

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

Образовательно-научный институт  
физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_/Ж.В. Мацулевич/  
подпись                      ФИО

“16” мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФТД.1 Наночастицы в двухфазных системах**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
для подготовки бакалавров/специалистов/магистров

Направление подготовки: 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

\_\_\_\_\_  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность: «Физика, химия и технология поверхностей и межфазных границ»

\_\_\_\_\_  
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Выпускающая кафедра: НиБ

Кафедра-разработчик НиБ

Объем дисциплины: 180/5

Промежуточная аттестация: зачет

экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик(и): Мочалов Георгий Михайлович, д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Нижний Новгород, 2023

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 22 сентября 2017 г. № 959 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ  
протокол от 18.05.2023 г. № 21.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 11.05.2023 г № 7.

Зав. кафедрой: к.х.н., доцент Калинина А.А.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИФХТиМ, протокол от 16.05.2023 г № 9.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный №

Начальник МО

\_\_\_\_\_/Н.Р. Булгакова/  
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_/Н.И. Кабанина/  
(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины .....	5
4. Структура и содержание дисциплины .....	8
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины .....	16
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	18
7. Информационное обеспечение дисциплины .....	19
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ .....	21
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	21
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины .....	23
11.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины .....	26

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**1.1. Целью освоения дисциплины «Наночастицы в двухфазных системах»** является формирование у магистров представления о современных знаниях в области физикохимии формирования наночастиц, методах их получения, способах их стабилизации, основных методах получения и структуре наночастиц металлов и использовании макромолекулярных соединений для их получения.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- изучение общих закономерностей формирования, основных методов получения и исследования наноразмерных систем;
- приобретение навыков анализировать процессы, протекающие в наноразмерных системах;
- изучение фундаментальных знаний о специфике поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне;
- изучение основных методов получения наноразмерных систем, физико-химических основ процессов образования наноструктур, в том числе полиядерных комплексов, спримолекулярных соединений; особенностей поведения вещества в наноразмерных порах и наноразмерных каналах, принципах и методах исследования и диагностики наносистем и нанообъектов и других наноразмерных систем, обладающих каталитической активностью
- выработка навыков использовать теоретические основы химических наук и развивать подходы к исследованию физико-химических процессов в наноразмерных системах;
- формирование представлений об основных научно-технических проблемах нанотехнологии и перспективах развития данной отрасли знаний;
- формирование представления о методах и возможности синтеза наноразмерных объектов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

**2.1. Учебная дисциплина «Наночастицы в двухфазных системах»** включена в перечень факультативных дисциплин образовательной программы «Физика, химия и технология поверхностей и межфазных границ». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

В ходе освоения данной дисциплины необходимы базовые знания, которые студенты получили в ходе обучения по программе бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», где освоены такие дисциплины как «Химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Физическая химия», «Материалы электронной техники», «Компоненты электронной техники», либо схожие по содержанию дисциплины.

Для освоения данной дисциплины магистр должен иметь основополагающие представления об основных подходах к описанию реальных физических процессов и явлений; иметь знания о методах решения практических задач физики конденсированного состояния на основе современных математических моделей описания физических объектов; владеть фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики конденсированного состояния, а также методами физического исследования. Магистры должны обладать навыками, необходимыми для решения конкретных

физических проблем с использованием приёмов и методов математической физики; для описания разнообразных физических процессов и состояний в полупроводниках и диэлектриках.

Знания, умения и навыки, полученные учащимся при изучении дисциплины – «Наночастицы в двухфазных системах» позволят магистранту квалифицированно подходить к постановке задач, выбору объектов исследования при решении научных проблем, возникающих при прохождении научно-исследовательской практики, при выполнении научно-исследовательской работы и подготовке ВКР.

В содержании дисциплины сбалансировано соотношение между различными видами учебной работы: объем лекций достаточен для магистрантов данной магистерской программы, для получения практических навыков, ознакомления с компонентами современной электронной техники, их характеристиками и применением.

