

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет**  
**им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт физики и математики**

**Кафедра теоретической и экспериментальной физики**

<b>СОГЛАСОВАНО</b> Руководитель образовательной программы   Б.И. Кунжев «30» мая 2023 г.	<b>УТВЕРЖДАЮ</b> Директор Института физики и математики  Б.И. Кунжев «30» мая 2023 г.
---	---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**«ТЕРМОДИНАМИКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ЯВЛЕНИЙ»**

Направление подготовки  
**03.03.02 Физика**  
(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки:  
**«Физика конденсированного состояния вещества»**  
(наименование профиля подготовки)

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

**Нальчик 2023**

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика поверхностных явлений» /сост. Х.Х. Калажоков– Нальчик: КБГУ, 2023г. – 41с.

Рабочая программа дисциплины предназначена для преподавания дисциплины вариативной части Б1.В.06 студентам очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль «Физика конденсированного состояния вещества») в 7-м семестре 4-го курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта ФГОС 3++ высшего образования по направлению 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 7 августа 2020 г. № 891, который зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения дисциплины	4
2.	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3.	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4.	Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
5.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	9
6.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	17
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	19
7.1.	Нормативно-законодательные акты	19
7.2.	Основная литература	19
7.3.	Дополнительная литература	20
7.4.	Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)	20
7.5.	Интернет-ресурсы	20
7.6.	Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы	20
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	24
9.	Приложение 1. Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины	28
10.	Приложение 2. Распределение баллов текущего и рубежного контроля	29

### **1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Цель курса:** научить студентов описать физические процессы, происходящие на поверхностях металлов и сплавов методами термодинамики.

**Задачами курса** являются: освоить основы термодинамики поверхностных явлений, научить студентов использовать термодинамику для описания процессов, происходящих на поверхностях металлов и сплавов, выполнять простейшие расчеты поверхностных термодинамических характеристик в зависимости от давления газовой фазы и состава, предсказать свойства поверхности при переходе системы металл-газовая фаза, расплав в равновесное состояние.

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Термодинамика поверхностных явлений» входит в вариативную часть Блока 1 «Модуль: «Дисциплины по выбору Б1.В.06» включенных в учебный план направления подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния вещества».

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: Молекулярная физика, Термодинамика, Статистическая физика, Материаловедение и др.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОСЗ++ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата):

*Профессиональные компетенции:*

**ПКС-1:** Способен использовать современные биофизические методы исследования и анализа живых систем, применять полученные знания для медико-биологических исследований состояния организма, причин нарушения его функционирования и возникновения заболеваний

**ПКС-2:** Способен проводить техническую верификацию и обслуживание приборов, аппаратов и методик диагностики и лечения, обеспечивать планирование облучения, дозиметрический контроль и радиационную безопасность, управление медицинскими информационными системами

***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

***Знать:*** физические основы термодинамики ее современное состояние и приоритетные, ориентироваться в современной научно-технической литературе в данной области.

***Уметь:*** проводить расчеты основных параметров поверхности, уметь его воспроизвести (с разной степенью точности), ответить на уточняющие вопросы.

***Владеть:*** теоретическим материалом, относящимся к данной компетенции, демонстрировать умения (с различной степенью самостоятельности), относящийся к данной компетенции

\

#### 4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

**Таблица 1.Содержание дисциплины «Термодинамика поверхностных явлений», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций:**

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение. Некоторые сведения из термодинамики	Введение. Предмет и метод ТПЯ. Некоторые сведения из термодинамики. Термодинамическая система и параметры системы. Интенсивные и экстенсивные параметры. Термодинамическое равновесие. Параметры равновесия. Термодинамический процесс. Внутренняя энергия. Теплообмен. Массообмен. Работа. Первое начало термодинамики. Обобщенные силы и координаты. Понятие химического потенциала. Энтропия. Второе начало термодинамики. Третье начало термодинамики.	ПКС-1, ПКС-2	ДЗ, РК, Т
2	Избыточные термодинамические потенциалы	Термодинамические потенциалы. Потенциал внутренней энергии. Свободная энергия системы. Энтальпия. Свободная энтальпия. Большой термодинамический потенциал. Избыточные термодинамические потенциалы	ПКС-1, ПКС-2	ДЗ,Р,К, РК
3	Структура поверхности раздела. Поверхностное натяжение	Структура поверхности раздела: а)-кристалл-пар. б)-жидкость пар. Основные характеристики межфазного слоя. Поверхностное напряжение. Изотермическая работа образования единицы поверхности.	ПКС-1, ПКС-2	ДЗ,Р,К, РК

		Поверхностное натяжение. Формула Баккера.		
4	Адсорбция из газовой фазы	Адсорбция из газовой фазы. Основные понятия: адсорбент; адсорбат; Физическая и химическая адсорбции; Адсорбционные силы; Адсорбционные центры; Коэффициент прилипания частиц к поверхности Степень заполнения поверхности. Изменение энтальпии при адсорбции. Адсорбция на гладкой поверхности. Уравнение Генри. Уравнение Ленгмюра. Уравнение Киселева. Полимолекулярная адсорбция. Уравнение БЭТ. Уравнение кинетики адсорбции	ПКС-1, ПКС-2	ДЗ,Р,К, РК
5	Фундаментальные уравнения поверхностного слоя. Методы термодинамики.	Фундаментальные уравнения термодинамики межфазного слоя. Два метода изучения термодинамики межфазного слоя: 1-Метод Гиббса. 2-Метод слоя конечной толщины. Адсорбция. Абсолютная адсорбция. Адсорбционное уравнение Гиббса. Относительная адсорбция. Связь между компонентами тензора поверхностного натяжения и свободной поверхностной энергией. Связь между свободной поверхностной энергией и поверхностным натяжением.	ПКС-1, ПКС-2	ДЗ,Р,К, РК
6	Адсорбция из раствора.	Адсорбция из раствора. Константа обмена частицами поверхностного слоя раствора с его объемом. Формула В.К.Семенченко. Различные варианты адсорбции. Связь между адсорбцией и	ПКС-1, ПКС-2	ДЗ,Р,К, РК

		поверхностным натяжением. Уравнение Гиббса. Абсолютная и относительная адсорбции. Поверхностная концентрация. Условие устойчивости поверхностного слоя.		
7	Уравнения изотермы поверхностного натяжения.	Уравнения изотермы поверхностного натяжения: 1 Фолькмана; 2-Прилежаева Дефай. 3-Шишковского; 4-Жуховицкого; 5-Батлера. 6-Русанова. 7- Эриксона; 8-Хора и Мельфорда; 9-Попеля- Павлова; 10-Гутгенгейма; 11-Задумкина; 12-Семенченко; 13-Дадашева; 14-Махдиева.	ПКС-1, ПКС-2	ДЗ,Р,К, РК
8	Методики асчетов параметров поверхности с использованием уравнений изотермы поверхностного натяжения	Расчет параметров поверхности с использованием уравнений изотермы поверхностного натяжения: 1- Прилежаева-Дефай; 2-Батлера; 3-Шишковского; 4-Жуховицкого; 5-Попеля–Павлова; 6-Уравнения, предложенные за последние годы. Расчет поверхностных свойств сплавов: а) Систем с монотонным изменением поверхностного натяжения; б) Систем с химическими соединениями ( С.Н. Задумкин. и др.)	ПКС-1, ПКС-2	ДЗ,Р,К, РК
9	Термодинамика искривленного поверхностного слоя.	Термодинамика искривленного поверхностного слоя. Ведение. Основные понятия и соотношения. Поверхность натяжения. Фундаментальные термодинамические соотношения для сферической поверхности раздела фаз. Формула Томсона. Уравнение и	ПКС-1, ПКС-2	ДЗ,Р,К, РК

		параметр Толмена. Размерный эффект поверхностного натяжения. Формула С.Н.Задумкина- Х.Б.Хоконова. Работы Шебзухова А.А.		
--	--	---	--	--

В графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля. Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение домашнего задания (ДЗ), написание реферата (Р), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з. е. (144 часа)

