциплине				18	18	18	24	54	Зачет

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Основы химической термодинамики технологических процессов

Тема 1. Основные понятия термодинамики

Элементы термодинамики и термодинамический подход к описанию технологических процессов производства электронных средств. Технологический процесс как термодинамическая система. Внутренняя энергия системы. Закрытые и открытые системы. Гомогенные и гетерогенные системы.

Тема 2. Постулаты и законы термодинамики

Первый закон термодинамики. Равновесные и неравновесные процессы. Второй закон термодинамики. Понятие энтропии. Статистический характер второго закона термодинамики. Термодинамическая вероятность. Постулат Планка. Характеристические функции и термодинамические потенциалы системы.

Тема 3. Основы термодинамики растворов и неравновесных систем

Условия равновесия гетерогенных термодинамических систем. Правило фаз. Степени свободы. Диаграммы состояния систем. Однокомпонентные системы. Растворы. Состав пара растворов

Тема 4. Фазовые равновесия в конденсированных системах

Растворимость твёрдых веществ. Кристаллизация из растворов. Диаграммы состояния бинарных систем с эвтектикой. Термодинамический анализ. Кривые охлаждения.

Тема 5. Твёрдо- и жидкофазные взаимодействия в процессах пайки и сварки

Виды сварки по характеру физико-химического взаимодействия соединяемых материалов. Фазовые диаграммы бинарных систем соединяемых сваркой материалов. Характер физико-химического взаимодействия припоя с поверхностью паяемого материала. Типы диаграмм фазового равновесия систем при пайке.

Раздел 2. Физико-химические процессы формирования новой фазы на поверхности подложки

Тема 1. Физико-химические основы поверхностных процессов

Термодинамика чистой поверхности. Термодинамические параметры поверхности. Поверхностное натяжение. Абсорбционные процессы на поверхности твёрдых тел. Закономерности и природа адгезии. Термодинамика образования зародышей плёнки. Сила связи атомов с поверхностью, поверхностная миграция адсорбированных частиц.

Тема 2. Физико-химические основы термовакuumного испарения и осаждения материалов

Испарение металлов в вакууме. Механизм испарения. Понятие о равновесном давлении пара, насыщенном паре. Температура испарения, скорость испарения. Испарение сплавов и химических соединений. Законы распределения конденсированного вещества на подложке. Электронно-лучевые и лазерные методы испарения.

Тема 3. Методы ионного распыления

Структура тлеющего разряда. Коэффициент ионного распыления и его зависимость от материала мишени, энергии бомбардирующих мишень атомов, угла их падения, состояния поверхности и температуры мишени. Катодное, ионно-плазменное, магнетронное распыление.

Тема 4. Химические методы осаждения плёнок

Кинетика гомогенных химических реакций. Константа скорости реакции. Энергия и механизмы активации. Химическое осаждение. Каталитические реакции в присутствии активаторов и сенсibilизаторов. Некаталитические реакции. Осаждение из паровой фазы. Полимеризация, химическое восстановление, разложение, окисление.

Тема 5. Электролитические процессы

Электролитическая диссоциация. Химические процессы при электролизе. Количественные законы электролиза. Поляризационные процессы при электролизе. Электрохимическое осаждение металлических плёнок. Электрохимическое анодирование. Электрохимическая коррозия металлов.

Тема 6. Физико-химические основы эпитаксиальных процессов

Понятие эпитаксии. Гомоэпитаксия, гетероэпитаксия, хемоэпитаксия. Эпитаксия из газовой, жидкой и твёрдой фазы. Влияние технологических факторов на скорость роста эпитаксиальной плёнки. Молекулярно-лучевая эпитаксия.

Раздел 3. Физико-химические процессы удаления вещества с поверхности твёрдой фазы

Тема 1. Физико-химические процессы удаления загрязнений твёрдой фазы

Виды и источники загрязнений. Механические и химические загрязнения. Основные принципы технологии очистки. Классификация методов очистки поверхности. Основные процессы очистки полупроводниковых, диэлектрических и металлических поверхностей.

Тема 2. Химические методы травления

Закономерности жидкостного травления. Скорость травления, селективное травление, локальное травление. Анизотропное травление. Термодинамика анизотропного травления. Газовое травление.