Рабочая программа дисциплины «Наночастицы в двухфазных системах» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Наночастицы в двухфазных системах» направлен на:

- формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»:

а) профессионально-специализированные компетенции (ПСК): ПСК-1, 3.

**Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами**

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<b>ПКС-1</b>				
Специальные процессы и аппараты производства изделий электронной техники (Б1.В.ОД.3)			✓	
Процессы микро- и нанотехнологии (Б1.В.ОД.5)	✓	✓		
Методы исследования материалов и структур электронной техники (Б1.В.ДВ.2.1)	✓	✓		
Методы глубокой очистки веществ для микроэлектроники (Б1.В.ДВ.2.2)	✓	✓		
Технология и производство печатных плат (Б1.В.ДВ.3.1)		✓		
Технология печатных плат последнего поколения (Б1.В.ДВ.3.2)		✓		
<b>Наночастицы в двухфазных системах (ФТД.1)</b>		✓		

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности (Б2.П.2)		✓		
Выполнение и защита ВКР (Б3.Д.1)				✓
<b>ПКС-3</b>				
Физико-химические методы контроля процессов производства ИЭТ (Б1.В.ОД.1)		✓		
Технология автоматизации производства (Б1.В.ОД.4)	✓	✓		
Методы исследования материалов и структур электронной техники (Б1.В.ДВ.2.1)	✓	✓		
Методы глубокой очистки веществ для микроэлектроники (Б1.В.ДВ.2.2)	✓	✓		
<b>Наночастицы в двухфазных системах (ФТД.1)</b>		✓		
Научно-исследовательская работа (Б2.П.1)	✓	✓	✓	
Практика по получению профессиональных умений и опыта проектной деятельности (Б2.П.2)				✓
Преддипломная практика (Б2.П.5)				✓
Выполнение и защита ВКР (Б3.Д.1)				✓

**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
ПКС–1. Способен к измерению и анализу результатов измерений параметров технологических операций	Тип профессиональной деятельности: научно-исследовательский; производственно-технологический Трудовая функция: А/02.7 (ПС 40.006) Контроль параметров технологической операции					
	ИПКС – 1.3. Анализирует результаты измерений на основе методик расчета химических, дистилляционных, кристаллизационных и мембранных методов глубокой очистки веществ	<b>ЗНАТЬ:</b> – методы глубокой очистки веществ от наноразмерных примесей и определения их концентрации и размеров в материалах; - основы нанoeлектроники, зависимости технических показателей производства от чистоты материалов	<b>УМЕТЬ:</b> – определять наиболее эффективные методики очистки веществ от наночастиц; - анализировать результаты измерений концентрации наноразмерных примесей и предлагать способы усовершенствования методик	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> – навыками расчетов концентрации наночастиц в веществах	- Задания к контрольным работам по разделам - Перечень вопросов к практическим занятиям	Вопросы для устного зачета
ПКС–3. Способен к расчёту режимов и контролю конкретного технологического процесса	Тип профессиональной деятельности: научно-исследовательский; производственно-технологический Трудовая функция: В/03.7 (ПС 40.006) Освоение и внедрение технологических процессов и необходимых режимов производства на выпускаемую продукцию					
	ИПКС – 3.3. Определяет режимы проведения процессов микро- и нанoeлектроники с учетом чистоты веществ, свойств материалов и структур электронной техники	<b>ЗНАТЬ:</b> – конструкции аппаратов для очистки жидкостей от наночастиц	<b>УМЕТЬ:</b> – определять режимы проведения технологических процессов на основе требуемой чистоты материалов и веществ	-	- Задания к контрольным работам по разделам - Перечень вопросов к практическим занятиям	Вопросы для устного зачета