Вид работы	Трудоемкость, час.	
	5 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость в зач. ед. (час.)</b>	<b>4 з.ед.(144)</b>	<b>4 з.ед.(144)</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Семинарские занятия (СЗ)	–	–
<b>Самостоятельная работа (в часах):</b>	<b>49</b>	<b>49</b>
Курсовая работа (КР)	–	–
Контрольная работа (К)	–	–
Самостоятельное изучение разделов	49	49
<b>Контроль</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27	27
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>

Таблица 3. Лекционные занятия

№ пп	Тема
1	Термодинамические потенциалы. Потенциал внутренней энергии. Свободная энергия системы. Энтальпия. Свободная энтальпия. Большой термодинамический потенциал.
2	. Избыточные термодинамические потенциалы
3	Поверхностное натяжение. Формула Баккера.
4	Два метода изучения термодинамики межфазного слоя: 1-Метод Гиббса. 2-Метод слоя конечной толщины
5	Мономолекулярная адсорбция. Уравнение Генри. Уравнение кинетики адсорбции Ленгмюра. Полимолекулярная адсорбция. Уравнение БЭТ
6	Константа обмена частицами поверхностного слоя раствора с его объемом. Формула В.К.Семенченко.
7	Уравнения изотермы поверхностного натяжения: 1-Жуховицкого; 2-Батлера. 3-Русанова. 4- Эриксона; 5-Хора и Мельфорда; 6-Попеля-Павлова; 7.С.Н.Задумкина.
8	Расчет параметров поверхности с использованием уравнений изотермы поверхностного натяжения: 1- Прилежаева-Дефай; 2.Шишковского; 3.Двухпараметрического уравнения ПН.



9	Фундаментальные термодинамические соотношения для сферической поверхности раздела фаз
---	---

**Таблица 4. Лабораторные работы – уч. планом не предусмотрены**

**Таблица 5. Практические занятия**

№ пп	Тема
1	Расчет изотермы ПН с использованием уравнения Жуховицкого
2	Расчет изотермы ПН с использованием уравнения Семенченко
3	Расчет адсорбции компонентов бинарной системы в N-варианте с использованием уравнения Гиббса
4	Расчет адсорбции компонентов бинарной системы в N-варианте с использованием уравнения Гуггенгейма-Адама
5	Расчет состава поверхности бинарного сплава
6	Расчет предельной поверхностной активности по Ребиндеру

**Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины**

№ пп	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Термодинамические потенциалы.
2	. Избыточные термодинамические потенциалы
3	Поверхностное натяжение. Формула Баккера.
4	Два метода изучения термодинамики межфазного слоя: 1-Метод Гиббса. 2-Метод слоя конечной толщины
5	Мономолекулярная адсорбция. Уравнение БЭТ
6	Константа обмена частицами поверхностного слоя раствора с его объемом. Формула В.К.Семенченко.
7	Уравнения изотермы поверхностного натяжения: 1-Жуховицкого; 2-Батлера. 3-Русанова. 4- Эриксона; 5-Хора и Мельфорда; 6-Попеля-Павлова; 7.С.Н.Задумкина.
8	Расчет параметров поверхности с использованием уравнений изотермы поверхностного натяжения: 1- Прилежаева-Дефай; 2.Шишковского; 3.Двухпараметрического уравнения ПН.
9	Фундаментальные термодинамические соотношения для сферической поверхности раздела фаз

## **5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости в промежуточной аттестации**

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация (смотри распределение баллов в Приложении № 2).**

**5.1 Оценочные материалы для текущего контроля.** Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

**Текущий контроль** успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Термодинамика поверхностных явлений» и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, написание докладов, рефератов, эссе, дискуссии.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

### **5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Термодинамика поверхностных явлений» (контролируемые компетенции ПК-1):**

**Тема 1.** Введение. Термодинамические потенциалы. Потенциал внутренней энергии. Свободная энергия системы. Энтальпия. Свободная энтальпия. Большой термодинамический потенциал.

**Тема 2.** Термодинамические потенциалы. Потенциал внутренней энергии. Свободная энергия системы. Энтальпия. Свободная энтальпия. Большой термодинамический потенциал. Избыточные термодинамические потенциалы

**Тема 3.** Структура поверхности раздела: а)-кристалл-пар. б)-жидкость пар. Основные характеристики межфазного слоя. Поверхностное напряжение. Изотермическая работа образования единицы поверхности. Поверхностное натяжение. Формула Баккера.

**Тема 4.** Адсорбция из газовой фазы. Основные понятия: адсорбент; адсорбат; Физическая и химическая адсорбции; Адсорбционные силы; Адсорбционные центры; Коэффициент прилипания частиц к поверхности Степень заполнения поверхности. Изменение энтальпии при адсорбции. Адсорбция на гладкой поверхности. Уравнение Генри. Уравнение Ленгмюра. Уравнение Киселева. Полимолекулярная адсорбция. Уравнение БЭТ. Уравнение кинетики адсорбции

**Тема 5.** Фундаментальные уравнения термодинамики межфазного слоя. Два метода изучения термодинамики межфазного слоя: 1-Метод Гиббса. 2-Метод слоя конечной толщины. Адсорбция. Абсолютная адсорбция. Адсорбционное уравнение Гиббса. Относительная адсорбция. Связь между компонентами тензора поверхностного натяжения и свободной поверхностной энергией. Связь между свободной поверхностной энергией и поверхностным натяжением

**Тема 6.** Адсорбция из раствора. Константа обмена частицами поверхностного слоя раствора с его объемом. Формула В.К.Семенченко. Различные варианты адсорбции. Связь между адсорбцией и поверхностным натяжением. Уравнение Гиббса. Абсолютная и относительная адсорбции. Поверхностная концентрация. Условие устойчивости поверхностного слоя..

**Тема 7.** Уравнения изотермы поверхностного натяжения: 1-Фолькмана; 2-Прилежаева Дефай. 3-Шишковского; 4-Жуховицкого; 5-Батлера. 6-Русанова. 7- Эриксона; 8-Хора и Мельфорда; 9-Попеля Павлова; 10-Гуггенгейма; 11-Задумкина; 12-Семенченко; 13-Дадашева; 14-Махдиева.

**Тема 8.** Расчет параметров поверхности с использованием уравнений изотермы поверхностного натяжения: 1.- Прилежаева-Дефай; 2-Батлера; 3-Шишковского; 4-Жуховицкого; 5-Попеля-Павлова; 6-Уравнения, предложенные за последние годы. Расчет поверхностных свойств сплавов: а) Систем с монотонным изменением поверхностного натяжения; б) Систем с химическими соединениями ( С.Н. Задумкин. и др.)

**Тема 9.** Термодинамика искривленного поверхностного слоя. Введение. Основные понятия и соотношения. Поверхность натяжения. Фундаментальные термодинамические соотношения для сферической поверхности раздела фаз. Формула Томсона. Уравнение и

параметр Толмена. Размерный эффект поверхностного натяжения. Формула С.Н.Задумкина-Х.Б.Хоконова.

***Вопросы для текущего контроля:***

1. Термодинамические потенциалы.
2. Потенциал внутренней энергии.
3. Свободная энергия системы.
4. Энтальпия. Свободная энтальпия.
5. Большой термодинамический потенциал.
6. Избыточные термодинамические потенциалы
7. Поверхностное натяжение. Формула Баккера.
8. Два метода изучения термодинамики межфазного слоя: 1-Метод Гиббса. 2-Метод слоя конечной толщины.
9. Уравнение адсорбции Генри.
10. Уравнение дсорбции Ленмюра .
11. Полимолекулярная адсорбция.
12. Уравнение БЭТ. Адсорбция из раствора.
13. Уравнение адсорбции Гиббса.
14. Различные варианты адсорбции.
15. Константа обмена частицами поверхностного слоя раствора с его объемом.
16. Формула В.К.Семенченко для  $F$ .
17. Уравнения изотермы поверхностного натяжения: 1-Жуховицкого; 2-Батлера. 3-Русанова. 4- Эриксона; 5-Хора и Мельфорда; 6-Попеля- Павлова; 7.С.Н.Задумкина.
18. Расчет параметров поверхности с использованием уравнений изотермы поверхностного натяжения: 1- Прилежаева-Дефай. 2.Жуховицкого.
19. Фундаментальные термодинамические соотношения для сферической поверхности раздела фаз Структура поверхности раздела: а)-кристалл-пар. б)-жидкость пар.
20. Основные характеристики межфазного слоя.
21. Поверхностное напряжение.
22. Изотермическая работа образования единицы поверхности.

**Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса**

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Основы рентгеновской диагностики и терапии». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

***В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:***

***1 балл***, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определение физических понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

***0.7 балла***, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «1», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

***0.5 балла***, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;

- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

**0 баллов**, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия

#### **5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося (коллоквиумы)( контролируемые компетенции ПКС-1;ПКС-2):**

##### **Примерные вопросы для коллоквиумов:**

##### **Вариант 1:**

1. Некоторые сведения из термодинамики
2. Избыточные термодинамические потенциалы
3. Структура поверхности раздела. Поверхностное натяжение

##### **Вариант 2:**

1. Адсорбция из газовой фазы
2. Адсорбция из раствора
3. Фундаментальные уравнения поверхностного слоя. Методы термодинамики

##### **Вариант 3.**

1. Уравнения изотермы поверхностного натяжения
2. Методики расчетов параметров поверхности с использованием уравнений изотермы поверхностного слоя.
3. Термодинамика искривленного поверхностного слоя.

##### **Вариант 4.**

1. . Основные сведения из термодинамики. Два подхода к ТПЯ
- 2 Адсорбция из газовой среды. Уравнение кинетики адсорбции из ГС
3. Уравнение БЭТ и его применение

##### **Вариант 5.**

1. Термодинамика плоской поверхности.
2. Адсорбция из раствора
3. Уравнения изотермы ПН.

##### **Вариант 6.**

1. Двухпараметрическое уравнение изотермы ПН
2. Термодинамика искривленной поверхности
3. Влияние размера на поверхностные свойства вещества

#### ***Критерии формирования оценок по контрольным точкам (коллоквиумы)***

«отлично» (6 баллов) - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;

«хорошо» (5 баллов) – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

«удовлетворительно» (3 балла) – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции» (менее 3 баллов) – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50 % задач.

## **5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля.**

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику.**

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

### **5.2.1. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине (контролируемые компетенции ПКС-1; ПКС-2):**

Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

#### **Образцы тестовых заданий:**

V1: Условия, необходимые для реализации

а) Поток газа через стенку вакуумной камеры

I: 1

S: В вакуумной технике используют материалы

-: любые

+: с низким давлением собственного пара ( $p_0 < 10^{-10}$  Па)

-: только стекла;

-: только металлы

I: 2

S: Поток газа  $g(t)$  через материал определяется формулой

$$\therefore g(t) = \frac{k_0}{z} \left( p_0^{1/j} \right) \cdot e^{-E_a/kT};$$

$$+: g(t) = \frac{k_0}{z} \left( P_0^{1/j} - P^{1/j} \right) \cdot e^{-E_a/T}$$

$$\therefore g(t) = \frac{k_0}{z} \left( P_0^{-1/j_0} \right) \cdot e^{-E_a/T}$$

$$\therefore g(t) = \frac{k_0}{z} \left( e^{1/j} \right)^{E_a/kT}$$

I: 3

S: В формуле  $g(t)$   $k_0$  это

- +: проницаемость стекла
- : универсальная постоянная
- +: постоянная для стекла и газа
- : постоянная, зависящая только от стекла

I:4

S: в формуле  $g(t)$   $z$  это

- : диаметр молекул
- : диаметр ионов
- +: толщина стенки камеры
- : толщина изучаемого образца

I:5

S: В формуле  $g(t)$   $P_0$  это

- : давление внутри камеры
- : давление в насосе
- +: давление вне камеры
- : атмосферное давление воздуха

V1: Выделение газа материалами стенки камеры и исследуемого вещества

I:21

S: Любой материал перестает выделять газ

- +: после обезгаживания
- : до обезгаживания при откачке камеры
- : в газовой среде после отжига
- +: при отжиге в вакууме

I:22

S: Формула, описывающая выделение газа веществом имеет вид

$$+: g_t = g_0 \cdot t^{-n}$$

$$-: g(t) = g_0 t^n$$

$$-: g_t = g_0^{-1} t^{-2n}$$

$$-: g_t = g_0^{-1} t^{2n}$$

I: 23

S: В формуле, описывающем выделение газа из вещества  $n$  имеет значения

- : от 0 до 1
- +: от 0 до 2
- : от 0,5 до 3
- : от 0,7 до 2

I:24

S: В формуле, описывающем выделение газа из вещества  $g_0$  имеет значения

- +:  $10^{-4} \text{ Па} \cdot \text{м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{с}$  -для необезгаженных
- +:  $10^{-12} \text{ Па} \cdot \text{м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{с}$  -для обезгаженных
- : любое значение для необезгаженных
- : нулевое значение для обезгаженных

I:25

S: Согласно законам газовой выделенности стенок камеры в последнюю давление меняется после ее откачки по закону

$$-: P = k_0 \cdot P_0 \cdot t$$

$$+: P = P_A - (P_A - P_0) \cdot e^{-\alpha t}$$

$$-: P = P_A + (P_A - P_0) \cdot e^{+\alpha t}$$

$$-: P = P_A - (P_A - P_0) \cdot e^{\alpha t}$$

V1: Отклоняющие электростатические анализаторы. Анализаторы цилиндрические зеркало (АЦЗ) и полусферические дефлекторы (ПСА)

I: 91

S: В основе работы АЦЗ и ПСА лежит

-: торможение заряженных частиц электрическим полем

+: отклонение заряженных частиц электрическим полем

-: отклонение нейтральных частиц электрическим полем

-: отклонение заряженных частиц магнитным полем

I:92

S: При  $\alpha = 42^{\circ}18'$  АЦЗ обладает фокусировкой

-: первого порядка

-: нулевого порядка

+: второго порядка

-: половинного порядка

I: 93

S: Разрешательная способность АЦЗ определяется формулой

$$-: R = \frac{E_0}{\Delta E}$$

$$+: R = \frac{5,6 R^*}{8}$$

$$-: R = 5,6 \delta \cdot R^*$$

$$-: R = 5,6 \delta / R^*, \text{ где } R^* - \text{радиус внутреннего цилиндра, } \delta - \text{размер входной апертуры}$$

I: 94

S: Разрешательная способность ПСА определяется формулой

$$+: R = \frac{2 R^*}{\delta}$$

$$-: R = \frac{5,6 R^*}{\delta}$$

$$-: R = \delta \cdot R^*$$

$$-: R = \delta / R, \text{ где } R^* - \text{радиус центрального пути электронов через анализатор}$$

I: 95

S: На ПСА угол сбора  $\alpha$  равен

$$-: \alpha \approx 10^{-4} \text{ стер.}$$

$$+: \alpha \approx 10^{-2} \text{ стер.}$$

$$-: \alpha \approx 10^{-1} \text{ стер.}$$

$\therefore \alpha \approx 1$  стер.

