

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева»(НГТУ)

Дзержинский политехнический институт (филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

 А.М.Петровский  
« 19 » 06 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.12 Физическая химия**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность: Химическая технология природных энергоносителей  
и углеродных материалов

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра Химические и пищевые технологии

Кафедра-разработчик Химические и пищевые технологии

Объем дисциплины 324/9  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: к.т.н., доцент А.В. Шишулина


«19» 06 2021г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07 августа 2020 года № 922 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ


протокол от 25.06.21 № 10

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД Химические и пищевые технологии

протокол от 22.06.21 № 11

Зав. кафедрой д.х.н, профессор  О.А.Казанцев  
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой Химические и пищевые технологии  
д.х.н, профессор  О.А.Казанцев  
(подпись)

Начальник ОУМБО  
(подпись)

 И.В. Старикова

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО:

51.5.12/ХИТТУМ «29» 06 2021 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
1.1. Цель освоения дисциплины.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля).....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) .....	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	9
4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	9
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам .....	10
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	17
5.1. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	17
5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	20
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	24
6.1. Учебная литература .....	24
6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	24
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	25
7.1. Перечень информационных справочных систем .....	25
7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	26
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	26
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	27
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	28
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	28
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа .....	29
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	30
10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях.....	30
10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	30
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	30
11.1. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости.....	30
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ .....	31
11.1.2. Типовые тестовые задания.....	31
11.1.3. Типовые задания для самостоятельной работы обучающихся очной формы.....	31
11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине .....	32

# 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение физико-химических закономерностей технологических процессов химической технологии

## 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ их результатов.

# 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Физическая химия» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина «Физическая химия» базируется на следующих дисциплинах: физика, математика, общая и неорганическая химия, органическая химия.

Дисциплина «Физическая химия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Теория химико-технологических процессов органического синтеза и нефтепереработки, Теоретические основы катализа органических реакций.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

# 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## Формирование компетенций ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5 дисциплинами

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Семестры формирования компетенции							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		семестр		семестр		семестр		семестр	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-1	Общая и неорганическая химия	■	■						
	Органическая химия		■	■	■				

	<b>Физическая химия</b>								
	Коллоидная химия								
	Общая химическая технология								
	Подготовка к процедуре защиты и процедура защита ВКР								
ОПК-2	Математика								
	Информатика								
	Физика								
	Органическая химия								
	<b>Физическая химия</b>								
	Прикладная механика								
	Электротехника и электроника								
	Коллоидная химия								
	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа								
	Техническая термодинамика и теплотехника								
	Общая химическая технология								
	Процессы и аппараты химической технологии								
	Подготовка к процедуре защиты и процедура защита ВКР								
ОПК-5	Органическая химия								
	<b>Физическая химия</b>								
	Электротехника и электроника								
	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа								
	Процессы и аппараты химической технологии								
	Подготовка к процедуре защиты и процедура защита ВКР								

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов.	ИОПК-1.1. Анализирует и использует механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	<b>Знать:</b> начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах, основы теории растворов, уравнения формальной кинетики и кинетики, основы катализа	<b>Уметь:</b> выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения	<b>Владеть:</b> навыками вычисления энергетических эффектов, химических реакций	Вопросы для письменного опроса. Тесты. Контрольные задания. Тестирование в системе MOODLE. 100 вопросов),	Вопросы для устного собеседования: билеты (30 билетов)

<p>ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ИОПК-2-2. Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности:</p>	<p><b>Знать:</b> термодинамический метод исследования химических систем, методы формальной кинетики</p>	<p><b>Уметь:</b> прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; определять направленность процесса в заданных условиях, составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически сложных реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса.</p>	<p><b>Владеть:</b> численными методами физико-химического анализа</p>	<p>Вопросы для письменного опроса. Тесты. Контрольные задания. Тестирование в системе MOODLE. 100 вопросов),</p>	<p>Вопросы для устного собеседования: билеты (30 билетов)</p>
---	---	---	---	---	--	---

<p>ОПК-5. Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные.</p>	<p>ИОПК-5.1. Осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводит наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывает и интерпретирует экспериментальные данные</p>	<p><b>Знать:</b> термодинамику фазовых равновесий, растворов электролитов и электрохимических систем; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций; основные теории гомогенного, гетерогенного катализа.</p>	<p><b>Уметь:</b> определять энергетические эффекты химических превращений, устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах; исследовать кинетику химических реакций.</p>	<p><b>Владеть:</b> экспериментальными методами физико-химического анализа</p>	<p>Тестирование в системе MOODLE. (100 вопросов), собеседование и отчеты при сдаче лабораторных работ</p>	<p>Вопросы для устного собеседования: билеты (30 билетов)</p>
---	---	---	---	---	---	---



## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9зач.ед./324 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в табл.3 и 4.

