

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Коллоидная химия и физико-химия нанодисперсных частиц

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): младший научный сотрудник, к.н. Николаев И.А. (сектор разработки микропористых полимеров, НИЛ Материалы для водородной энергетики и традиционной энергетики с низким углеродным следом), PANikolaev@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-5	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
ПК-2	Готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

задачи коллоидной химии, основы современных представлений о дисперсном состоянии тел и особых свойствах поверхностных слоев и дисперсных систем, включая молекулярно-кинетические, оптические, электрические, механические (реологические) свойства; значение поверхностных явлений для оптимизации и интенсификации технологических процессов в промышленности и сельском хозяйстве, в геологии, почвоведении, биологии, медицине и экологии.

Должен уметь:

ориентироваться в проблемах современной коллоидной химии, в частности, условиях возникновения дисперсных фаз, их устойчивости и особых свойствах, а также развития гетерогенных структур с различными по своей природе межфазными поверхностями раздела.

Должен владеть:

практическими экспериментальными навыками по изучению особых свойств дисперсных систем, по использованию простейших физических приборов для этой цели.

Должен демонстрировать способность и готовность:

решать различные проблем науки, техники и промышленности, сельского хозяйства

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.10 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника (Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 124 часа(ов), в том числе лекции - 60 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 26 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 2 часа(ов).

Самостоятельная работа - 74 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре; экзамен в 6 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение. Развитие коллоидной химии. Значение коллоидной химии для современного мира. Свойства коллоидных систем. Различные классификации дисперсных систем. Растворы ВМС.	5	1	0	1	0	0	0	2
2.	Тема 2. Поверхностные явления. Адсорбция. Поверхностное натяжение. Смачивание. Флотация.	5	1	0	1	0	0	0	2
3.	Тема 3. Самопроизвольные процессы на границе раздела фаз. Адсорбционные теории и уравнения. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.	5	2	0	1	0	0	0	2
4.	Тема 4. Понятие о физической адсорбции и хемосорбции. Адсорбция электролитов на твердом адсорбенте. Ионообменники.	5	2	0	1	0	0	0	2
5.	Тема 5. Электрические свойства дисперсных систем. Строение двойного электрического слоя. Значение и практическое использование электрокинетических явлений.	5	2	0	1	0	0	0	2
6.	Тема 6. Влияние электролитов на электрокинетический потенциал. Строение мицелл. Амфолиты	5	2	0	1	0	0	0	2
7.	Тема 7. Образование, строение и устойчивость дисперсных систем. Очистка дисперсных систем. Кинетическая и агрегативная устойчивости лиофобных дисперсных систем. Факторы устойчивости.	5	2	0	1	0	0	0	4
8.	Тема 8. Коагуляция. Пептизация. Кинетика коагуляции.	5	2	0	1	0	0	0	2
9.	Тема 9. Золи и суспензии в технологических процессах и в природе. Пены и эмульсии. Аэрозоли. Мыла и моющие средства. Солюбилизация.	5	2	0	1	0	0	0	2
10.	Тема 10. Реологические и структурно-механические свойства дисперсных систем. Ползучесть. Управление структурными и реологическими свойствами дисперсных материалов.	5	2	0	1	0	0	0	2
11.	Тема 11. Оптические свойства коллоидных систем.	5	1	0	1	0	0	0	1
12.	Тема 12. Оптические методы исследования дисперсных систем.	5	1	0	1	0	0	0	1

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
13.	Тема 13. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.	5	1	0	1	0	0	0	1
14.	Тема 14. Седиментационно-диффузионное равновесие.	5	1	0	1	0	0	0	1
15.	Тема 15. 1.Адсорбция ПАВ из растворов на границе раздела фаз вода-воздух. 2.Исследование температурной зависимости поверхностного натяжения жидкостей. 3. Исследование адсорбции ПАВ из растворов на твердой поверхности методом титрования. 4. Исследование адсорбции наночастиц на модифицированной поверхности методом поверхностного плазмонного резонанса.	5	1	0	1	0	0	0	1
16.	Тема 16. 1. Определение изоэлектрической точки белков. 2. Получение коллоидных систем и определение порога коагуляции.	5	1	0	1	0	0	0	4
17.	Тема 17. Базовые понятия коллоидной химии. Положение коллоидной химии нанодисперсных частиц и материалов в ряду других наук	6	6	0	0	0	4	0	6
18.	Тема 18. Основные типы нанодисперсных частиц и материалов. Классификация по химическому и фазовому составу, происхождению (синтетическому, биологическому)	6	6	0	2	0	4	0	6
19.	Тема 19. Физические и физико-химические методы исследования нанодисперсных частиц и материалов	6	6	0	2	0	4	0	6
20.	Тема 20. Физические и физико-химические приборы для изучения нанодисперсных частиц и материалов.	6	4	0	2	0	4	0	6
21.	Тема 21. Способы получения и основные свойства нанодисперсных частиц и материалов: оптические, реологические, молекулярно-кинетические, электрокинетические	6	4	0	2	0	2	0	6
22.	Тема 22. Практическое использование наноматериалов, основанное на их особых свойствах как дисперсных систем	6	4	0	2	0	2	0	5
23.	Тема 23. Построение особых наноархитектур на основе нанодисперсных частиц и материалов	6	4	0	2	0	2	0	5

