

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт математики, физики и информационных технологий  
Кафедра теоретической и экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Н. Л. Королева  
«05» июля 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.ДВ.03.3 Физика и химия поверхностных явлений

Направление подготовки/специальность: 11.03.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Профиль/направленность/специализация: Системы и устройства подвижной радиосвязи

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2021

**Автор программы:**

Кандидат физико-математических наук, доцент Плужникова Татьяна Николаевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «19» сентября 2017 г. № 930).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры теоретической и экспериментальной физики «17» мая 2021 г. Протокол № 9

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института математики, физики и информационных технологий, Протокол от «05» июля 2021 г. № 5.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	9
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	15
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	17
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	17

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-1 Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания средств и оборудования сетей и организаций связи

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- технологический

### 1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 01 Образование и наука (в сфере общего, профессионального и дополнительного профессионального образования; в сфере научных исследований)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-1 Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания средств и оборудования сетей и организаций связи	Выполняет работы по изучению поверхностных явлений на устройствах связи различного назначения

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-1 Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания средств и оборудования сетей и организаций связи

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения									
		Очная (семестр)					Заочная (семестр)				
		1	3	4	5	8	1	3	4	5	8
1	Введение в специальность	+					+				
2	Информатика и информационные характеристики каналов связи		+					+			
3	Ознакомительная практика		+					+			
4	Физика и химия радиоматериалов				+					+	
5	Физика и химия твердого тела					+					+

6	Физические основы микро- и наносистемной техники					+					+
7	Цифровая обработка сигналов			+	+				+	+	

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Физика и химия поверхностных явлений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 11.03.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи.

Дисциплина «Физика и химия поверхностных явлений» изучается в 8 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

Заочная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)	Заочная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
Контактная работа	32	8
Лекции (Лекции)	16	4
Практические (Практ. раб.)	16	4
Самостоятельная работа (СР)	40	60
Зачет	-	4

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.						Формы текущего контроля
		Лекции		Практ. раб.		СР		
		О	З	О	З	О	З	
8 семестр								
1	Поверхностные состояния и поверхностные центры. Связь инородных атомов и молекул с поверхностью твердого тела	2	1	2	1	6	10	Собеседование
2	Эффекты, обусловленные пространственным зарядом	2	1	2	1	4	10	Собеседование
3	Экспериментальные методы исследования поверхности	2	1	2	1	8	10	Собеседование; Реферат
4	Поверхность в отсутствие адсорбата	2	1	2	-	4	6	Собеседование

5	Связывание инородных веществ на поверхности твердого тела	2	-	2	-	4	6	Собеседование
6	Нелетучие добавки на поверхности твердого тела. Адсорбция	2	-	2	-	4	6	Собеседование
7	Поверхность раздела твердое тело – жидкость	2	-	2	1	4	6	Реферат
8	Фотоэффект и гетерогенный катализ	2	-	2	-	6	6	Собеседование

### **Тема 1. Поверхностные состояния и поверхностные центры. Связь инородных атомов и молекул с поверхностью твердого тела (ПК-1)**

#### **Лекция.**

Сопоставление химического и электронного подходов к поверхности. Уровни поверхностных состояний на зонной схеме. Энергия Ферми в модели поверхностных состояний.

#### **Практическое занятие.**

Практические занятия.

Определение коэффициентов поверхностного натяжения жидкостей.

Смачивание и растекание. Влияние кривизны поверхности на равновесие фаз. Давление пара над искривленной поверхностью. Методы определения поверхностного натяжения жидкостей и удельной свободной поверхностной энергии твердых тел.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Задания для самостоятельной работы

Проработка конспектов лекций, изучение рекомендованной литературы. Самостоятельное изучение следующих вопросов:

Типы взаимодействия. Химическая связь. Поверхностные центры кислотного и основного типа. Связывание адсорбата на различных твердых телах. Движение поверхностных атомов: релаксация, реконструкция и перемещение. Электронные энергетические уровни комплекса сорбат – твердое тело. Гидратация на поверхности ионных твердых тел. Поверхностные неоднородности.

### **Тема 2. Эффекты, обусловленные пространственным зарядом (ПК-1)**

#### **Лекция.**

Двойной слой, состоящий из двух заряженных плоскостей. Пространственный заряд, обусловленный неподвижными ионами. Обедненный слой. Двойной слой в зонной схеме. «Закрепление» энергии Ферми. Эффекты пространственного заряда в случае поверхности, покрытой активными веществами. Обогащенный слой. Инверсионный слой.

#### **Практическое занятие.**

Практические занятия.

Определение поверхностной энергии кристаллических тел с плоскостью спайности

Поверхности идеальные и реальные. Получение атомарно-гладких и чистых поверхностей.