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

*Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам*

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего часов	в т.ч. по семестрам
		2 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>74</b>	<b>74</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
занятия лекционного типа (Л)	<b>34</b>	<b>34</b>
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др)	<b>17</b>	<b>17</b>
лабораторные работы (ЛР)	<b>17</b>	<b>17</b>
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	<b>4</b>	<b>4</b>
текущий контроль, консультации по дисциплине	<b>2</b>	<b>2</b>
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>106</b>	<b>106</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	<b>26</b>	<b>26</b>
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	<b>80</b>	<b>80</b>
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>		



## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

**Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
2 СЕМЕСТР									
ПКС-1: ИПКС-1.3 ПКС-3: ИПКС-3.3	Раздел 1 Классификация наноразмерных систем, наночастиц, наноструктур, наноматериалов и общие закономерности их формирования								
	Тема 1.1 Общая классификация наноразмерных объектов. Общие закономерности образования нанодисперсных систем. Термодинамические принципы формирования наночастиц	2			5	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		
	Тема 1.2 Процессы самоорганизации и их особенности. Синергетические принципы процессов самоорганизации. Методы получения наноразмерных объектов.	4			5	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	<b>Практическое занятие 1.1</b> Определение признаков консервативной и диссипативной самоорганизации. Ультразвуковое воздействие и микроволновая обработка как методы интенсификации процессов зародышеобразования. Суть подходов «сверху – вниз» и «снизу – вверх».			4	5	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	обучение на основе опыта		
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>6</b>		<b>4</b>	<b>15</b>				
ПКС-1: ИПКС-1.3 ПКС-3: ИПКС-3.3	<b>Раздел 2 Физико-химические основы процессов образования наноструктур и получения наноматериалов, в том числе, в квазиодномерных и квазидвумерных системах</b>								
	<b>Тема 2.1</b> Фазовые равновесия в наноразмерных системах.	4			5	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		
	<b>Тема 2.2</b> Нанонити, нанотрубки, наностержни, нанопояса. Углеродные нанотрубки. Открытие, исследование, практическое использование. Механизмы роста нанотрубок. Поиск и синтез неорганических соединений, обладающих тубулярным строением. Практический интерес.	4			5	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная рабога студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 2.3 Кинетика и термодинамика процессов роста пленок. Механизмы роста пленок. Методы получения пленок	4			5	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		
	Практическое занятие 2.1 Расчет максимального диаметра одностенной углеродной нанотрубки, которая может поместиться в углеродной нанотрубке заданного диаметра. Механизмы роста нанотрубок			5	5	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	обучение на основе опыта		
	Итого по 2 разделу	12		5	20				
ПКС-1: ИПКС-1.3 ПКС-3: ИПКС-3.3	Раздел 3 Пористые структуры и методы их исследования. Методы создания наноструктур внутри нанопористых матриц. Агрегативная устойчивость дисперсий наночастиц.								
	Тема 3.1 Нанопористые материалы. Матрицы с регулярной структурой пор: цеолиты, мезопористые молекулярные сита, искусственные опалы, хризотилловые асбесты. Получение пористых материалов с заданным размером. Границы зерен в наноструктурных материалах	4			5	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	обучение на основе опыта		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	<b>Практическое занятие 3.1.</b> Определение структурных типов цеолитов для синтеза наночастиц. Неуглеродные нанотрубки, причины их роста, способы получения. Наночастицы в нанореакторах, наночастицы в оболочке, самоорганизованные наноструктуры.			4	5				
	<b>Лабораторная работа 3.1</b> Определение и сопоставление величин пористости, полученных из адсорбционных данных и из значений кажущейся, истинной плотности пористого тела		6		5				
	<b>Тема 3.2</b> Агрегативная устойчивость дисперсий наночастиц. Понятие наножидкости, особенности поведения наножидкостей и жидкостей в наноканалах Магнитные наножидкости	4			5	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	обучение на основе опыта		
	<b>Лабораторная работа 3.2</b> Оценка объемов воды, находящихся в нанотрубках в зависимости от их размерных параметров		5		5				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная рабога студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Итого по 3 разделу	8	11	4	25				
ПКС-1: ИПКС-1.3 ПКС-3: ИПКС-3.3	Раздел 4 Принципы и методы исследования и диагностика наночастиц, наноматериалов, наносистем.								
	Тема 4.1 Комплексное исследование особенностей строения: ИК-, КР- и мессбауэровская спектроскопия, рентгеновская дифрактометрия (в том числе, полнопрофильного рентгеноструктурный анализ)	4			5	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	обучение на основе опыта		
	Практическое занятие 4.1. Определение структурных трансформаций, фазовых превращений и тепловых эффектов методом комплексного термического анализа			4	5				
	Лабораторная работа 4.1 Определение размера кристаллитов и распределения частиц по размерам методами рентгеновской дифракции, и электронной микроскопии		6		5				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 4.2 Методы определения формы и размерных параметров нанообъектов: электронная микроскопия (просвечивающая электронная микроскопия, сканирующая электронная микроскопия), атомно-силовая и туннельная микроскопия, определение размера частиц методом динамического светорассеяния, методом рентгеновской дифракции на малых и больших углах, по изотермам адсорбции инертных газов в сопоставлении с данными гелиевой пикнометрии Методы определения структурных трансформаций, фазовых превращений и тепловых эффектов методами комплексного термического анализа и калориметрии.	4			5	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	обучение на основе опыта		
	Итого по 4 разделу	8	6	4	20				
ПКС-1: ИПКС-1.3 ПКС-3: ИПКС-3.3	Подготовка и выполнение курсовой работы				26				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ИТОГО по дисциплине		34	17	17	106				