V2: Оценка величины энергии Оже-электронов

I: 102

S: Формула Чанга для расчета энергии Оже-электрона перехода  $E_{ABC}(z)$  имеет вид

$$\therefore E_{ABC}(z) = E_A(z) - \frac{1}{2}[E_B(z) + E_C(z)]$$

$$\therefore E_{ABC}(z) = E_A(z) - \frac{1}{2}[E_B(z) + E_C(z)] - \frac{1}{2}[E_C(z) + E_C(z)]$$

$$+ : E_{ABC}(z) = E_A(z) - \frac{1}{2}[E_B(z) + E_B(z+1)] - \frac{1}{2}[E_C(z) + E_C(z+1)]$$

$$\therefore E_{ABC}(z) = E_A(z) + \frac{1}{2}[E_B(z) + E_B(z+1)] + \frac{1}{2}[E_C(z) - E_C(z+1)]$$

I: 103

S: Энергия кванта  $E$ , поглощаемого электроном атома при Оже-переходе  $E_{ABC}$  примерно равна

$$\therefore E = E_A + E_B$$

$$+ : E = E_A - E_B$$

$$\therefore E = E_A + E_B - E_C$$

$$\therefore E = E_A - E_B - E_C$$

I: 104

S: Энергия Оже-электрона кислорода при

$KL_1L_1$  переходе ( $E_K = 532$ ;  $E_{L_1} = 23,7$ ;  $E_{L_2} = 7,1$  эВ – для кислорода

$E_K = 685,4$ ;  $E_{L_2} = E_{L_3} = 8,6$  – для железа) равна

$$\therefore E_{KL_1L_1} = 517,5 \text{ эВ}$$

$$\therefore E_{KL_1L_1} = 555,7 \text{ эВ}$$

$$+ : E_{KL_1L_1} = 508,3 \text{ эВ}$$

$$\therefore E_{KL_1L_1} = 525,6 \text{ эВ}$$

I: 105

S: Энергия углерода при  $KL_1L_2$  переходе ( $E_K = 283,8$ ;  $E_{L_1} = 0$ ;  $E_{L_2} = 6,4$  – для

углерода и  $E_K = 401,6$ ;  $E_{L_1} = 0$ ;  $E_{L_2} = 9,2$ ;  $E_{L_3}$  эВ – для азота) равна

$$\therefore E_{KL_1L_1} = 280,6 \text{ эВ}$$

$$+ : E_{KL_1L_2} = 276 \text{ эВ}$$

$$\therefore E_{KL_1L_2} = 279,7 \text{ эВ}$$

$$\therefore E_{KL_1L_2} = 272,0 \text{ эВ}$$

V1: Количественная Оже-спектроскопия

I: 106

S: Величина Оже-тока выражается формулой

$$\therefore J = \alpha_0 J_P G_i \cdot C_i \cdot N \varphi_i (1 - \omega_i) \sec \theta$$

$$+ : J = \alpha_0 J_P G_i \cdot C_i \cdot N \varphi_i (1 - \omega_i) r_i \tau_i \sec \theta$$



$$-: J = \alpha_0 G_i \cdot C_i \cdot \varphi_i (1 - \omega_i) r_i \tau_i \sec \theta$$

$$-: J = \alpha_0 G_i \cdot C_i \cdot \varphi_i r_i \tau_i \sec \theta$$

I: 107

S: В формуле для Оже-тока  $\alpha_0$  выражает

- +: некоторую постоянную
- : вероятность выхода Оже-электронов
- : параметр обратного рассеяния
- : телесный угол сбора анализатора

I: 108

S: В формуле для Оже-тока  $J_p$  выражает

- : интенсивность света
- +: ток первичных электронов
- : фактор обратного рассеяния
- : выходящий ток всех вторичных электронов

I: 109

S: В формуле для Оже-тока  $G_i$  выражает

- : интенсивность света
- : ток первичных электронов
- : фактор обратного рассеяния
- +: постоянную прибора

I: 110

S: В формуле для Оже-тока  $C_i$  выражает

- +: концентрацию атомов  $i$ -го сорта
- : ток первичных электронов
- : фактор обратного рассеяния
- : постоянную прибора

V1: Взаимодействие электронов с поверхностью твердого тела

I: 126

S: Виды взаимодействия электронов с поверхностью

- +: упругое
- +: неупругое
- : мягкое
- : жесткое

I: 127

S: Упругое взаимодействие характеризуется

- : изменением энергии электронов ( $E$ )
- +: сохранением энергии электронов
- +: изменением импульса электронов ( $\vec{P}$ )
- : сохранением импульса электрона

I: 128

S: Неупругое взаимодействие характеризуется

- +: изменением энергии электронов ( $E$ )
- : сохранением энергии электронов
- +: изменением импульса электронов ( $\vec{P}$ )
- : сохранением импульса электрона

I: 129

S: При переходе из вакуума в кристалл электрон преодолевает область

- +: поверхностного электростатического потенциального барьера
- : потенциала упругих механических сил

-: температурного поля

-: магнитного поля

I: 130

S: С точки зрения классической физики потенциальный барьер на поверхности

-: отображает электронный поток

+: не отображает электронный поток

-: втягивает электронный поток

-: ускоряет электронный поток

V1: Основные представления о форме пов-го потенциального барьера на границе раздела вакуума – тв. тело

I: 158

S: Потенциал сил зеркального изображения имеет вид

$$-: u(x) = \begin{cases} -\frac{e}{x}, x > x_1 \\ u_0, x < x_1 \end{cases}$$

$$-: u(x) = \begin{cases} -\frac{e}{4x}, x > x_1 \\ u_0, x < x_1 \end{cases}$$

$$+: u(x) = \begin{cases} -\frac{e^2}{4x}, x > x_1 \\ u_0, x < x_1 \end{cases}$$

$$-: u(x) = \begin{cases} -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 x}, x > x_1 \\ u_0, x < x_1 \end{cases}$$

I: 159

S: В потенциале сил зеркального изображения параметр  $x_1$  это расстояние на котором

-: взаимодействие электрона с твердым телом можно пренебречь

+: атомная структура поверхности не принимается во внимание

-: силы отталкивания и силы притяжения равны

-: электрические силы равны магнитным силам

I: 160

S: Потенциал сил зеркального изображения был введен в

-: 1905г.

+: 1914г.

-: 1887г.

-: 1897г.

I: 161

S: Потенциал сил зеркального изображения был введен

+: Шоттки

-: Ферма

-: Шокли

-: Тамири

I: 162

S: Сливание  $u(x)$  с внутренним потенциалом производится при условии

$$\therefore u(x) = u_0 \cdot e^{-2x_1}, \alpha \neq 0$$

$$+: u(x) = u_0$$

$$\therefore u(x_1) = u_0 \cdot e^{-2x_1}, \alpha \neq 0$$

$$\therefore u_0 = u(x_1) \cdot e^{-2x_1}$$

I: 163

S: В отличие от других Бардин рассматривает

+: квантово-механическое взаимодействие электрона с твердым телом

-: гравитационное взаимодействие электрона с электронами и ионами тв. тела

-: поляризационное взаимодействие твердого тела с электроном

-: магнитное взаимодействие электрона с внутриатомными токами

V1: Неупругие электрон-электронные столкновения

I: 176

S: При неупругом столкновении электрона с электроном налетающий электрон

+: теряет энергию

+: импульс налетающего электрона изменяется

-: не теряет энергию

-: сохраняет свой импульс

I: 177

S: Рассеяние налетающих электронов при столкновении с электронами вещества описывается теорией

-: Бора

-: Зоммерфельда

+: Резерфорда

-: Томсона

I: 178

S: Взаимодействие налетающего электрона с электроном вещества описывается потенциалом

-: Ленарда-Джонса

+: Кулона

-: гравитационного поля

-: ядерных сил

I: 179

S: Сечение неупругого столкновения электронов может быть получено с помощью

-: закона сохранения энергии

+: импульсного приближения

-: закона сохранения количества движения

I: 180

S: Налетающий со скоростью  $v$  электрон передает электрону мишени импульс  $\Delta P$ , равное

$$+: \Delta P = \frac{2e}{bv}$$

$$\therefore \Delta P = \frac{e^2}{2b}$$

$$\therefore \Delta P = \frac{2e^2}{bv}$$

$$\therefore \Delta P = \frac{2e}{v}$$

V1: Потери энергии электроламп на плазмонах

I: 198

S: Уравнение, описывающее потери энергии налетающей тяжелой частицей на плазмонах имеет вид

$$\therefore -\frac{dE}{dx} = \frac{4\pi\epsilon_1^2 \ell^4 n}{mv^2} \ln \frac{2mv}{J}$$

$$\therefore -\frac{dE}{dx} = \frac{4\pi\epsilon_1^2 \ell^4}{mv^2} \ln \frac{2mv^2}{J}$$

$$+ : -\frac{dE}{dx} = \frac{4\pi\epsilon_1^2 \ell^4 n}{mv^2} \ln \frac{2mv^2}{J}$$

$$\therefore -\frac{dE}{dx} = \frac{4\pi\epsilon_1^2 \ell^4 n}{mv^2} \ln \frac{2mv^2}{J}, \text{ где } J \text{ -средняя энергия возбуждения электрона}$$