Поверхности при расколе кристаллов со спайностью.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Задания для самостоятельной работы

Проработка конспектов лекций, изучение рекомендованной литературы. Самостоятельное изучение следующих вопросов:

Перенос электронов и дырок между объемом и поверхностью твердого тела. Основная физическая модель захвата и инжекции электронов и дырок. Перенос электронов и дырок при больших изменениях поверхностного барьера. Перенос заряда на поверхностные атомы или молекулы в полярной среде. Флуктуирующие уровни энергии.

### **Тема 3. Экспериментальные методы исследования поверхности (ПК-1)**

#### **Лекция.**

Методы исследования поверхности, основанные на электрических и оптических измерениях. Работа выхода. Поверхностная проводимость. Электроотражение. Эффект поля. Поверхностная фото-э.д.с. Емкость двойного слоя. Канальные измерения. Порошковая проводимость. Эллипсометрия. Спектроскопические методы исследования поверхности. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия (УФС).

#### **Практическое занятие.**

Практические занятия.

Влияние структурных неоднородностей на рельеф поверхности скола

Дефекты структуры кристаллов. Дислокации. Формирование ступеньки при выходе краевой дислокации на поверхность. Макроступеньки при множественном скольжении.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Задания для самостоятельной работы

Проработка конспектов лекций, изучение рекомендованной литературы. Самостоятельное изучение следующих вопросов и подготовка презентации на темы:

1. Спектроскопия потерь энергии (СПЭ).
2. Спектроскопия потенциала появления мягких рентгеновских лучей (СППМРЛ). Автоэлектронная микроскопия (АЭМ).
3. Автоионная микроскопия (АИМ).
4. Спектроскопия нейтрализации ионов (СНИ).
5. Дифракция медленных электронов (ДМЭ).
6. Методы определения химического состава поверхности.
7. Исследование химических реакций, вызванных падающим пучком.
8. Химические методы исследования.
9. Поглощение инфракрасного излучения.
10. Термостимулированная десорбция.
11. Адсорбция газообразных кислот и оснований или индикаторов.

### **Тема 4. Поверхность в отсутствие адсорбата (ПК-1)**

#### **Лекция.**

Классификация твердых тел. Методы получения чистой поверхности. Теоретические модели. Квантовые модели. Полуклассические модели. Модель Маделунга для ионных твердых тел. Модели для описания обобществленных электронных пар. Центры Льюиса и Бренстеда. Сравнение различных поверхностных состояний и центров. Исследование ионных твердых тел в отсутствие адсорбата. Реконструкция поверхности ионных твердых тел. Физические исследования поверхности ионных твердых тел.

#### **Практическое занятие.**

Практические занятия.

Распределение электрического заряда на поверхности скола диэлектрических кристаллов.

Напряжения и деформации твердых тел. Структура кристаллов. Дефекты кристаллического строения. Дислокации. Деформация скольжением и двойникованием. Прочность твердых тел.

Хрупкое и вязкое разрушение. Заряженные дислокации в неметаллических кристаллах.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Задания для самостоятельной работы

Проработка конспектов лекций, изучение рекомендованной литературы. Самостоятельное изучение следующих вопросов:

Химические исследования поверхности ионных твердых тел. Экспериментальные исследования свободной от адсорбата поверхности ковалентных и металлических твердых тел. Реконструкция поверхности ковалентных и металлических твердых тел. Измерение электрических свойств собственных поверхностных состояний ковалентных твердых тел. Спектроскопические методы исследования поверхности.

## **Тема 5. Связывание инородных веществ на поверхности твердого тела (ПК-1)**

### **Лекция.**

Реконструкция и перемещение в процессах связывания. Полуклассическая модель связи: поверхностная молекула. Сопоставление модели поверхностной молекулы с моделью жестких зон. Связывание адсорбата на ковалентных и металлических твердых телах. Связывание адсорбата на ионных твердых телах. Многослойная адсорбция: развитие новой фазы.

### **Практическое занятие.**

Практические занятия.

Изучение поверхности скола кристаллов с помощью силового микроскопа

Методы исследования поверхности. Электронная микроскопия. Принципы и возможности сканирующей электронной микроскопии. Зондовые методы.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Задания для самостоятельной работы

Проработка конспектов лекций, изучение рекомендованной литературы. Самостоятельное изучение следующих вопросов:

Квантовые модели связи адсорбат – твердое тело. Теория твердого тела: полубесконечный кристалл. Кластерные модели. Взаимодействующая поверхностная молекула (метод модельного гамильтониана). Другие квантовые модели. Измерение созданных адсорбатом поверхностных состояний на ковалентных и металлических твердых телах. Сдвиги вследствие экранирования и другие погрешности измерений. Углы связей. Энергетические уровни поверхностных состояний, образованных связями сорбат - сорбент. Химия поверхностных состояний. Изменение энергии поверхностного состояния вследствие связывания. Влияние полярной среды или коадсорбата на энергию поверхностного состояния. Поверхностные состояния, образованные многоэквивалентными инородными адсорбатами. Образование зон поверхностных состояний.