Тема 3. Методы ионного и плазменного травления

Ионно-плазменное и плазмохимическое травление, реактивное ионно-плазменное травление, реактивное ионно-лучевое травление. Параметры процессов травления. Применение

Раздел 4. Процессы введения примесей в полупроводниковые материалы

Тема 1. Закономерности и механизмы диффузии

Термическая диффузия. Механизмы диффузии атомов в кристалле. Коэффициент диффузии примеси в кристалле. Уравнение Аррениуса. Физико-математические основы процессов диффузии. Законы Фика. Диффузия из ограниченного и неограниченного источников. Двухстадийная диффузия.

Тема 2. Физические основы ионной имплантации

Математическая модель процесса ионной имплантации. Распределение концентрации примесей при внедрении в мишень. Эффект каналирования. Аморфизация и рекристаллизация полупроводникового материала после имплантации.

Раздел 5. Физико-химические основы литографических процессов

Тема 1. Воздействие излучения на актиночувствительные материалы

Фотохимическое воздействие на вещество. Основные типы фотохимических реакций. Чувствительные к излучению материалы. Фоторезисты, рентгенорезисты, электронорезисты, ионорезисты. Типы и свойства резистов.

Тема 2. Основные процессы литографии

Операции нанесения, экспонирования, проявления фотолитографического процесса. Физические основы электронно-лучевой рентгено-лучевой, ионно-лучевой литографии. Лазерная микролитография. Голографическая литография.

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1. Основы химической термодинамики технологических процессов

Тема 2. Постулаты и законы термодинамики

1. Законы термодинамики.
2. Постулат Планка.
3. Характеристические функции термодинамической системы.
4. Расчёты термодинамических функций: энтропии, внутренней энергии, энтальпии.

Тема 4. Фазовые равновесия в конденсированных системах.

1. Построение диаграммы состояния бинарных систем с эвтектикой.
2. Определение качественных составов эвтектик.
3. Определение количественных составов эвтектик.
4. Определение физического состояния системы заданного состава и температуры.
5. Определение температуры кристаллизации сплава заданного состава.
6. Определение состава первых выпавших кристаллов сплава заданного состава.
7. Расчёт масс кристаллизующихся компонентов (правило рычага).
8. Определение температуры начала плавления сплава заданного состава.

Раздел 2. Физико-химические процессы формирования новой фазы на поверхности подложки

Тема 3. Методы ионного распыления

1. Физико-химические основы и устройство рабочей камеры установки катодного распыления.
2. Физико-химические основы и устройство рабочей камеры установки ионно-плазменного распыления.
3. Физико-химические основы и устройство рабочей камеры установки магнетронного распыления.

Раздел 4. Процессы введения примесей в полупроводниковые материалы

Тема 1. Закономерности и механизмы диффузии

Лабораторная работа «Изучение процессов термической диффузии примесей в полупроводник». Изучение механизмов диффузии атомов в кристалле, основ теории процессов термической диффузии примесей. Освоение методики расчета распределения концентрации примесных атомов при диффузии из ограниченного и неограниченного источников. Ознакомление с методикой расчета параметров технологических режимов диффузии.

Раздел 5. Физико-химические основы литографических процессов

Тема 2. Основные процессы литографии

Лабораторная работа «Изучение метода фотолитографии» Изучение основных операций фотолитографии и их последовательности. Анализ фотохимических процессов в фоторезистах. Ознакомление с типами и основными параметрами фоторезистов, применяемыми в процессе фотолитографии материалами. Ознакомление с технологией изготовления фотошаблонов.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3).

Вопросы к рейтинг контролю

Рейтинг контроль №1

1. Понятие химической термодинамики
2. Первый закон термодинамики.
3. Закон Гесса.
4. Второй закон термодинамики.
5. Понятие энтропии.
6. Статистический характер второго закона термодинамики
7. Термодинамические характеристические функции
8. Уравнение Гиббса-Гельмгольца
9. Условие фазового равновесия гетерогенных систем
10. Правило фаз Гиббса
11. Диаграмма состояния однокомпонентной системы
12. Диаграмма состояния бинарного сплава

13. Правило рычага.
14. Основные типы диаграмм состояния бинарных систем.
15. Фазовые диаграммы бинарных систем соединяемых сваркой материалов.
16. Типы диаграмм фазового равновесия систем при пайке