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

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- выполнение групповых заданий на практических занятиях;
- тестирование по темам лекционных занятий;
- решение практических задач;
- подготовка и защита курсовой работы;
- домашние контрольные работы.

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

Вопросы, индивидуальные задания, задачи и тесты представлены в методических указаниях к практическим занятиям, представленных в п. 6.3.

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

При промежуточном контроле (зачет) успеваемость студентов оценивается по системе: «зачтено», «незачтено».

«Зачтено» – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

«Зачтено» – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные магистрантом с помощью «наводящих» вопросов;

«Зачтено» – дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания магистрантом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

«Не зачтено» – магистрант демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.



**Таблица 6 – 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» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ПКС-1.</b> Способен к измерению и анализу результатов измерений параметров технологических операций	<i>ИПКС – 1.3. Анализирует результаты измерений на основе методик расчета химических, дистилляционных, кристаллизационных и мембранных методов глубокой очистки веществ</i>	Не знает принципы физического методы глубокой очистки веществ от наноразмерных примесей и определения их концентрации и размеров в материалах; основы наноэлектроники, зависимости технических показателей производства от чистоты материалов. Не умеет определять наиболее эффективные методики очистки веществ от наночастиц; анализировать результаты измерений концентрации наноразмерных примесей и предлагать способы усовершенствования. Не владеет навыками расчетов концентрации наночастиц в веществах.	Частично знает методы глубокой очистки веществ от наноразмерных примесей и определения их концентрации и размеров в материалах; основы наноэлектроники, зависимости технических показателей производства от чистоты материалов. Умеет эффективные методики очистки веществ от наночастиц; анализировать результаты измерений концентрации наноразмерных примесей и предлагать способы усовершенствования. Частично владеет навыками расчетов концентрации наночастиц в веществах.	Хорошо знает методы глубокой очистки веществ от наноразмерных примесей и определения их концентрации и размеров в материалах; основы наноэлектроники, зависимости технических показателей производства от чистоты материалов. Умеет эффективные методики очистки веществ от наночастиц; анализировать результаты измерений концентрации наноразмерных примесей и предлагать способы усовершенствования. Хорошо владеет навыками расчетов концентрации наночастиц в веществах.	Знает в совершенстве методы глубокой очистки веществ от наноразмерных примесей и определения их концентрации и размеров в материалах; основы наноэлектроники, зависимости технических показателей производства от чистоты материалов. Уверенно умеет эффективные методики очистки веществ от наночастиц; анализировать результаты измерений концентрации наноразмерных примесей и предлагать способы усовершенствования. Уверенно владеет навыками расчетов концентрации наночастиц в веществах.
<b>ПКС-3.</b> Способен к расчёту режимов и контролю конкретного технологического процесса	<i>ИПКС – 3.3. Определяет режимы проведения процессов микро- и наноэлектроники с учетом чистоты веществ, свойств материалов и структур электронной техники</i>	Не знает конструкции аппаратов для очистки жидкостей от наночастиц. Не умеет определять режимы проведения технологических процессов на основе требуемой чистоты материалов и веществ.	Имеет представление о конструкции аппаратов для очистки жидкостей от наночастиц. Умеет, но с ошибками определять режимы проведения технологических процессов на основе требуемой чистоты материалов и веществ.	Хорошо знает конструкции аппаратов для очистки жидкостей от наночастиц. Достаточно хорошо умеет определять режимы проведения технологических процессов на основе требуемой чистоты материалов и веществ.	Отлично знает конструкции аппаратов для очистки жидкостей от наночастиц. Уверенно умеет определять режимы проведения технологических процессов на основе требуемой чистоты материалов и веществ.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда**