## **Тема 6. Нелетучие добавки на поверхности твердого тела. Адсорбция (ПК-1)**

### **Лекция.**

Дисперсность добавок. Методы диспергирования добавок. Измерение дисперсности. Спекание диспергированных частиц и поверхностная диффузия адсорбатов. Кластеры и переход от молекулы к твердому телу. Контроль свойств поверхности с помощью добавок. Эффекты, обусловленные присутствием добавок. Реальная поверхность. Изотермы и изобары адсорбции. Физическая адсорбция. Теплота и энергия активации адсорбции, необратимая хемосорбция.

### **Практическое занятие.**

Практические занятия.

Измерение высоты микроступеней на поверхности скола кристаллов

Исследование рельефа поверхности твердых тел. Поверхности скола. Измерение размеров неоднородностей поверхности кристаллов. Силовая микроскопия. Интерференционная профилометрия.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Задания для самостоятельной работы

Проработка конспектов лекций, изучение рекомендованной литературы. Самостоятельное изучение следующих вопросов:



Сверхструктуры, образуемые адсорбатом. Ионсорбция на полупроводниках Адсорбированные частицы как поверхностные состояния. Экспериментальные данные по ионсорбции. Адсорбция при локальном связывании. Адсорбция на ионных твердых телах. Адсорбция на поверхности платины.

## Тема 7. Поверхность раздела твердое тело – жидкость (ПК-1)

### Лекция.

Двойные слои и потенциалы в электрохимических измерениях. Перенос заряда между твердым телом и ионами раствора. Положение энергетических уровней поверхностных групп относительно краев зон.

### Задания для самостоятельной работы.

Задания для самостоятельной работы

Проработка конспектов лекций, изучение рекомендованной литературы. Самостоятельное изучение следующих вопросов и подготовка рефератов:

1. Исследования полупроводниковых электродов. Методы измерений.
2. Образование радикалов (удвоение тока).
3. Измерение положений энергетических уровней и краев зон. Другие методы измерения переноса заряда.
4. Сравнение поверхностей раздела твердое тело – жидкость и твердое тело – газ.

## Тема 8. Фотоэффект и гетерогенный катализ (ПК-1)

### Лекция.

Фотоэффекты на поверхности полупроводника. Простая рекомбинация электрон–дырка. Фотоадсорбция и фотодесорбция. Фотокатализ. Прямое возбуждение поверхностных состояний фотонами. Гетерогенный катализ.

### Задания для самостоятельной работы.

Задания для самостоятельной работы

Проработка конспектов лекций, изучение рекомендованной литературы. Самостоятельное изучение следующих вопросов:

Поверхностные центры, связанные со ступенями и другими геометрическими факторами. Роль кислотных и основных центров в каталитических реакциях. Ковалентное связывание на координационно-ненасыщенных металлических и катионных центрах. Центры в окислительном катализе.

## 4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

### 4.1. Распределение баллов:

8 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 70 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки

1.	Поверхностные состояния и поверхностные центры. Связь инородных атомов и молекул с поверхностью твердого тела	Собеседование	10	<p>10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики и химии</p> <p>8 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики и химии.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы – ответ баллами не оценивается.</p>
2.	Эффекты, обусловленные пространственным зарядом	Собеседование	10	<p>10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики и химии</p> <p>8 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики и химии.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы – ответ баллами не оценивается.</p>
3.	Экспериментальные методы исследования поверхности	Собеседование	10	<p>10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики и химии</p> <p>8 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики и химии.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы – ответ баллами не оценивается.</p>