Рейтинг - контроль №2

1. Закономерности и природа адгезии.
2. Жидкие растворы и их применение в технологии электронных средств.
3. Диаграмма кипения двойного раствора.
4. Термическое вакуумное напыление тонких плёнок. Кинетика процесса испарения.
5. Термическое вакуумное напыление. Конденсация пара на подложке.
6. Физико-химические основы катодного распыления.
7. Физико-химические основы ионно-плазменного распыления.
8. Физико-химические основы магнетронного распыления.
9. Кинетика гомогенных химических реакций. Константа скорости реакции.
10. Энергия и механизмы активации химических реакций.
11. Химическое осаждение металлов из паровой фазы.
12. Химическое осаждение металлов из жидкой фазы.
13. Химические процессы при электролизе.
14. Количественные законы электролиза.
15. Электрохимическое осаждение металлических плёнок.
16. Электрохимическая коррозия металлов.
17. Понятие эпитаксии. Виды эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
18. Методы эпитаксии. Эпитаксия из газовой, жидкой и твердой фазы.
19. Влияние физико-химических факторов на структуру и свойства пленок.

Рейтинг-контроль №3

1. Виды и источники загрязнений поверхности.
2. Основные принципы технологии очистки.
3. Классификация методов очистки поверхности.
4. Закономерности жидкостного травления.
5. Селективное травление. Локальное травление. Анизотропное травление.
6. Ионно-плазменное и плазмохимическое травление.
7. Реактивное ионно-плазменное травление, реактивное ионно-лучевое травление.
8. Механизмы диффузии примесных атомов в твердых телах.
9. Законы диффузии.
10. Распределение примеси при диффузии.
11. Основные законы ионной имплантации.
12. Виды фотохимических реакций.
13. Сущность и виды литографии.
14. Типы фоторезистов.
15. Основные параметры фоторезистов.
16. Сущность основных операций фотолитографии.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет).

Вопросы к зачёту

1. Роль физико-химических процессов в технологии электронных средств.
2. Основные понятия термодинамики. Законы термодинамики.
3. Энтропия. Статистический характер 2-го закона. Постулат Планка.
4. Характеристические функции и термодинамические потенциалы системы.
5. Условие равновесия термодинамических систем. Правило фаз Гиббса.
6. Диаграммы состояния однокомпонентных систем.
7. Диаграммы состояния бинарной системы, компоненты которой растворимы в жидком состоянии и образуют механическую смесь в твёрдом. Правило рычага.
8. Основные типы диаграмм состояния бинарных систем.
9. Абсорбционные процессы на поверхности твёрдых тел. Закономерности и природа

адгезии.

10. Термодинамические параметры поверхности. Поверхностное натяжение.
11. Растворы и их применение в технологии ЭС. Диаграмма кипения двухкомпонентной системы.
12. Виды сварки по характеру физико-химического взаимодействия соединяемых материалов. Фазовые диаграммы бинарных систем соединяемых сваркой материалов.
13. Характер физико-химического взаимодействия припоя с поверхностью паяемого материала.
14. Типы диаграмм фазового равновесия систем при пайке.
15. Термическое вакуумное напыление тонких плёнок. Термодинамика процесса испарения.
16. Термическое вакуумное напыление тонких плёнок. Кинетика процесса испарения. Законы Ламберта-Кнудсена.
17. Термическое вакуумное напыление. Конденсация пара на подложке.
18. Физико-химические основы катодного распыления.
19. Физико-химические основы ионно-плазменного распыления.
20. Магнетронное распыление вещества. Достоинства и недостатки методов ионного распыления.
21. Физико-химические основы эпитаксии. Виды эпитаксии.
22. Методы проведения эпитаксии.
23. Особенности структуры и электрофизические свойства тонких пленок. Влияние технологических факторов на структуру и свойства пленок.
24. Виды и источники загрязнений поверхности. Механические и химические загрязнения.
25. Основные принципы технологии очистки. Классификация методов очистки поверхности.
26. Закономерности жидкостного травления. Селективное травление. Локальное травление. Анизотропное травление.
27. Закономерности газового травления.
28. Ионно-плазменное и плазмохимическое травление. Сущность и основные параметры процессов.
29. Реактивное ионно-плазменное травление, реактивное ионно-лучевое травление. Сущность и основные параметры процессов.
30. Диффузия в твердых телах. Механизмы диффузии.
31. Законы диффузии. Коэффициент диффузии и его температурная зависимость. Уравнение Аррениуса.
32. Диффузия из ограниченного и неограниченного источников. Расчет распределения концентрации примеси и его графическая интерпретация.
33. Использование диффузии для введения примеси в полупроводниковые кристаллы. Способы проведения диффузии.
34. Основные закономерности ионной имплантации.
35. Параметры процесса и оборудование для ионного легирования. Достоинства и недостатки ионного легирования.
36. Теоретические основы химического осаждения тонких пленок. Термодинамика химических реакций.
37. Теоретические основы химического осаждения тонких пленок. Кинетика химических процессов.
38. Химическое осаждение плёнок из газовой фазы.
39. Химическое осаждение металлических плёнок из растворов.
40. Электролитическая диссоциация. Слабые и сильные электролиты.
41. Электропроводность электролитов.
42. Химические процессы при электролизе.
43. Количественные законы электролиза. Поляризация.
44. Электрохимическая коррозия металлов. Защита от коррозии.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося

В плане самостоятельной работы студентами выполняются приведенные задания для самостоятельной работы.

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы студентов по дисциплине

Список вопросов к самостоятельной работе студентов:

Раздел 1. Основы химической термодинамики технологических процессов

1. Элементы термодинамики и термодинамический подход к описанию технологических процессов производства электронных средств.
2. Законы термодинамики.
3. Статистический характер второго закона термодинамики.
4. Характеристические функции и термодинамические потенциалы системы.
5. Условия равновесия гетерогенных термодинамических систем. \
6. Диаграммы состояния систем.
7. Диаграммы состояния однокомпонентных систем.
8. Растворы. Состав пара растворов.
9. Диаграммы состояния бинарных систем с эвтектикой.
10. Диаграммы состояния бинарных систем с образованием химических соединений.
11. Термодинамический анализ. Кривые охлаждения.
12. Виды сварки по характеру физико-химического взаимодействия соединяемых материалов.
13. Фазовые диаграммы бинарных систем соединяемых сваркой материалов.
14. Типы диаграмм фазового равновесия систем при пайке

Раздел 2. Физико-химические процессы формирования новой фазы на поверхности подложки

1. Термодинамические параметры поверхности.
2. Закономерности и природа адгезии.
3. Термодинамика образования зародышей плёнки.
4. Механизм испарения металлов в вакууме.
5. Испарение сплавов и химических соединений.
6. Законы распределения конденсированного вещества на подложке.
7. Электронно-лучевые и лазерные методы испарения.
8. Катодное, ионно-плазменное, магнетронное распыление.
9. Кинетика химических реакций.
10. Химическое осаждение из газовой фазы.
11. Химическое осаждение из жидкой фазы.
12. Химические процессы при электролизе.
13. Количественные законы электролиза.
14. Электрохимическая коррозия металлов.

15. Гомоэпитаксия, гетероэпитаксия, хемоэпитаксия.
16. Эпитаксия из газовой, жидкой и твердой фазы.
17. Молекулярно-лучевая эпитаксия.

Раздел 3. Физико-химические процессы удаления вещества с поверхности

1. Виды и источники загрязнений.
2. Классификация методов очистки поверхности.
3. Основные процессы очистки полупроводниковых, диэлектрических и металлических поверхностей.
4. Закономерности жидкостного травления.
5. Анизотропное травление.
6. Газовое травление.
7. Ионно-плазменное и плазмохимическое травление.
8. Реактивное ионно-плазменное травление, реактивное ионно-лучевое травление.

Раздел 4. Процессы введения примесей в полупроводниковые материалы

1. Механизмы диффузии атомов в кристалле.
2. Физико-математические основы процессов диффузии.
3. Диффузия из ограниченного и неограниченного источников.
4. Двухстадийная диффузия примеси.
5. Математическая модель процесса ионной имплантации.
6. Распределение концентрации примесей при внедрении в мишень.