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

1.1 Поленов, Ю. В. Физико-химические основы нанотехнологий: учебник / Ю. В. Поленов, Е. В. Егорова. СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2019. - 180 с. (электронный вариант)

1.2 Основы синтеза наноразмерных частиц и плёнок / В. И. Грачёв [и др.] ; Науч.-произв. компания "АВЕРС" (НПК "АВЕРС"), С.-Петерб. гос. электротехн. ун-т «ЛЭТИ», СПбГТИ(ТУ). - Ижевск : Удмуртия, 2014. - 480 с. (электронный вариант)

1.3 Основы нанотехнологии / [Н. Т. Кузнецов и др.]. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 397 с. (электронный вариант)

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

В список «Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям» включаются методические указания и рекомендации по проведению практических учебных занятий по дисциплине «Наночастицы в двухфазных системах»:

#### **6.2.1 Методические указания:**

6.2.1.1 Павлова, Е. А. Определение размера наночастиц по области когерентного рассеяния методом рентгеновской дифракции : методические указания к лабораторной работе / Е. А. Павлова, С. Г. Изотова ; СПбГТИ(ТУ). СПб.: [б. и.], 2013. - 31 с.: ил. - Библиогр.: с. 29 (электронный вариант)

6.2.1.2. Цао, Г. Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение / Г. Цао, Ин Ван; Пер. с англ. 2-го изд.: А. И. Ефимова, С. И. Каргов; МГУ им. М. В. Ломоносова. Науч.-образоват. центр по нанотехнологиям. - М.: Научный мир, 2012. - 520 с. (электронный вариант)

6.2.1.3 Воротынцев В.М. Наночастицы в двухфазных системах. М.: Изд. «Известие», 2010.

#### **6.2.2 Методические указания, разработанные НГТУ**

6.2.2.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_aydit\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20).

Дата обращения 24.04.2023.

6.2.2.2 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.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samost\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samost_rab.pdf?20).

Дата обращения 24.04.2023.

6.2.2.3 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный

адрес:[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf). Дата обращения 24.04.2023.