Таблица 3

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:</b>	<b>127</b>	<b>72</b>	<b>55</b>
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего)* в том числе:</b>	<b>119</b>	<b>68</b>	<b>51</b>
- лекции (Л)	68	34	34
- лабораторные работы (ЛР)	34	17	17
- практические занятия (ПЗ)	17	17	-
- практикумы	-	-	-
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего)), в том числе:</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
групповые консультации по дисциплине	4	2	2
групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	4	2	2
индивидуальная работа преподавателя с обучающимися: - по индивидуальному заданию			
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	<b>125</b>	54	71
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	Экзамен 72	36 Экзамен	36 Экзамен
<b>Общая трудоемкость, ч.зачетные единицы</b>	<b>324/9</b>	<b>162/4.5</b>	<b>162/4.5</b>

#### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Содержание дисциплины, структурированное по темам, приведено в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

#### Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>3 семестр</b>									
<b>Раздел 1. Основы химической термодинамики</b>						Тестирование в системе MOODLE		Конспект лекций	
ОПК-1, ИОПК-1-1, ОПК-2, ИОПК-2,2, ОПК-5, ИОПК-5-1.	<b>Тема 1.1 Введение. Начала термодинамики</b>	7			10	Подготовка к лекциям 6.1.1.(с.60-83), 6.1.3.(с.180-218), тестированию 6.2.10.			
	<b>Лабораторная работа №1</b> Определение энтальпии гидратообразования соли калориметрическим методом		5			подготовка к лабораторной работе 6.2.2. оформление отчета	Собеседование		
	<b>Практическое занятие №1.</b> Начала термодинамики. Термохимия			6		Подготовка к практическому			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						занятию 6.1.2., выполнение индивидуального задания 6.2.3, 6.1.4.			
	<b>Тема 1.2. Термодинамические функции.</b>	6	-	-	10	Подготовка к лекциям 6.1.1. (с.87-100), 6.1.3. (с. 218-248 ), тестированию 6.2.10.			
	<b>Практическое занятие №2.</b> Термодинамические функции			3		Подготовка к практическому занятию 6.1.2. выполнение индивидуального задания 6.2.4., 6.1.4.			
	<b>Тема 1.3.Химический потенциал и общие условия равновесия систем</b>	2			5	Подготовка к лекциям 6.1.1. (с.100-110),6.2.8.,тестированию 6.2.10.			
	<b>Тема 1.4.Термодинамические свойства газов и газовых смесей</b>	2			5	Подготовка к лекциям 6.1.1. (с104-107), 6.1.5.,			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
					6.2.8., тестированию 6.2.10.				
<b>Раздел 2. Фазовые равновесия и свойства растворов</b>							Тестирование в системе MOODLE	Конспект лекций	
	<b>Тема 2.1. Фазовое равновесие.</b>	6			10	Подготовка к лекциям 6.1.1. (с.153-178), 6.1.5, 6.1.3. (с. 224-228), тестированию 6.2.10.			
	<b>Лабораторная работа №2</b> Термический анализ		6			подготовка к лабораторной работе 6.2.6., оформление отчета	Собеседование		
	<b>Практическое занятие №3.</b> Фазовое равновесие			4		Подготовка к практическому занятию 6.1.2, 6.1.5., выполнение индивидуального задания 6.2.5.	Собеседование		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	<b>Тема 2.2. Термодинамические свойства растворов</b>	4			4	Подготовка к лекциям 6.1.1.(с.182-214), тестированию 6.2.10.			
	<b>Практическое занятие №4. Термодинамические свойства растворов</b>			2		Подготовка к практическому занятию 6.1.2., выполнение индивидуального задания			
	<b>Тема 2.3. Равновесия раствор – пар в двухкомпонентных системах</b>	7			10	Подготовка к лекциям 6.1.1. (с.214-235 ), 6.1.3.(с. 341-399), тестированию 6.2.10.			
	<b>Практическое занятие №5. Равновесия раствор-пар в двухкомпонентных системах</b>			2		Подготовка к практическому занятию 6.1.2., выполнение индивидуального задания			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	<b>Лабораторная работа №3</b> Исследование равновесия жидкость – пар в двойной системе		6			подготовка к лабораторной работе 6.2.7., оформление отчета	Собеседование		
	<b>ИТОГО ЗА 3 СЕМЕСТР</b>	34	17	17	54				
<b>4 семестр</b>									
<b>Раздел 3. Химическое равновесие</b>							Тестирование в системе MOODLE		Конспект лекций
	<b>Тема 3.1. Термодинамическая теория химического сродства.</b>	11			15	Подготовка к лекциям 6.1.1. (с110-125), 6.1.3. (270-283), 6.2.8. тестированию 6.2.10.			
	<b>Лабораторная работа №4</b> Определение константы равновесия реакции образования железосалицилатного комплекса в кислой среде		7			подготовка к лабораторной работе 6.2.8. оформление отчета			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	фотоэлектрокалориметрическим методом.								
	<b>Тема 3.2. Равновесие в растворах электролитов.</b>	2			10	Подготовка к лекциям 6.1.1. (с 226-248 ), 6.1.3.(454-498), тестированию 6.2.10.			
	<b>Тема 3.3. Термодинамическая теория ЭДС.</b>	2			10	Подготовка к лекциям 6.1.1.(с.248-282), 6.1.3.(с.498-521), тестированию 6.2.10.			
	<b>Раздел 4. Химическая кинетика и катализ.</b>								Конспект лекций
	<b>Тема 4.1.Формальная кинетика гомогенных, гетерогенных, цепных, фотохимических реакций.</b>	13			16	Подготовка к лекциям 6.1.1.(с.284-362), 6.1.3.(с.521-551 ), тестированию 6.2.10.			
	<b>Лабораторная работа №5.Кинетика химических реакций</b>		10			подготовка к лабораторной	Собеседование		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						работе 6.2. 10, оформление отчета			
	<b>Тема 4.2. Гомогенный катализ.</b>	4			10	Подготовка к лекциям 6.1.1.(427-454), тестированию 6.2.10.			
	<b>Тема 4.3. Гетерогенный катализ.</b>	2			10	Подготовка к лекциям 6.1.1(с.454-483), тестированию 6.2.10.			
	<b>ИТОГО ЗА 4 СЕМЕСТР</b>	34	17		71				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>125</b>				