I: 199

S: Уравнение, описывающее потери энергии, налетающего электрона на свободные электроны твердого тела при возбуждении плазмонов имеет вид

$$\therefore -\frac{dE}{dx} = \frac{4\pi\ell^4 n}{mv^2} \ln \frac{2mv}{\hbar\omega_p}$$

$$+ : -\frac{dE}{dx} = \frac{4\pi\ell^4 n}{mv^2} \ln \frac{2mv^2}{\hbar\omega_p}$$

$$+ : -\frac{dE}{dx} = \frac{\omega_p^2 \ell^4 n}{v^2} \ln \frac{2mv^2}{\hbar\omega_p}$$

$$\therefore -\frac{dE}{dx} = \frac{\omega_p^2}{v^2} \ln \frac{mv^2}{2\hbar\omega_p}$$

I: 200

S: Средняя длина свободного пробега электрона связан с энергией потерь и энергией плазмонов, которые возбуждаются при этом выражением

$$+ : \frac{1}{\lambda} = \left( -\frac{dE}{dx} \right) \frac{1}{\hbar\omega_p}$$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = \left( \frac{dE}{dx} \right) \frac{1}{\hbar\omega_p}$$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = \left( -\frac{dE}{dx} \right) \frac{1}{\omega_p}$$

$$+ : \frac{1}{\lambda} = \frac{\omega_p \ell^2}{\hbar v^2} \ln \frac{2mv^2}{\hbar\omega_p}$$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = \frac{\omega_p \ell^2}{2\hbar E} \ln \frac{4E}{\hbar\omega_p}$$

V1: Структура электронных спектров в кристалле

I: 201

S: Задачу об электроне в кристалле решают как правило использованием уравнения

-: Ньютона

+: Шредингера

-: Лагранже

I: 202

S: Основное уравнение для описания состояний электронов из ядер записывается в виде

$$-: i\hbar \frac{\partial \psi_i}{\partial t} = \hat{H} \psi_i; i \in [1; N]$$

$$-: \sum_1^N m_i \vec{a}_i = \sum_1^N \vec{F}_i$$

$$-: \sum_1^{N-1} m_i \vec{a}_i = \sum_1^{N-1} \vec{F}_i$$

I: 203

S: Гамильтониан системы электронов и ядер учитывает

-: только кинетические энергии электронов  $E_{ik}$  и ядер  $E_{jk}$

-: только потенциальную энергию взаимодействия электронов и ядер

+:  $E_{ik}, E_{jk}, u(R, r)$ , потенциальные энергии взаимодействия электронов  $u(r_i)$  и  $u(R_j)$  электронов между собой и ядер между собой

I: 204

S: Гамильтониан системы N электронов и N имеет вид

$$-: \hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m_e} \sum_i \Delta_i - \frac{\hbar^2}{2m_\ell} \sum_j \Delta_j$$

$$-: \hat{H} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \sum_i \sum_j \frac{\ell^2}{r_{ij}} + u_j(\vec{R}_1, \vec{R}_2, \dots)$$

$$+: \hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m_e} \sum_i \Delta_i - \frac{\hbar^2}{2} \sum_j \frac{1}{m_{aj}} \Delta_j + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \sum_i \sum_j \frac{\ell^2}{r_{ij}^5} +$$
$$+ u_j(R_1, R_2, R_3 \dots) + u_{ij}(R_1, R_2, R_3, \dots, r_1, r_2, r_3, \dots)$$

I: 205

S: Задачу об электроне в кристаллической решетке с полным гамильтонианом для каждой частицы решить сложно из-за

-: сложности уравнений

+: огромного числа уравнений, которое необходимо решить вместе

-: отсутствия вида потенциалов взаимодействия

V1 Основные представления об электронном спектре поверхности твердого тела

I: 245

S: Вклады поверхности в электронную структуру твердого тела обусловлены

+: обрывом кристаллической решетки

+: изменением геометрии в области поверхности

+: искажением полей межатомных взаимодействий

-: изменением валентности атома, находящегося на поверхности

-: изменением электронной конфигурации внутренних оболочек атомов

I: 246

S: При рассмотрении задачи о вкладе поверхности в энергетическую структуру твердого тела полагают, что периодический потенциал решетки  $u(x)$  в области поверхности

-: такой же, что и в области объема

-: меняется на  $W(k)$  резко:  $u(k) = u_1(k) - W(k)$

+: меняется в области поверхности плавно:  $u(k) = u_1(k) + W(k)$

I: 247

S: Вклад поверхности в электронную структуру твердого тела рассматривается в рамках

+: квантовой физики в приближении слабой связи

-: классической физики

-: квантовой физики в приближении сильной связи

I: 248

S: При рассмотрении задачи о вкладе поверхности в энергетическую структуру твердого тела решения уравнения Шредингера ищется в виде

-:  $\psi(x) = C \sum \varphi_n(k)$

+:  $\psi(x) = \sum C_n \varphi_n(k)$

-:  $\psi(x) = \sum C_n \varphi(k)$

-:  $\psi(x) = C_n \varphi_n(k)$

I: 249

S: Волновая функция ( $B\Phi$ )  $\varphi_n(k)$  имеет вид

-:  $\varphi_n(k) = \varphi_n \cdot (n - a)$

-:  $\varphi_n(k) = \varphi_n \cdot (x + a)$

+:  $\varphi_n(k) = \varphi_n \cdot (x - na)$ , где  $\varphi_n - B\Phi$  изолированных атомов, n-номер атома от поверхности в глубину

V1: Фотоэффект

I: 263

S: Внутренний фотоэффект это переход электрона при поглощении им фотона энергии  $h\nu$

-: с валентного уровня на уровне электронов в вакууме

+: с валентного уровня на уровень проводимости

-: одного глубоколежащего атомного уровня на другой более глубоколежащий

I: 264

S: Закон Эйнштейна для внешнего фотоэффекта

+:  $h\nu = \frac{mv^2}{2} + \varphi$

-:  $\varphi = \frac{mv^2}{2} + h\nu$

-:  $\frac{mv^2}{2} = h\nu + \varphi$

-:  $eu - \varphi = h\nu + \frac{mv^2}{2}$

I: 265

S: Общее уравнение для фотоэффекта

$$\therefore h\nu = \frac{mv^2}{2} + \varphi$$

$$\therefore E = h\nu + \frac{mv^2}{2} - \varphi$$

$$+ : h\nu = \frac{mv^2}{2} + \varphi + A$$

$$\therefore A = \frac{mv^2}{2} + \varphi - h\nu, \text{ где } A - \text{энергия ионизации}$$

I: 266

S: Задачу о фотоэффекте можно решить в рамках

- : классической механики
- : классической электродинамики
- + : квантовой механики
- : классической термодинамики

I: 267

S: Законы Столетова гласят

- + : фотоэмиссионный ток прямо пропорционален потоку света
- : фотоэмиссионный ток тем больше, чем больше энергия фотонов
- : фотоэмиссионный ток возможен при любых частотах света
- + : фотоэмиссия возможна при частотах, больших  $\nu_k$  -красной границы фотоэффекта
- + : кинетическая энергия фотоэлектронов прямо пропорциональна энергии фотонов

V2: Методы десорбционной спектроскопии

I: 301

S: Десорбцией называется явление ухода частиц с поверхности образца при

- + : его нагреве
- + : облучении потоками частиц
- : его сжатии
- : его растяжении

I: 302

S: Степень заполнения поверхности адсорбированными частицами делятся как

$$+ : \theta = \frac{N}{N_s}$$

$$\therefore \theta = 1 - \frac{N_s}{N}$$

$$\therefore \theta = \frac{N_s}{N}$$

-:  $\theta = \frac{N_s}{N_s + N}$ , где  $N_s$  – концентрация адсорбционных центров на поверхности,  $N$  – концентрация адсорбированных частиц на поверхности