## 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 ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elibrary.ru/defaultx.asp) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgaz.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
7. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
8. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
9. Компоненты и технологии журнал об электронных компонентах, датчиках, микросхемах, микроконтроллерах, светодиодах, DSP <https://kite.ru/>

### 7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

**Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем**

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ 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	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

**Таблица 8 - Перечень программного обеспечения**

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

В табл. 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

**Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>
<b>1</b>	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>
<b>2</b>	Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>
<b>3</b>	Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>
<b>4</b>	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
<b>5</b>	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
<b>6</b>	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

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

В табл. 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

**Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

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

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

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

**Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	<b>1342</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Доска меловая -1 шт. 2. Рабочее место студента на 22 чел.; 3. Рабочее место преподавателя – 1 шт.; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23
2	<b>1221</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского	1. Доска меловая -1 шт. 2. Рабочее место студента на 50 чел.; 3. Рабочее место преподавателя – 1 шт.;	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14);

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)	2. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23
3	<b>1334-4</b> Мультимедийная аудитория (компьютерный класс для проведения виртуального лабораторного практикума по процессам и аппаратам) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Рабочие столы, оснащенные компьютером (10 посадочных мест); 2. Рабочие столы (22 посадочных места); 3. Рабочее место преподавателя; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран 5. Стенд образовательный «Интегральные микросхемы. Печатные платы»	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23
4	<b>1334-3</b> Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Лабораторные столы (6 посадочных мест); 2. Лабораторное оборудование: - хроматографический комплекс; - исследовательская лаборатория моделирования вакуумных процессов; - спектрофотометр; - плита электрическая; - вытяжной шкаф; - магнитная мешалка; - водяная баня; - цифровой биологический микроскоп; - прибор для измерения удельной поверхности дисперсных пористых материалов. 3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные -750мл, колбы Эрленмейера (100-500мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки	
5	<b>1334-1</b> Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Лабораторные столы (6 посадочных мест); 2. Лабораторное оборудование: - лабораторные аналитические весы; - высокочастотный генератор СЭЛТ-ВЧИ-2,0/40; - высокочастотный дуговой плазмотрон; - плита электрическая; - шкаф сушильный; - магнитная мешалка;	

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		- источник водорода с оборудованием для приготовления специальной воды; - спектрофотометр; - поляриметр. 3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные -750 мл, колбы Эрленмейера (100-500 мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25 мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки	
6	<b>1330-1</b> Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Лабораторные столы (10 посадочных мест); 2. Лабораторное оборудование: - вискозимет — плотномер Штабингера SVL3001; - хромато-масс-спектрометр; - планетарная мельница PM100; - комплекс автоматический Porometer metcats plus; - вытяжной шкаф; - магнитная мешалка; - водяная баня; - комплекс хроматографический газовый «Хромос ГХ-1000»; - спектрофотометр ИК-Фурье. 3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные -750мл, колбы Эрленмейера (100-500 мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25 мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки	

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина «Наночастицы в двухфазных системах» состоит из связанных между собой разделов, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Наночастицы в двухфазных системах» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические занятия, лабораторные занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим занятиям, лабораторным занятиям, подготовка и выполнение курсовых работ с презентациями, индивидуальная консультация с преподавателем).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в

тематической последовательности. Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10- 15 минут).

2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10-15 минут).

3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в электронной библиотечной системе (по 1 часу).

4. При подготовке к лабораторному занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, – предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1-2 задачи.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами. Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий к прохождению промежуточной аттестации (зачет).

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент 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, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

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

**Результат обучения считается несформированным**, если студент 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**

Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить



внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить, как старое, так и новое, углубит понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется.

Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Следует помнить о том, что через лекцию передается не только систематизированный теоретический материал, но и постигается методика научного исследования и умение самостоятельно работать, анализировать различного рода явления.

Записывать на лекции необходимо главное, не стремясь зафиксировать все слово в слово. Выбрать же главное без понимания предмета невозможно. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятые во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Записи являются пособиями для повторения, дают возможность охватить содержание лекции и всего курса в целом.

При этом хорошо овладеть содержанием лекции – это:

- знать тему;
- понимать значение и важность ее в данном курсе;
- четко представлять план; - уметь выделить основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций; -

связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;

- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.