## 5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Тесты, проводимые на электронной платформе Moodle на сайте ДПИ НГТУ по адресу: <http://dpingtu.ru/Moodle>.

### Образец теста по теме 1. « Основные понятия и определения»

ТЗ 1.1. (открытое)

Задание: Численное значения универсальной газовой постоянной, R, равно (в Дж/моль·К с точностью до второго знака после запятой)

Ответ: 8,31

ТЗ 1.2. (открытое)

Задание: Термодинамическая система, которая обменивается с окружающей средой веществом и энергией и её объём не постоянен, называется

Ответ: открытой

ТЗ 1.3. (открытое)

Задание: Термодинамическая система, которая обменивается с окружающей средой энергией, а веществом – нет, называется

Ответ: закрытой

ТЗ 1.4. (открытое)

Задание: Термодинамическая система, которая не обменивается с окружающей средой веществом и энергией и её объём постоянен, называется

Ответ: изолированной

ТЗ 1.5. (открытое)

Задание: Закрытая система, которая не может обмениваться с окружающей средой теплотой, называется

Ответ: адиабатой

ТЗ 1.6. (открытое)

Задание: Изменение состояния системы в результате изменения термодинамических параметров называется

Ответ: термодинамическим процессом

ТЗ 1.7. (закрытое)

Задание: Законы термодинамики применяются к ... системам:

Варианты ответов

закрытым

изолированным

адиабатным

открытым

ТЗ 1.8. (закрытое)

Задание: в химической термодинамике стандартные параметры:

Варианты ответов

P=1 атм., T=298 К

P=1 атм., T=273 К

P=780 мм. рт. ст., T=0 °C

ТЗ 1.9. (открытое)

Задание: Термодинамический процесс протекает в результате изменения термодинамических ...

Ответ: параметров

### ТЗ 1.10. (открытое)

Задание: Уравнение, связывающие между собой термодинамические параметры в равновесном состоянии, называется

Ответ: уравнение состояния.