		<b>Реферат(контрольный срез)</b>	10	<p>10 баллов – студент грамотно выстраивает логику своего доклада по материалам реферата, раскрывает тему исследования, демонстрирует оригинальные находки в решении проблемы, намечены перспективы исследования, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов. Грамотные ответы на дополнительные вопросы</p> <p>8 баллов - студент грамотно выстраивает логику своего доклада по материалам реферата, раскрывает тему исследования, демонстрирует отдельные оригинальные находки в решении проблемы, перспективы исследования намечены отдельными штрихами, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов. Даны грамотные ответы на отдельные дополнительные вопросы</p> <p>5 баллов - логика выступления в отдельных местах нарушается, тема исследования раскрывается, отсутствуют оригинальные находки в решении проблемы, перспективы исследования намечены пунктирно, продемонстрированы средние ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов, ответы на вопросы требуют уточнения.</p> <p>2 балла – представленные результаты в массе своей не новы, ответ представляет собой простое зачитывание текста, отдельные ответы на дополнительные вопросы требуют уточнения</p> <p>1 балл - представленные результаты в массе своей не новы, ответ представляет собой простое зачитывание текста, студент не может дать ответы на дополнительные вопросы</p>
4.	Поверхность в отсутствие адсорбата	Собеседование	10	<p>10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики и химии</p> <p>8 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики и химии.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы – ответ баллами не оценивается.</p>
5.	Связывание инородных веществ на поверхности твердого тела	Собеседование	10	<p>10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики и химии</p> <p>8 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики и химии.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы – ответ баллами не оценивается.</p>

6.	Нелетучие добавки на поверхности твердого тела. Адсорбция	Собеседование	10	<p>10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики и химии</p> <p>8 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики и химии.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы – ответ баллами не оценивается.</p>
7.	Поверхность раздела твердое тело – жидкость	<b>Реферат(контрольный срез)</b>	10	<p>10 баллов – студент грамотно выстраивает логику своего доклада по материалам реферата, раскрывает тему исследования, демонстрирует оригинальные находки в решении проблемы, намечены перспективы исследования, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов. Грамотные ответы на дополнительные вопросы</p> <p>8 баллов - студент грамотно выстраивает логику своего доклада по материалам реферата, раскрывает тему исследования, демонстрирует отдельные оригинальные находки в решении проблемы, перспективы исследования намечены отдельными штрихами, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов. Даны грамотные ответы на отдельные дополнительные вопросы</p> <p>5 баллов - логика выступления в отдельных местах нарушается, тема исследования раскрывается, отсутствуют оригинальные находки в решении проблемы, перспективы исследования намечены пунктирно, продемонстрированы средние ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов, ответы на вопросы требуют уточнения.</p> <p>2 балла – представленные результаты в массе своей не новы, ответ представляет собой простое зачитывание текста, отдельные ответы на дополнительные вопросы требуют уточнения</p> <p>1 балл - представленные результаты в массе своей не новы, ответ представляет собой простое зачитывание текста, студент не может дать ответы на дополнительные вопросы</p>
8.	Фотоэффект и гетерогенный катализ	Собеседование	10	<p>10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики и химии</p> <p>8 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики и химии.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы – ответ баллами не оценивается.</p>

9.	Посещаемость	10	
10.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

### Реферат

#### Тема 3. Экспериментальные методы исследования поверхности

Типовые задания для написания рефератов

1. Исследования полупроводниковых электродов. Методы измерений.
2. Образование радикалов (удвоение тока).
3. Микроскопические методы исследования поверхности.
4. Измерение положений энергетических уровней и краев зон.
5. Сравнение поверхностей раздела твердое тело – жидкость и твердое тело – газ.

#### Тема 7. Поверхность раздела твердое тело – жидкость

Типовые задания для написания рефератов

1. Исследования полупроводниковых электродов. Методы измерений.
2. Образование радикалов (удвоение тока).
3. Микроскопические методы исследования поверхности.
4. Измерение положений энергетических уровней и краев зон.
5. Сравнение поверхностей раздела твердое тело – жидкость и твердое тело – газ.

### Собеседование

#### Тема 1. Поверхностные состояния и поверхностные центры. Связь инородных атомов и молекул с поверхностью твердого тела

Типовые задания собеседования

1. Типы взаимодействия.
2. Химическая связь.
3. Поверхностные центры кислотного и основного типа.
4. Связывание адсорбата на различных твердых телах.
5. Движение поверхностных атомов: релаксация, реконструкция и перемещение.
6. Электронные энергетические уровни комплекса сорбат – твердое тело.
7. Гидратация на поверхности ионных твердых тел.
8. Поверхностные неоднородности.

#### Тема 2. Эффекты, обусловленные пространственным зарядом

Типовые задания собеседования

1. Перенос электронов и дырок между объемом и поверхностью твердого тела. Основная физическая модель захвата и инжекции электронов и дырок.

2. Перенос электронов и дырок при больших изменениях поверхностного барьера.
3. Перенос заряда на поверхностные атомы или молекулы в полярной среде. Флуктуирующие уровни энергии.