Существует несколько общих правил работы на лекции:

- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;

- к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции отделить главное от второстепенного;

- лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;

- так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и незнакомое, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.;

- записывать надо сжато;

- во время лекции важно непрерывно сохранять рабочую установку, умственную активность.

Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лекциям и работой на данном виде занятий. Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: написанием курсовой работы, участием в

лабораторных работах, подготовкой и сдачей зачета/экзамена по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента.

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

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

При подготовке к контрольной работе (рубежной аттестации) обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях, лабораторных занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в табл. 11). 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**

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

### **11.1.1. Примерные типовые вопросы (задания) к практическим занятиям**

1. Общая классификация наноразмерных объектов.

2. Синергетические принципы процессов самоорганизации
3. Фазовые равновесия в наноразмерных системах.
4. Физические методы синтеза наноразмерных объектов.
5. Химические методы синтеза наноразмерных объектов.
6. Метод молекулярного наслаивания – метод формирования наноразмерных слоев.
7. Золь-гель синтез и гидротермальный метод получения наночастиц. Преимущества и недостатки.
8. Ультразвуковое воздействие и микроволновая обработка как методы интенсификации процессов зародышеобразования.
9. Нанонити, нанотрубки, наностержни, нанопояса.
10. Методы получения одномерных наноструктур.
11. Углеродные нанотрубки.
12. Механизмы роста нанотрубок.
13. Способы получения углеродных нанотрубок (достоинства и недостатки этих методов).
14. Неуглеродные нанотрубки, причины их роста, интеркалирование, способы получения.
15. Двумерные наноструктуры.
16. Способы получения тонких пленок.
17. Основные условия для формирования эпитаксиальных пленок.
18. Основные механизмы роста пленок.
19. Наночастицы в нанореакторах, наночастицы в оболочке, самоорганизованные наноструктуры.
20. Использование микроэмульсий и миниэмульсий для получения наночастиц
21. Цеолиты.
22. Нульмерные, одномерные, двумерные и трехмерные твердофазные нанореакторы.
23. Темплатный синтез наноструктур.
24. Оптическая и рентгеновская литография.
25. Электронная литография.

#### **11.1.2. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса**

1. Классификация пор по размерам согласно нормам, предложенным IUPAC.
2. Пористость и плотность: определение,
3. Методы характеристики поверхности материалов.
4. Определение удельной поверхности и пористой структуры наноразмерных объектов.
5. Гелиевая пикнометрия.
6. Методы определения размера частиц.
7. Методы определения размера частиц. Методы характеристики поверхности материалов.
8. Метод динамического светорассеяния
9. Метод сканирующей электронной микроскопии
10. Рентгеновская дифракция для диагностики наноразмерных систем.
11. Методы термического анализа. Их роль при построении фазовых диаграмм.

12. ИК и КР спектроскопия.

### **11.1.3 Типовые вопросы (заданий) для устного (письменного) опроса на лабораторных занятиях**

1. Какие необычные свойства проявляют наночастицы металлов.
2. Опишите гомогенное и гетерогенное зародышеобразование металлосодержащих наночастиц.
3. Опишите получение металлонаночастиц с использованием диспергирования.
4. Охарактеризуйте морфологию и дисперсность продуктов термолиза.
5. Какое модифицирующее действие оказывают наночастицы металлов на полимеры.
6. Опишите оптические и полупроводниковые свойства металлических наночастиц.
7. Охарактеризуйте физические методы получения металлических наночастиц.
8. В чем специфика катализа полимериммобилизованными наночастицами металлов?
9. Опишите химические превращения, которые может претерпевать полимерная матрица под воздействием наночастиц металлов.
10. Охарактеризуйте влияние температуры на процесс образования новой фазы.
11. Что такое сонохимический синтез?
12. Охарактеризуйте твердофазный термолиз металлоорганических прекурсоров в полимерных матрицах.
13. Каким образом присутствие наночастиц металлов в полимерном композите влияет на электропроводящие свойства композита.
14. Каковы кинетические закономерности образования новой фазы?
15. Опишите термолиз металлоорганических прекурсоров.
16. Что такое матричная изоляция.