### Перечень вопросов к экзамену

1. Химическая термодинамика. Основные понятия и определения (термодинамическая система, термодинамические параметры, состояние системы, уравнения состояния).
2. Физические величины как свойство системы. Функции состояния и функции процесса.
3. Энергия, теплота, работа.
4. Вычисление объемной работы в различных процессах.
5. Первое начало термодинамики. Математическое выражения первого начала термодинамики.
6. Частные случаи первого начала термодинамики.
7. Теплоемкость. Связь между  $C_p$  и  $C_v$ . Зависимость теплоемкости от температуры.
8. Внутренняя энергия и энтальпия индивидуальных веществ. Стандартные параметры и стандартные состояния.
9. Энтальпия химических реакций. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса.
10. Стандартные энтальпии образования и сгорания. Вычисление энтальпий химических реакций в стандартных условиях.
11. Связь между  $\Delta H$  и  $\Delta U$  ( $Q_p$  и  $Q_U$ ).
12. Зависимость энтальпии химической реакции от температуры. Закон Кирхгоффа. Его дифференциальные и интегральные формы.
13. Равновесный (обратимый) процесс. Работа и теплота равновесного процесса.
14. Второе начало термодинамики, его формулировки и математические выражения.
15. Обобщение Клаузиуса. Математическое выражение второго начала термодинамики. Энтропия.
16. Энтропия как критерий направленности процессов и равновесия. Энтропийный принцип.
17. Физический смысл энтропии. Формула Больцмана. Статистическая природа энтропии.
18. Вычисление энтропии (изменения энтропии в различных равновесных процессах).
19. Характеристические термодинамические функции. Доказать, что функция  $G$  является характеристической при переменных  $P$  и  $T$ .
20. Доказать, что функция Гельмгольца является характеристической при переменных  $V$  и  $T$ .
21. Объединенные выражения первого и второго начал термодинамики.
22. Физический смысл изменения характеристических функций.
23. Характеристические функции в качестве критерия самопроизвольности процесса и состояния равновесия.
24. Термодинамические соотношения общего значения. Зависимость функций  $G$ ,  $S$  и  $H$  от переменных  $T$  и  $P$ .
25. Зависимость функций  $A$ ,  $S$  и  $U$  от переменных  $V$  и  $T$ .
26. Вычисление термодинамических функций Гиббса и Гельмгольца.
27. Уравнение Гиббса и Гельмгольца, их применение.
28. Постулат Планка. Его значение.
29. Расчет абсолютных энтропий чистых веществ.
30. Показать, что внутренняя энергия и энтальпия не зависят от объема и давления.
31. Вычисление изменений термодинамических функций в химических реакциях.
32. Химический потенциал. Его основные свойства. Химический потенциал чистого вещества. Методы определения химических потенциалов.

33. Зависимость химического потенциала от температуры, давления и состава.
34. Химический потенциал как критерий направленности самопроизвольных процессов и равновесия.
35. Фазовые равновесия. Понятия «фаза», «компонент», «степень свободы».
36. Правило фаз Гиббса.
37. Диаграммы состояний однокомпонентной системы.
38. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
39. Применение правила фаз Гиббса и уравнения Клаузиуса-Клапейрона к однокомпонентной системе.
40. Диаграмма плавкости двойных систем с простой эвтектикой.
41. Диаграмма плавкости двойных систем с неограниченной растворимостью компонентов как в жидком, так и в твердом состояниях.
42. Диаграмма плавкости двойных систем с образованием устойчивого химического соединения и соединения, плавящегося с разложением.
43. Критерий направленности и равновесия в химических реакциях.
44. Критерий направленности в гомогенных идеально-газовых реакциях. Химическое сродство.
45. Равновесие в гомогенных идеально-газовых реакциях. Изотерма химической реакции.
46. Константа химического равновесия. Влияние величины  $\Delta G_T^0$  на константу химического равновесия  $K_p$ .
47. Различные способы выражения константы химического равновесия.
48. Методы определения константы химического равновесия.
49. Зависимость константы химического равновесия  $K_x$  от давления.
50. Зависимость константы химического равновесия  $K$  от температуры. Метод Вант-Гоффа.
51. Зависимость константы химического равновесия  $K$  от температуры. Метод энтропий.
52. Смещение равновесия. Принцип ЛеШателье.
53. Парциальные мольные величины, их физический смысл и основные свойства.
54. Общая характеристика растворов. Основные понятия и определение. Типы межмолекулярных взаимодействий и их физико-химическая природа. Термодинамические параметры состояния раствора.
55. Стандартные состояния в термодинамике жидких растворов. Классы растворов.
56. Совершенные растворы.
57. Бесконечно – разбавленные растворы.
58. Неидеальные (реальные) растворы. Активность и коэффициент активности. Причины отклонения свойств реальных растворов от идеальных.
59. Термодинамические условия образования раствора.
60. Распределение вещества между двумя несмешивающимися жидкостями. Закон распределения.
61. Применение закона распределения. Экстракция.
62. Растворимость твердых веществ в жидкости. Уравнение Шредера-ЛеШателье.
63. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри.
64. Понижение температуры кристаллизации растворителя в разбавленных растворах. Креоскопия.
65. Равновесие жидкость-пар в двойных системах. Равновесие совершенный раствор-пар. Закон Рауля.
66. Равновесие бесконечно разбавленный раствор-пар. Закон Генри.
67. Равновесие реальный раствор-пар.
68. Диаграммы состояния равновесия жидкость-пар в двойных системах.