I: 303

S: Десорбционная спектроскопия используется для

- + : определение типа адсорбированных частиц на поверхности
- + : энергии связи адсорбированных частиц с поверхностью
- : определения химического состава образца
- : определения атомного состава подложки

I: 304

S: Термодесорбцией (ТД) называется явление ухода частиц с поверхности образца при

- : облучении светом

- +: нагреве образца
- : облучении поверхности электронным пучком
- : облучении поверхности ультразвуком
- : при понижении давления в камере

I: 305

S: Электронностимулированная десорбция (ЭСД) это явление ухода части с поверхности образца при

- : облучении светом
- : нагреве образца
- +: облучении поверхности электронным пучком
- : облучении поверхности ультразвуком
- : при понижении давления в камере

(Всего 250 тестов)

### ***Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:***

«отлично» (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 100 % предложенных тестовых вопросов;

«хорошо» (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 80 –99 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

«удовлетворительно» (2 балл) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 60 –79% от общего объема заданных тестовых вопросов;

«неудовлетворительно» (1 балл) – получают обучающиеся правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 40-59 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

### ***5.3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации.***

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине в виде зачета.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной или письменной форме. Для подготовки студенту предоставляются 1 час (60 минут). На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

### ***Вопросы, выносимые на зачет (контролируемые компетенции ПК-1):***

1. Введение. Предмет и метод ТПЯ.
2. Некоторые сведения из термодинамики.
3. Первое начало термодинамики.
4. Обобщенные силы и координаты.
5. Понятие химического потенциала. Энтропия.
6. Второе начало термодинамики.
7. Третье начало термодинамики Термодинамические потенциалы.
8. Фундаментальные уравнения термодинамики межфазного слоя.
9. Два метода изучения термодинамики межфазного слоя: 1-Метод Гиббса. 2-Метод слоя конечной толщины.
10. Адсорбция. Адсорбционное уравнение Гиббса.
11. Связь между компонентами тензора поверхностного натяжения и свободной поверхностной энергией.



12. Связь между свободной поверхностной энергией и поверхностным натяжением. Адсорбция из газовой фазы.
13. Адсорбция на гладкой поверхности. Уравнение Генри.
14. Уравнение Ленгмюра. Уравнение Киселева.
15. Полимoleкулярная адсорбция.
16. Уравнение БЭТ. Уравнение кинетики адсорбции
17. Адсорбция из раствора. Константа обмена частицами поверхностного слоя раствора с его объемом.
18. Формула В.К.Семенченко. Различные варианты адсорбции.
19. Связь между адсорбцией и поверхностным натяжением.
20. Уравнение Гиббса. Поверхностная концентрация.
21. Условие устойчивости поверхностного слоя.
22. Уравнения изотермы поверхностного натяжения: 1 Фолькмана; 2-Прилежаева Дефай. 3-Шишковского; 4-Жуховицкого; 5-Батлера. 6-Русанова. 7- Эриксона; 8-Хора и Мельфорда; 9-Попеля- Павлова; 10-Гутгенгейма; 11-Задумкина; 12-Семенченко; 13-Дадашева; 14-Махдиева. 15.-Калажоковых.
23. Расчет параметров поверхности с использованием уравнений изотермы поверхностного натяжения: 1- Прилежаева-Дефай; 2-Батлера; 3-Шишковского; 4-Жуховицкого; 5-Попеля-Павлова; 6-Уравнения, предложенные за последние годы. Расчет поверхностных свойств сплавов: а) Систем с монотонным изменением поверхностного натяжения; б) Систем с химическими соединениями (С.Н. Задумкин. и др.)
24. Термодинамика искривленного поверхностного слоя.
25. Основные понятия и соотношения. Поверхность натяжения.
26. Фундаментальные термодинамические соотношения для сферической поверхности раздела фаз.
27. Формула Томсона. Уравнение и параметр Толмена.
28. Размерный эффект поверхностного натяжения. Формула С.Н. Задумкина-Х.Б.Хоконова. Работы Шебзухова А.А.

*Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:*

Для получения зачёта студент должен набрать по сумме всех типов контроля 70 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. Если по итогам текущего и рубежного контроля успеваемости студент набрал баллов в пределах  $36 < (S_{тек} + S_{руб}) < 61$ , то он допускается к сдаче зачета. По итогам сдачи зачета он может повысить сумму баллов до 61 (не более), необходимых для получения зачета.

При показателях ниже от 36 баллов – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На зачёте студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

**6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

первая составляющая – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

вторая составляющая – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из составляющих, указанных в «Положении о рейтинговой системе КБГУ». В течение учебного процесса студент обязан отчитаться по теоретическому материалу и практическим занятиям: опросы, индивидуальные задания. (по желанию автора при необходимости)

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих приложение 2.

**Целью промежуточных аттестаций** по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

### **Критерии оценки качества освоения дисциплины (Приложение 3)**

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины является зачет.

В период подготовки к зачету студенты вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На зачет выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Зачет проводится в письменной / устной форме.

При проведении зачета в письменной (устной) форме ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые могут включать в себя: тестовые задания; теоретические вопросы; задачи или ситуации. Формулировка теоретических заданий совпадает с формулировкой перечня вопросов на зачет, доведенных до сведения студентов. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный зачет, должно одновременно находиться не более десяти студентов на одного преподавателя. На подготовку ответа на билет отводится 40 минут.

При проведении письменного зачета на работу отводится до 60 минут.

Результат устного или письменного зачета выражается баллами.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенций ПКС-1; ПКС-2 представлены в таблице ниже.

*Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке*

<b>Результаты обучения (компетенции)</b>	<b>Индикаторы достижений</b>	<b>Основные показатели оценки результатов обучения</b>	<b>Вид оценочного материала</b>
<b>ПКС-1.</b> Способен использовать современные методы	ПКС-1.1. Способен использовать современные методы	<i>Знать:</i> физические основы термодинамики ее современное	<i>Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); Оценочные материалы для самостоятельной работы</i>

исследования свойств конденсированных сред, анализа межфазных процессов и взаимодействия излучений в веществом	исследования свойств конденсированных состояний	состояние и приоритетные, ориентироваться в современной научно-технической литературе в данной области.	(5.1.2); Типовые оценочные материалы для контр. работ (раздел 5.2.1); типовые тестовые задания (раздел 5.2.2.); вопросы, выносимые на зачет (5.3).
	ПКС-1.3. Способен применять математические методы обработки результатов исследования	Уметь: проводить расчеты основных параметров поверхности, уметь его воспроизвести (с разной степенью точности), ответить на уточняющие вопросы.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); Оценочные материалы для самостоятельной работы (5.1.2); Типовые оценочные материалы для контр. работ (раздел 5.2.1); типовые тестовые задания (раздел 5.2.2.); вопросы, выносимые на зачет (5.3).
		Владеть: теоретическим материалом, относящимся к данной компетенции, демонстрировать умения (с различной степенью самостоятельности), относящийся к данной компетенции	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); Оценочные материалы для самостоятельной работы (5.1.2); Типовые оценочные материалы для контр. работ (раздел 5.2.1); типовые тестовые задания (раздел 5.2.2.); вопросы, выносимые на зачет (5.3).
<b>ПКС-2.</b> Способен проводить техническую верификацию и обслуживание приборов, аппаратов и методик измерения и диагностики конденсированных фаз и их поверхностных свойств, процессов прохождения частиц через вещество, а также управлять информационными системами	<b>ПКС-2.1.</b> Способен проводить техническую верификацию и обслуживание приборов и экспериментальных установок	<b>Знать:</b> физические основы термодинамики ее современное состояние и приоритетные, ориентироваться в современной научно-технической литературе в данной области.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); Оценочные материалы для самостоятельной работы (5.1.2); Типовые оценочные материалы для контр. работ (раздел 5.2.1); типовые тестовые задания (раздел 5.2.2.); вопросы, выносимые на зачет (5.3).
	<b>ПКС-2.2.</b> Способен проводить физико-техническое обеспечение современных методов исследования конденсированных фаз и поверхностей раздела между ними, поводить теоретические	Уметь: проводить расчеты основных параметров поверхности, уметь его воспроизвести (с разной степенью точности), ответить на уточняющие вопросы.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); Оценочные материалы для самостоятельной работы (5.1.2); Типовые оценочные материалы для контр. работ (раздел 5.2.1); типовые тестовые задания (раздел 5.2.2.); вопросы, выносимые на зачет (5.3).