Раздел 5. Физико-химические основы литографических процессов

1. Фотохимическое воздействие на вещество.
2. Основные типы фотохимических реакций.
3. Фоторезисты, рентгенорезисты, электронорезисты, ионорезисты.
4. Типы и свойства фоторезистов.
5. Операции нанесения, экспонирования, проявления в фотолитографии.
6. Физические основы электронно-лучевой рентгено-лучевой, ионно-лучевой литографии.
7. Лазерная микролитография.
8. Голографическая литография.

Подготовить доклады и презентации, на вынесенные выше вопросы.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине «Физико-химические процессы в технологии электронных средств» оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Книгообеспеченность

Наименование литературы (автор, название, вид издания, город, издательство)	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке (электронный адрес)
1	2	3	4
Основная литература			
1. Воротынцев, В. М. Базовые технологии микро- и нанoeлектроники / Воротынцев В. М. , Скупов В. Д. - Москва : Проспект, 2017. - 520 с. - ISBN 978-5-392-25297-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].	2017		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392252978.html (дата обращения: 31.08.2021)
2. Родионов, Ю. А. Технологические процессы в микро- и нанoeлектронике : учебное пособие / Родионов Ю. А. - Москва : Инфра-Инженерия, 2019. - 352 с. - ISBN 978-5-9729-0337-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].	2019		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972903375.html (дата обращения: 31.08.2021)
3. Грызунов, В. И. Физическая химия : учеб. пособие / В. И. Грызунов, И. Р. Кузеев, Е. В. Пояркова, В. И. Полухина и др. - 3-е изд. , стер. - Москва : ФЛИНТА, 2019. - 251 с. - ISBN 978-5-9765-1963-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]	2019		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976519633.html (дата обращения: 31.08.2021)
Дополнительная литература			
4. Луков, В. В. Физическая химия : учебник / Луков В. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. - 238 с. - ISBN 978-5-9275-2976-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]	2018		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927529766.html (дата обращения: 31.08.2021)
5. Кузнецов, Г. Д. Процессы микро- и нанотехнологии. Ионно-плазменные процессы : Лаб. практикум / Г. Д. Кузнецов, С. П. Курочка, А. Р. Кушхов и др. - Москва : МИСиС, 2007. - 141 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].	2007		https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_296.html (дата обращения: 31.08.2021)

6.2. Периодические издания

6. Журнал "Физика и химия обработки материалов" (Библиотека ВлГУ)
7. Журнал "Приборы и техника эксперимента " (Библиотека ВлГУ).
8. Журнал "Журнал физической химии ".

6.3. Интернет-ресурсы

9. <http://znanium.com> – информационно-справочная система
10. <http://window.edu.ru> – информационно-справочная система
11. <http://studentlibrary.ru> -информационно-справочная система
12. <http://elibrary.ru> - информационно-справочная система
13. <http://e.lanbook.com> - электронно-библиотечная система "Лань"
14. <http://diag.imet-db.ru> – современная профессиональная база данных
15. <http://crystal.imet-db.ru/> - современная профессиональная база данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Практические и лабораторные работы проводятся в компьютерных классах ВлГУ (330-3) со свободным доступом в интернет.

Компьютерная техника, используемая в учебном процессе, имеет лицензионное программное обеспечение:

- Операционная система семейства MicrosoftWindows.
- Пакет офисных программ MicrosoftOffice
- *SolidWorksEducation Edition*
- КОМПАС 3D

Рабочую программу составил

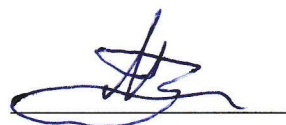


доц. каф. ЭПБС А.А. Варакин

Рецензент (представитель работодателя)

Заместитель главного инженера по подготовке производства -
главный технолог АО «Владимирский завод «Электроприбор»

Зайцев М.К.



(подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭПБС
Протокол № 1 от 31.08.2021 года

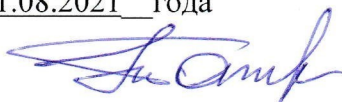
Заведующий кафедрой ЭПБС



К.В.Татмышевский

Программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств"
Протокол № 1 от 31.08.2021 года

Председатель комиссии



К.В.Татмышевский

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.22 года

Заведующий кафедрой ЭНБС *Татмишевский Г.В.*

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____