69. Физико-химические основы разделения двойных смесей перегонкой. Законы Коновалова.
70. Теория электролитической диссоциации Аррениуса.
71. Основные положения теории сильных электролитов. Ионные силы раствора.
72. Возникновение потенциала на границе раздела двух фаз. ЭДС гальванического элемента.
73. Электродные потенциалы. Определение ЭДС по стандартным электродным потенциалам. Уравнение Нернста.
74. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для гальванического элемента.
75. Скорость химических реакции, ее зависимость от концентрации реагентов. Константа скорости реакции. Кинетические кривые.
76. Постулаты химической кинетики.
77. Порядок реакции, молекулярность реакции.
78. Кинетика необратимых реакции различных порядков.
79. Кинетика сложных химических реакций.
80. Теории химической кинетики.
81. Катализ.

## 5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся очной формы и традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся заочной формы. Основные требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7

### Требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине

Виды работ	Количество подвидов работы	Максимальные баллы за подвид работы			Штрафные баллы
		1	2	3	За нарушение сроков сдачи
3 семестр					
Тестирование	3	10	10	10	
Выполнение лабораторных работ	3	5	5	5	
- оформление отчетов		5			-1
Выполнение заданий практических занятий	5	5			
Выполнение заданий для самостоятельной работы	2	5			
Посещение занятий	17				
4 семестр					
Тестирование	3	10	10	10	
Выполнение лабораторных работ	2	5			
- оформление отчетов	2	5			-1
Выполнение заданий для самостоятельной работы	2	5			
Посещение занятий	17				

**Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-54% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов.	ИОПК-1.1. Анализирует и использует механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире:	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основ физической химии, не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по основам физической химии. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании основных положений и их применении	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

<p>ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ИОПК-2-2. Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности:</p>	<p>Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основ физической химии, не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала.</p>	<p>Поверхностные знания по основам физической химии. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при использовании методов количественной обработки.</p>	<p>Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения. Может произвести математическую обработку полученных результатов</p>	<p>Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании. Уверенно использует численные методы количественного анализа</p>
<p>ОПК-5. Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные.</p>	<p>ИОПК-5.1. Осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводит наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывает и интерпретирует экспериментальные данные</p>	<p>Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основ физической химии, не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала. Не может провести эксперимент и произвести расчеты по предложенной методике.</p>	<p>Поверхностные знания по основам физической химии. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании основных положений и их применении. Понимает задание, может производить</p>	<p>Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения. Может провести эксперимент и произвести расчеты по предложенной методике, объяснить полученные результаты и</p>	<p>Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании. Может составить план эксперимента, объяснить полученные</p>

			необходимые расчеты и провести эксперимент по предложенной методике.	сделать выводы. оценить погрешности	результаты, выводы, погрешности. сделать оценить
--	--	--	--	-------------------------------------	--

## Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 6.1. Учебная литература

- 6.1.1. Стромберг А.Г. Семченко Д.П. Физическая химия. – М.: Высшая школа. 1988.– 496 с.
- 6.1.2. Киселева Е.В., Каретников Г.С., Кудряшов И.В. Сборник примеров и задач по физической химии: учебное пособие для химико-технологических вузов. – М.: Высшая школа. 1983. – 456 с.
- 6.1.3. Физическая химия: учебник для вузов. / Под ред. Краснова К.С. в 2 кн. - М. Высшая школа. 1982.– 687 с..
- 6.1.4. Краткий справочник физико-химических величин/ Под ред. Равдель А.А., Пономарева А.М.- Л.: Химия, 1983. – 232 с.
- 6.1.5. Карякин Н. Химическая термодинамика. Основные понятия. Фазовые равновесия: учебное пособие для вузов. Н.Новгород. 1991. - 196 с.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных выше на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

## 6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

- 6.2.1. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [http://www.ntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samoct\\_rab.pdf?20](http://www.ntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20).
- 6.2.2. Определение энтальпии гидратообразования соли: методические указания / Сост. Акимкина Н.Ф., Бочкарева Н.Н., Шишулина А.В. - НГТУ, 2005.
- 6.2.3. Первое начало термодинамики. Термохимия: методические указания / Сост.



Шишулина А.В. - НГТУ, 2017.

6.2.4. Второй принцип термодинамики и характеристические термодинамические функции: методические указания/ Сост. Шишулина А.В. - НГТУ, 2016.

6.2.5. Фазовые равновесия в однокомпонентной системе: методические указания / Сост. Акимкина Н.Ф., Шишулина А.В. - НГТУ, 2014.

6.2.6. Термический анализ: методические указания / Сост. Шишулина А.В., Акимкина Н.Ф., Бочкарева Н.Н. - НГТУ, 2008.

6.2.7. Исследование равновесия жидкость – пар в двойной системе: методические указания / Сост. Шишулина А.В., Акимкина Н.Ф. - НГТУ, 2012.

6.2.8. Шишулина А.В., Белоусов А.С. Направленность и равновесие в химических системах: учебное пособие. - НГТУ, 2019.

6.2.9. Кинетика химических реакций: методические указания / Сост. Шишулина А.В. - НГТУ, 2018.

6.2.10. Шишулина А.В., Лазарева Л.Г. Тестовые задания по физической химии: учебное пособие. – НГТУ, 2020.

6.2.11. Химическая термодинамика: методические указания / Сост. Шишулина А.В., Акимкина Н.Ф. – НГТУ, 2013.

6.2.12. Кинетика химических реакций. Растворы: методические указания/ Сост. Шишулина А.В., Акимкина Н.Ф. - НГТУ, 2012.

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень информационных справочных систем

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента.

Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при подготовке и оформлении отчетов о лабораторных работах, выполнении заданий для самостоятельной работы.

Таблица 10

#### Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Виртуальная книжная полка НТБ НГТУ	<a href="http://cdot-nntu.ru/электронная_библиотека">http://cdot-nntu.ru/электронная_библиотека</a>
4	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

**7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины**

Таблица 11

**Программное обеспечение**

№ п/п	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows 10 (подписка MSDN 700593597, подписка DreamSpark Premium, 19.06.19)	Adobe Acrobat Reader <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
2	Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011)	OpenOffice <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>
4	КонсультантПлюс	PTC Mathcad Express <a href="https://www.mathcad.com/ru">https://www.mathcad.com/ru</a>

**Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

В таблице 12 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 12

**Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

№ п/п	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>
3	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	<a href="https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus">https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus</a>
4	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети

**8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В таблице 13 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 13

**Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
---	--	---

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 14 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДПИ НГТУ.

Таблица 14

### Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1343 Аудитория для лекционных занятий Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе IntelPentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1 шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.	
2	2213 Лаборатория «Физическая химия» Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул.	Колориметр – 6 шт. Рефрактометр – 3 шт. Термостат – 2 шт. Шкаф сушильный – 4 шт.	

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	Гайдара, д. 49	Весы аналитические – 1 шт. Милливольтметр – 4 шт. Электрические плитки – 4 шт. Фотоэлектроколориметр – 3 шт. Потенциометр – 1 шт. Весы технические электрические – 2 шт.	
3	<b>1234</b> Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе IntelPentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.;; Набор учебно-наглядных пособий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MicrosoftWindows 10 Домашняя (поставка с ПК)</li> <li>• LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО)</li> <li>• FoxitReader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО)</li> </ul>
4	<b>1443а</b> компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	ПК на базе IntelCeleron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17' – 4 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 (подпискаDreamSpark Premium)</li> <li>• Apache OpenOffice 4.1.8(свободное ПО);</li> <li>• Mozilla Firefox(свободное ПО);</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО);</li> <li>• КонсультантПлюс(ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);</li> </ul>

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися(включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- текущий контроль знаний в форме тестирования в среде MOODLE.