### **11.1.4 Примерные типовые темы курсовых работ**

Целью курсовой работы является систематизация, закрепление и расширение теоретических данных, полученных студентами при изучении курса «Наночастицы в двухфазных системах», а также развитие навыков самостоятельных решений инженерных задач в области разработки технологических процессов изготовления типовых деталей приборов и проектирования технологической оснастки.

Цель курсовой работы состоит в том, чтобы, исходя из поставленной задачи предложенных исходных данных:

- выбрать и обосновать на основе анализа поставленных технологических задач основные требования к параметрам технологического процесса, разработать принципиальную схему технологического оборудования или процесса;
- провести расчёт и обоснование выбора элементов технологического оборудования или этапов технологического процесса;
- в зависимости от поставленной задачи выполнить расчёт параметров технологического процесса, привести его описание, разработать базовую технологическую документацию.

Примерные темы курсовых проектов:

1. Расщепление наночастиц в жидкости и газе при перегонке
2. Распределение наночастиц в процессе ректификации
3. Глубокая очистка веществ от наночастиц методом ректификации

4. Глубокая очистка наногазовых смесей методом медленной дистилляции и термодистилляции
5. Глубокая очистка газов от наночастиц методом нанофильтрации
6. Глубокая очистка от наночастиц методом сублимации
7. Глубокая очистка газов от наночастиц методом криогенной нанофильтрации

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

Зачет проводится в устной форме по материалу изучаемого курса «Наночастицы в двухфазных системах»

**Перечень примерных тематических вопросов для подготовки к зачету с оценкой (ПКС-1: ИПКС-1.3; ПКС-3: ИПКС-3.3)**

1. Общая классификация наноразмерных объектов.
2. Синергетические принципы процессов самоорганизации
3. Фазовые равновесия в наноразмерных системах.
4. Физические методы синтеза наноразмерных объектов.
5. Химические методы синтеза наноразмерных объектов.
6. Метод молекулярного наслаивания – метод формирования наноразмерных слоев.
7. Золь-гель синтез и гидротермальный метод получения наночастиц. Преимущества и недостатки.
8. Ультразвуковое воздействие и микроволновая обработка как методы интенсификации процессов зародышеобразования.
9. Нанонити, нанотрубки, наностержни, нанопояса.
10. Методы получения одномерных наноструктур.
11. Углеродные нанотрубки.
12. Механизмы роста нанотрубок.
13. Способы получения углеродных нанотрубок (достоинства и недостатки этих методов).
14. Неуглеродные нанотрубки, причины их роста, интеркалирование, способы получения.
15. Двумерные наноструктуры.
16. Способы получения тонких пленок.
17. Основные условия для формирования эпитаксиальных пленок.
18. Основные механизмы роста пленок.
19. Наночастицы в нанореакторах, наночастицы в оболочке, самоорганизованные наноструктуры.
20. Использование микроэмульсий и миниэмульсий для получения наночастиц
21. Цеолиты.
22. Нульмерные, одномерные, двумерные и трехмерные твердофазные нанореакторы.
23. Темплатный синтез наноструктур.
24. Оптическая и рентгеновская литография.

25. Электронная литография.
26. Классификация пор по размерам согласно нормам, предложенным IUPAC.
27. Пористость и плотность: определение,
28. Методы характеристики поверхности материалов.
29. Определение удельной поверхности и пористой структуры наноразмерных объектов.
30. Гелиевая пикнометрия.
31. Методы определения размера частиц.
32. Методы определения размера частиц. Методы характеристики поверхности материалов.
33. Метод динамического светорассеяния
34. Метод сканирующей электронной микроскопии
35. Рентгеновская дифракция для диагностики наноразмерных систем.
36. Методы термического анализа. Их роль при построении фазовых диаграмм.
37. ИК и КР спектроскопия.