	расчёты и моделирование, включая прохождение частиц через вещество	<i>Владеть:</i> теоретическим материалом, относящимся к данной компетенции, демонстрировать умения (с различной степенью самостоятельности), относящийся к данной компетенции	<i>Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); Оценочные материалы для самостоятельной работы (5.1.2); Типовые оценочные материалы для контр. работ (раздел 5.2.1); типовые тестовые задания (раздел 5.2.2.); вопросы, выносимые на зачет (5.3).</i>
--	--	---	---

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Нормативно-законодательные акты:

1.Гражданский кодекс РФ: [электронный ресурс] // Доступ из справочной системы «Гарант». <http://www.garantexpress.ru>

2.Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования ФГОС 03.03.02 Физика (3++)  
[http://fgosvo.ru/fgosvo/downloads/146/?f=%2Fuploadfiles%2Ffgosvob%2F030302\\_Fisika.pdf](http://fgosvo.ru/fgosvo/downloads/146/?f=%2Fuploadfiles%2Ffgosvob%2F030302_Fisika.pdf)

### 7.2. Основная литература:

1. Тарасова Н.В. Поверхностные явления. Адсорбция : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологий» / Тарасова Н.В.. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 33 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/57608.html>
2. Поверхностные явления и свойства дисперсных систем : учебное пособие / В.Е. Проскурина [и др.]. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 137 с. — ISBN 978-5-7882-2335-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95009.html>
3. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. Термодинамика [Электронный ресурс] – учебник. – М.: Либроком, 2019. – 328с.
4. "Термодинамика поверхностных явлений [Электронный ресурс] / Дадашев Р.Х.; Под ред. Х.Б. Хоконова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007." Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108324.html>
5. Поверхностные свойства сплавов на основе свинца, олова, индия, кадмия [Электронный ресурс] / Дадашев Р.Х., Кутуев Р.А., Созаев В.А. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2016. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922116695.html>
6. Поверхностные явления. Адсорбция [Электронный ресурс]: Учебное пособие. / Улитин М.В, Филиппов Д.В., Федорова А.А. - Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2014. Режим доступа: [http://www.studentlibrary.ru/book/ghu\\_025.html](http://www.studentlibrary.ru/book/ghu_025.html)
7. Введение в физику зарядовых и размерных эффектов. Поверхность, кластеры, низкоразмерные системы [Электронный ресурс] / Погосов В.В. -

М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. Режим доступа:  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922107003.html>

8. Теплообмен в однофазных средах и при фазовых превращениях [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В.В. Ягов. - М. : Издательский дом МЭИ, 2014. Режим доступа:  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008546.html>

### 7.3. Дополнительная литература:

1. Русанов А.И. Лекции по термодинамике поверхности. Санкт-Петербург Москва. 2013. 236с.
2. Задумкин С.Н., Хоконов Х.Б. и др.. Физика межфазных явлений. Нальчик: КБГУ. 2014. 246с..
3. Семенченко В.К. Поверхностные явления в металлах и сплавах. М.: Гостехиздат. 1957. 491с.
4. Адамсон А. Физическая химия поверхности. М: 1979. 568с.
5. Алчагиров Б.Б., Карамурзов Б.С., Тоава Т.М., Хоконов Х.Б.. Плотность и поверхностные свойства жидких щелочных и легкоплавких металлов и сплавов Нальчик: КБГУ. 2011. 213с.
6. Попель С.И. Поверхностные явления в расплавах. М: Металлургия. 1994. 432с.

### 7.4. Периодическая литература

Журналы РАН: ТВТ, ЖТФ, ЖЭТФ, ПТЭ, Поверхность, Успехи ФН и т.др.

-общие информационные, справочные и поисковые:

1. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.consultant.ru>
2. Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>
3. Материалы сайта [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org).

*К совершенным профессиональным базам данных:*

### 7.5. Интернет-ресурсы:

1. <http://elibrary.ru>
2. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
3. <http://www.mathnet.ru>
4. <http://www.iprbookshop.ru>
5. [www.ufn.ru](http://www.ufn.ru)
6. <http://lib.kbsu.ru>
7. <http://www.scopus.com>
8. <http://www.isiknowledge.com/>

### Электронные ресурсы:

**Перечень актуальных электронных информационных баз данных, к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2023-2024 уч.г.)**

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	Научная электронная библиотека (НЭБ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов,	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное	Полный доступ

	<b>РФФИ)</b>	рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе			
2.	<b>ЭБС «Консультант студента»</b>	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a> <a href="http://www.medcollegelib.ru">http://www.medcollegelib.ru</a>	ООО «Консультант студента» (г. Москва) <b>Договор №750КС/07-2022</b> От 26.09.2022 г. Активен до 30.09.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
3.	<b>«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)</b>	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) <b>Договор №849КС/03-2023</b> от 11.04.2023 г. Активен до 19.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	<b>ЭБС «Лань»</b>	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://elanbook.com/">https://elanbook.com/</a>	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) <b>Договор №41ЕП/223</b> от 14.02.2023 г. Активен до 15.02.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	<b>Национальная электронная библиотека РГБ</b>	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	ФГБУ «Российская государственная библиотека» <b>Договор №101/НЭБ/1666-п</b> от 10.09.2020г. Бессрочный	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
6.	<b>ЭБС «IPSMART»</b>	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) <b>Договор №75/ЕП-223</b> от 23.03.2023 г. Активен до 02.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

7.	<b>ЭБС «IPSMART» (ЭОР РКИ)</b>	Тематическая коллекция «Русский язык как иностранный» Издательские коллекции: «Златоуст»; «Русский язык. Курсы»; «Русский язык» (Курсы УМК «Русский язык сегодня» - 6 книг)	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a> <a href="http://www.ros-edu.ru/">http://www.ros-edu.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) <b>Договор №142/ЕП-223</b> от 18.05.2023 г. срок предоставления лицензии: с 01.06.2023 по 01.06.2024	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	<b>ЭБС «Юрайт» для СПО</b>	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №305/ЕП-223</b> От 27.10.2022 г. Активен до 31.10.2023	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	<b>ЭБС «Юрайт» для ВО</b>	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №44/ЕП-223</b> От 16.02.2023 г. Активен с 01.03.2023 г. по 29.02.2024 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	<b>Polpred.com . Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье</b>	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
11.	<b>Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина</b>	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	<a href="http://www.prilib.ru">http://www.prilib.ru</a>	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) <b>Соглашение от 15.11.2016г.</b> Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214)

*Кроме того обучающиеся могут воспользоваться профессиональными поисковыми системами.*

Во исполнение ФГОС ВО 3++ п.п. 4.3.2 «Организация должна быть обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих

программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению при необходимости.)» ниже приведен список программного обеспечения для включения в рабочие программы дисциплин:

### Зарубежное лицензионное ПО

№	Производитель	Наименование	Комментарии	лицензии
1.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr A Faculty EES	нужно всему КБГУ	лицензия
2.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES	нужно всему КБГУ	лицензия
3.	MSAcademicEES	Core CALClient Access License ALNG LicSAPk MVL DvcCAL A Faculty EES	нужно всему КБГУ	лицензия
4.	MSAcademicEES	WINEDUpperDVC ALNG UpgrdSAPk MVL A Faculty EES (Корпоративная подписка на продукты Windows операционная система и офис)	нужно всему КБГУ	лицензия
5.	SolidWorks	SOLIDWORKS EDU Edition 2020-2021 Network - 200 Users Sub Service Renewal - 1 Year	ИАСиД	лицензия
6.	StatSoft	Statistica Ultimate Academic for Windows 13 Russian/13 English на 500 пользователей Локальная версия (Named User) Годовая лицензия	ИАСИД, ИФиМ, ИИЭиР, КИТЭ	лицензия
7.	Mathlab/Simulink	ТАН-25	ИФиМ	лицензия
8.	Embarcadero	RAD Studio Architect <b>Concurrent</b> AcademicEdition 1 Year Term License	ИИЭиР (работа с базами данных)	лицензия
9.	AdobeCreativeCloud	Adobe Creative Cloud for Teams – All Apps. Лицензии Education Device license для образовательных организаций	КБГУ	лицензия
10.	Sketchup	SketchUp Pro 2020 - License for Education -- LAB for 1 year.	ИАСиД (3D моделирование)	лицензия
11.	PTC	Mathcad Education - University Edition Subscription (50 pack)	ИИЭиР и ИФиМ	лицензия
12.	Chaos Group	Vray educational license	ИАСиД	лицензия
13.	Chaos Software Ltd.	Corona Renderer Образовательная/студенческая лицензия	ИАСиД	лицензия
14.	SMART Technologies ULC	SMART Notebook	Педагогический колледж	лицензия
15.	Corel	CorelDRAW Graphics Suite	ИАСИД, ИФиМ, ИИЭиР, КИТЭ	лицензия
16.	ABBYY	ABBYY FineReader	КБГУ	лицензия



№	Производитель	Наименование	Комментарии	лицензии
17.		Autodesk		лицензия
18.		3DMax		лицензия

**Зарубежное ПО (свободно распространяемое)**

№	Производитель	Наименование	Комментарии	лицензии
1.		Web Browser - Firefox	КБГУ	Бесплатно
2.		AtomEditor	КИТиЭ	Бесплатно
3.		Python	Язык программирования	Бесплатно
4.	IBM	Eclipse	свободная интегрированная среда разработки модульных кроссплатформенных приложений	Бесплатно
5.	Фирма Sun Microsystems	Apache OpenOffice	Аналог Microsoft Office	Бесплатно

**Российское лицензионного ПО**

№	Производитель	Наименование	Комментарии	лицензии
1.	Kaspersky	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License	нужно всему КБГУ	лицензия
2.	DrWeb	Dr.Web Desktop Security Suite Комплексная защита + Центр управления на 12 мес., 200 ПК, продление	нужно всему КБГУ	лицензия
3.	Аскон	Учебный Комплект Компас-3D. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.	ИАСиД	лицензия
4.		Антиплагиат ВУЗ	УНИИД (нужно всему КБГУ)	лицензия
5.	ГРАНД-Смета	Право на использование с лицензией на одно рабочее место: ПК ГРАНД-Смета 2021 флеш-версия	ИАСиД	лицензия
6.	ГРАНД-Смета	Регион: Республика Кабардино-Балкарская ТЕР-2001 в ред. 2009г. Республика Кабардино-Балкарская (nb104070 / 07.09.11г.) Основное место	ИАСиД	лицензия
7.	ГРАНД-Смета	Регион: Республика Кабардино-Балкарская ТЕР-2001 в ред. 2009г. Республика Кабардино-Балкарская (nb104070 / 07.09.11г.) Дополнительное место	ИАСиД	лицензия
8.		Права на программное обеспечение Project Expert 7 Tutorial 16 учебных мест	ИПЭиФ	лицензия

### Российское ПО (свободно распространяемое)

№	Производитель	Наименование	Комментарии	Сроки лицензии
1.	StarForce Technologies, Россия, Москва	Foxit PDF Reader	для просмотра электронных документов в стандарте PDF	Бесплатно
2.	Россия	7zip	архиватор	Бесплатно

Примечание:

- 1) Можно дополнительно включать необходимое, свободно распространяемое, ПО не указанное в списке;
- 2) Можно написать ПО, которое уже установлено и не требует продления лицензии (постоянное);
- 3) В комментариях указано для каких подразделений предназначено ПО (согласно заявкам на приобретение). Но при этом, если есть необходимость их тоже можно указать в своих РПД.
- 4) Указанные в списке лицензии продлеваются ежегодно.

#### **7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы**

Учебная работа по дисциплине «Термодинамика поверхностных явлений» состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы. Доля контактной учебной работы в общем объеме времени, отведенном для изучения дисциплины, составляет 65 % (в том числе лекционных занятий – 28 %, практических занятий – 28%, лабораторных занятий – 9% ), доля самостоятельной работы – 35 %. Соотношение лекционных и практических занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану направления 03.03.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния вещества».

Для подготовки к практическим занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

#### **Методические указания к самостоятельной работе**

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику изучаемой учебной дисциплины, индивидуальные особенности обучающегося.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм:

- самоконтроль и самооценка обучающегося;
- контроль и оценка со стороны преподавателя.

Формы самостоятельной работы студентов полностью определяются содержанием учебной дисциплины. В качестве основных форм самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Основы интроскопии» можно выделить следующие:

- выполнение домашних заданий;
- подготовка к тестированию;
- подготовка к коллоквиуму;
- самостоятельное изучение теоретического материала и литературы;
- подготовка к контрольной работе;
- самостоятельная проверка собственных знаний;
- подготовка к зачету.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при текущей, рубежной и промежуточной аттестации студента. Немаловажную роль при этом должны играть систематичность и плодотворность проводимой самостоятельной работы.

#### ***Методические рекомендации по работе с литературой***

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

*Предварительное* чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

*Сквозное чтение* предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

*Выборочное* – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

*Аналитическое чтение* – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

а) Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

б) Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

в) Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

### ***Методические рекомендации для подготовки к экзамену***

Экзамен в 8-м семестре является формой итогового контроля знаний и умений обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К экзамену допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На экзамене студент может набрать от 15 до 30 баллов.

В период подготовки к экзамену обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к экзамену включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносятся материалы в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые включают в себя: тестовые задания; теоретические задания; задачи или ситуации. Формулировка теоретических заданий совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения обучающихся накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводиться 60 минут.

Результат устного (письменного) экзамена выражается оценками:

**Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердое знание основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **8.1. Требования к материально-техническому обеспечению**

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

#### **лицензионное программное обеспечение:**

- Продукты Microsoft (Desktop EducationALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

#### **свободно распространяемые программы:**

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

## *8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья*

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования (ауд. 145 ГК). В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)**

В рабочей программе дисциплины «Термодинамика поверхностных явлений» по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль: «Физика конденсированного состояния вещества») на 2023 – 2024 учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры теоретической и экспериментальной физики. Протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой ТиЭФ, проф. \_\_\_\_\_ /М.Х. Хоконов/  
*подпись* *расшифровка подписи* *дата*

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1-	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2-	Текущий контроль:	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	Ответ на 5 вопросов	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
	Полный правильный ответ	до 15 баллов	5 б.	5 б.	5 б.
	Неполный правильный ответ	от 3 до 15 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	0 б.	0 б.	0 б.	0 б.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, написание рефератов, доклад )	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
1.	Рубежный контроль	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	тестирование	от 0- до 12б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.
	коллоквиум	от 0 до 18б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.
	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70баллов	до 23б.	до 23б	до 24б
	Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б	не менее 12 б
	Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б	менее 23 б	менее 24б
	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б	не менее 24б



**Критерии оценки качества освоения дисциплины**

Баллы (рейтинговой оценки)	Результат освоения	Требования уровню сформированности компетенций
62-70	Зачтено (без процедуры сдачи зачета)	Обучающийся освоил знания, умения и навыки входящие в состав компетенции: <b>ПК-1</b> способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.
36-61	Зачтено (с процедурой сдачи зачета)	Обучающийся проявляет компетенции ПК-1, но не в полном объеме входящих в их состав действий. Обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы.
менее 36 балла	не зачтено	Компетенции не сформированы

**«Зачтено»** выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию.

При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.

**«Не зачтено»** может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.