При преподавании дисциплины «Физическая химия», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность обучающихся при

освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса, что дает возможность обсудить материал с обучающимися во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций в виде слайдов находятся в свободном доступе на в системе MOODLE и могут быть получены до чтения лекций и проработаны обучающимися в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется лично-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет обучающимся проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч с обучающимися, так и современных информационных технологий (электронная почта).

Иницируется активность обучающихся, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы обучающегося, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса в основном освоено. При устных собеседованиях обучающийся последовательно излагает учебный материал; при затруднениях способен после наводящих вопросов продолжить обсуждение, справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если обучающийся при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## 10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 5 и 6). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе обучающийся должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является разбор примеров и решение задач в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач;
- подведение итогов по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

### **10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающихся к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающихся на занятиях и в качестве выполненных заданий для самостоятельной работы и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины обучающиеся могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (таблица 14). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

## 11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний обучающихся по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение лабораторных работ;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса
- проведение контрольных работ для обучающихся заочной формы;
- выполнение заданий для самостоятельной работы для обучающихся очной формы; экзамен.

#### 11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Типовые задания для лабораторных работ приведены в методических указаниях по проведению лабораторных работ (6.2.2., 6.2.7., 6.2.7., 6.2.8., 6.2.9.).

#### 11.1.2. Типовые тестовые задания

Типовые тестовые задания приведены в учебном пособии «Тестовые задания по физической химии» (6.2.10.).

#### 11.1.3. Типовые задания для самостоятельной работы обучающихся очной формы Тема «Первое начало термодинамики. Термохимия»

1. Система участвовала в сложном физико-химическом процессе. В каком случае можно утверждать, что суммарная работа, совершенная над системой, будет эквивалентна выделившейся теплоте?
2. Исходя из первого принципа термодинамики, покажите, что при адиабатном расширении идеального газа в пустоту температура газа не меняется.
3. Исходя из выражения для энтальпии  $H = U + PV$ , покажите, что в изохорном процессе для идеального газа  $dH = c_p dT$ . Покажите, что данное выражение справедливо для изменения энтальпии в изотермическом, адиабатическом и изобарном процессах. Почему этот результат можно было предвидеть? Откуда это следует?
4. Чему равно изменение внутренней энергии и энтальпии в изолированной системе?
5. При каких условиях протекания процесса справедливо выражение

$$\Delta H = \Delta U + V\Delta P?$$

6. Студент сделал ошибку в рабочем журнале, описывая опыт по калориметрии в бомбе: «Поскольку  $\Delta H = \Delta U + P\Delta V$ , а опыт проводился при постоянном объеме, то  $\Delta H = \Delta U$ ». Какую ошибку допустил студент?

#### Тема «Второе начало термодинамики и характеристические термодинамические функции»

1. Для каких систем неравенство  $\Delta S_{\text{сист}} > 0$  является условием самопроизвольного протекания процесса?
2. Как записать математическое выражение второго начала термодинамики для бесконечно малого изменения состояния в обратимых и необратимых процессах в изолированной системе?
3. Как изменяется энтропия изолированной системы, в которой обратимо кристаллизуется вещество? Как меняется энтропия вещества при его нагревании?
4. В каком соотношении находятся молярные энтропии трех агрегатных состояний одного вещества: газа, жидкости, твердого тел? Что больше?

5. В каком случае по знаку изменения энтропии изучаемой системы можно судить о направлении самопроизвольного протекания процесса в ней и о равновесии?

## 11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен, по результатам накопительного рейтинга или в форме компьютерного тестирования для обучающихся очной формы и в форме компьютерного тестирования для обучающихся заочной формы.

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену(ОПК-1; ИОПК-1-1. ОПК-2, ИОПК-2.2. ОПК-5, ИОПК-5.1.):**

### Примерный тест для итогового тестирования:

Тема 1.1. Если энтальпия образования  $\text{SO}_2$  равна  $-297$  кДж/моль, то количество теплоты, выделяемое при сгорании 16 г серы равно, кДж:

- а) 148,5; б) 297; в) 74,25; г) 594.