### Тема 3. Экспериментальные методы исследования поверхности

#### Типовые задания собеседования

1. Химические исследования поверхности ионных твердых тел.
2. Экспериментальные исследования свободной от адсорбата поверхности ковалентных и металлических твердых тел.
3. Реконструкция поверхности ковалентных и металлических твердых тел.
4. Измерение электрических свойств собственных поверхностных состояний ковалентных твердых тел.
5. Спектроскопические методы исследования поверхности.

### Тема 4. Поверхность в отсутствие адсорбата

#### Типовые задания собеседования

1. Квантовые модели связи адсорбат – твердое тело.
2. Теория твердого тела: полубесконечный кристалл.
3. Кластерные модели.
4. Взаимодействующая поверхностная молекула (метод модельного гамильтониана). Другие квантовые модели.
5. Измерение созданных адсорбатом поверхностных состояний на ковалентных и металлических твердых телах.
6. Сдвиги вследствие экранирования и другие погрешности измерений. Углы связей.
7. Энергетические уровни поверхностных состояний, образованных связями сорбат - сорбент.
8. Химия поверхностных состояний.
9. Изменение энергии поверхностного состояния вследствие связывания.
10. Влияние полярной среды или коадсорбата на энергию поверхностного состояния.
11. Поверхностные состояния, образованные многоэквивалентными инородными адсорбатами. Образование зон поверхностных состояний.

### Тема 5. Связывание инородных веществ на поверхности твердого тела

#### Типовые задания собеседования

1. Исследования полупроводниковых электродов. Методы измерений.
2. Образование радикалов (удвоение тока).
3. Измерение положений энергетических уровней и краев зон. Другие методы измерения переноса заряда.
4. Сравнение поверхностей раздела твердое тело – жидкость и твердое тело – газ.

### Тема 6. Нелетучие добавки на поверхности твердого тела. Адсорбция

#### Типовые задания собеседования

1. Нелетучие добавки на поверхности твердого тела.
2. Изотермы и изобары адсорбции. Физическая адсорбция.
3. Теплота и энергия активации адсорбции, необратимая хемосорбция.
4. Ионсорбция на полупроводниках.
5. Адсорбция при локальном связывании.
6. Двойные слои и потенциалы в электрохимических измерениях.
7. Перенос заряда между твердым телом и ионами раствора. Положение энергетических уровней поверхностных групп относительно краев зон.

## Тема 8. Фотоэффект и гетерогенный катализ

### Типовые задания собеседования

1. Поверхностные центры, связанные со ступенями и другими геометрическими факторами.
2. Роль кислотных и основных центров в каталитических реакциях.
3. Ковалентное связывание на координационно-ненасыщенных металлических и катионных центрах.
4. Центры в окислительном катализе.

### 4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

#### Типовые вопросы зачета (ПК-1)

##### Типовые вопросы зачета

1. Химические методы исследования поверхности.
2. Классификация твердых тел. Методы получения чистой поверхности.
3. Изотермы и изобары адсорбции. Физическая адсорбция.
4. Теплота и энергия активации адсорбции, необратимая хемосорбция.
5. Ионсорбция на полупроводниках.
6. Фотокатализ.

#### Типовые задания для зачета (ПК-1)

Не предусмотрено

### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-1	Свободно ориентируется в законах и понятиях физики и химии поверхностных явлений. В полном объеме владеет практическими навыками экспериментального исследования поверхности. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу. Знает современные методы экспериментальных исследований.
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-1	Не ориентируется в законах физики и химии поверхностных явлений. Не может продемонстрировать знание и понимание методов экспериментального исследования поверхности. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

## 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

## 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

## 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.



Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности : [учебник-монография]. - 2-изд., испр.. - Долгопрудный: Издат. Дом "Интеллект", 2011. - 568 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия : учеб. пособие. - изд. стер.. - М.: КНОРУС, 2013. - 752 с.

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Пермьякова И.Е., Федоров В.А. Химия твердого тела : Учеб.пособие. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2003. - 83с.
2. Бутягин, П. Ю. Химическая физика твердого тела : учебное пособие. - 2020-09-18; Химическая физика твердого тела. - Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2006. - 272 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/13047.html>
3. Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.П. Коллоидная химия. - 5-е изд., стер.. - СПб, М., Краснодар: Лань, 2010. - 336 с.

### **6.3 Иные источники:**

1. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система - <http://www.biblioclub.ru>
2. Консультант студента. Гуманитарные науки: электронно-библиотечная система - <http://www.studentlibrary.ru>
3. Российская национальная библиотека - <http://www.nlr.ru/>
4. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания - [www.monographies.ru](http://www.monographies.ru)

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI - Russian

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
4. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
5. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
6. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prlib.ru>
7. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.