Тема 1.2. Функция Гиббса  $G$  является характеристикой при условии постоянства параметров:

- а)  $P, T$ ; б)  $V, T$ ; в)  $S, P$ ; г)  $S, V$ .

Тема 1.3. Какое из записанных ниже выражений не является химическим потенциалом  $i$ -компонента:

а)  $\mu_i = \left( \frac{\partial H}{\partial n_i} \right)_{S, P, n_j (j \neq i)}$ ;

б)  $\mu_i = \left( \frac{\partial A}{\partial n_i} \right)_{T, V, n_j (j \neq i)}$ ;

в)  $\mu_i = \left( \frac{\partial G}{\partial n_i} \right)_{P, T, n_j (j \neq i)}$ ;

г)  $\mu_i = \left( \frac{\partial S}{\partial n_i} \right)_{P, T, n_j (j \neq i)}$ ;

д)  $\mu_i = \left( \frac{\partial U}{\partial n_i} \right)_{S, V, n_j (j \neq i)}$ .

Тема 1.4. Уравнение состояния для 1 моль реального газа:

а)  $(P + a/V^2)(V - \epsilon) = RT$ ;

б)  $(P + aV^2)(V - \epsilon) = RT$ ;

в)  $(P + a/V^2)(V + \epsilon) = RT$ .

Тема 2.1. Кривая охлаждения – это график в координатах:

- а) температура – состав;  
б) температура – давление;  
в) температура – время;  
г) температура – объем.

Тема 2.2. Химический потенциал компонента совершенного раствора выражается уравнением:

а)  $\mu_i(T, P) = \mu_i^0(T, P) + RT \ln x_i$ ;



б)  $\mu_i(T, P) = \mu_i^\theta(T, P) + RT \ln x_i$ ;  
 в)  $\mu_i(T, P) = \mu_i^0(T, P) + RT \ln a_i$ .

Тема 2.3. Осмотическое давление раствора глюкозы с молярной концентрацией 0,1 моль/л при 25°C равно, кПа:

- а) 247,6; б) 62,9; в) 51,6; г) 123,8.

Тема 3.1. Для смещения равновесия в системе

$\text{SO}_2(\text{газ}) + \text{Cl}_2(\text{газ}) \leftrightarrow \text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{газ}) \quad \Delta H < 0$  в сторону продуктов реакции необходимо:

- а) понизить давление  
 б) ввести катализатор  
 в) понизить температуру  
 г) понизить концентрацию  $\text{SO}_2$ .

Тема 3.2. Как зависит молярная электрическая проводимость от разбавления?

- а) с ростом разбавления увеличивается, а затем уменьшается;  
 б) с ростом разбавления стремится к максимальному значению;  
 в) не зависит от разбавления.

Тема 3.3. Какова ЭДС концентрационного гальванического элемента, имеющего цинковые электроды, если у одного из электродов концентрация ионов цинка  $\text{Zn}^{2+}$  равна 1 моль/л, у другого – 0,0001 моль/л:

- а) 0,122В; б) – 0,122В; в) 1,544В; г) –1,544 В.

Тема 4.1. Если температурный коэффициент скорости химической реакции равен 2, то при повышении температуры от 20°C до 50°C скорость реакции:

- а) увеличится в 8 раз; б) увеличится в 6 раз; в) уменьшится в 2 раза; г) уменьшится в 4 раза.

Тема 4.2. Катализатор ускоряет химическую реакцию т.к.

- а) увеличивается теплота реакции;  
 б) уменьшается энергия активации;  
 в) увеличивается частота соударений молекул.

Тема 4.3. Выберите верные утверждения:

- а) катализатор не участвует в элементарном акте реакции;  
 б) катализатор расходуется в ходе протекания реакции;  
 в) катализатор образует активированный комплекс со всеми реагирующими веществами в случае протекания одностадийного процесса;  
 г) катализатор не образует активированный комплекс со всеми реагирующими веществами в случае протекания одностадийного процесса;  
 д) катализатор образует промежуточное соединение с каким-либо участником реакции в случае протекания многостадийного процесса;  
 е) катализатор не образует промежуточное соединение с каким-либо участником реакции в случае протекания многостадийного процесса;  
 ж) катализатор по истечении реакции остается химически неизменным

### Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых обучающемуся	Время на тестирование, мин.
200	10	15

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО MOODLE.