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
24.	Тема 24. 1. Определение электрокинетического потенциала нанодисперсных частиц методом электрофореза. 2. Исследование электроосмоса через пористую мембрану. 3. Электрокинетического потенциала дисперсных частиц мембраны.	6	0	0	2	0	2	0	5
25.	Тема 25. 1. Определение структурной вязкости растворов желатины. 2. Определение структурной вязкости полимерных нанокомпозитов 3. Седиментационный анализ. Определение распределения частиц 4. Определение концентрации дисперсных частиц в золях канифоли и хлорида серебра с помощью нефелометрии. 5. Определение распределения частиц по размерам методом динамического светорассеяния.	6	0	0	2	0	2	0	4
Итого			58	0	32	0	26	0	80

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### **Тема 1. Введение. Развитие коллоидной химии. Значение коллоидной химии для современного мира. Свойства коллоидных систем. Различные классификации дисперсных систем. Растворы ВМС.**

Содержание, основные задачи и определение коллоидной химии. Основные особенности дисперсных и коллоидных систем. Значение поверхностных явлений в таких системах. Классификация дисперсных систем по размеру частиц, агрегатному состоянию фаз. Характерные особенности лиофильных и лиофобных систем. Растворы ВМС. Краткий исторический обзор развития коллоидной химии и значение коллоидной химии для различных отраслей науки и техники.

##### **Тема 2. Поверхностные явления. Адсорбция. Поверхностное натяжение. Смачивание. Флотация.**

Поверхностные явления и адсорбция. Молекулярные взаимодействия и особые свойства поверхности раздела фаз. Особенности поверхности раздела фаз. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение на границе раздела фаз. Основы термодинамики поверхностных явлений. Поверхностное натяжение на границе раздела двух жидкостей. Правило Антона. Свободная поверхностная энергия твердых тел. Явление смачивания. Краевой угол, работа адгезии, теплота смачивания - количественные характеристики смачивания. Уравнение Юнга - Лапласа. Измерение краевых углов. Избирательное смачивание. Г

##### **Тема 3. Самопроизвольные процессы на границе раздела фаз. Адсорбционные теории и уравнения. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.**

Адсорбционные слои и их влияние на свойства дисперсных систем. Самопроизвольные процессы на границе раздела фаз. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Свойства ПАВ и их классификация (по состоянию в растворах и по механизму действия). Представление о гидрофильно - олеофильном (липофильном) балансе молекул ПАВ (ГОВ или ГЛБ). Уравнение изотермы мономолекулярной адсорбции Ленгмюра.

##### **Тема 4. Понятие о физической адсорбции и хемосорбции. Адсорбция электролитов на твердом адсорбенте. Ионообменники.**

Уравнения двухмерного состояния вещества для малорастворимых ПАВ на поверхности воды. Весы Ленгмюра. Кривая сжатия и строение адсорбционных слоев. Адсорбция газов на твердой поверхности. Понятие о физической адсорбции и хемосорбции. Локализованная адсорбция газов на твердой поверхности по теории Ленгмюра. Потенциальная теория полимолекулярной адсорбции Поляни. Теория БЭТ.

**Тема 5. Электрические свойства дисперсных систем. Строение двойного электрического слоя. Значение и практическое использование электрокинетических явлений.**

Электрические свойства дисперсных систем. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания. Электрокапиллярные явления. Уравнение Липпмана. Двойной электрический слой на границе раздела фаз, причины его возникновения на поверхности частиц в дисперсных системах и на поверхности мембран. Развитие представления о строении двойного электрического слоя: теории Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна. Электрокинетический (дзета-) потенциал.

**Тема 6. Влияние электролитов на электрокинетический потенциал. Строение мицелл. Амфолиты**

Влияние электролитов на электрокинетический потенциал двойного электрического слоя. Индифферентные и неиндифферентные электролиты. Явление неправильных рядов. Перезарядка поверхности. Изменение знака электрокинетического потенциала. Строение мицелл в гидрофобных золях. Амфолиты (белки), изоэлектрическое состояние.

**Тема 7. Образование, строение и устойчивость дисперсных систем. Очистка дисперсных систем.**

**Кинетическая и агрегативная устойчивости лиофобных дисперсных систем. Факторы устойчивости.**

Термодинамические основы устойчивости лиофобных дисперсных систем. Устойчивость кинетическая и агрегативная, факторы устойчивости - стабилизирующее действие двойных диффузных слоев ионов, адсорбционных слоев. Электростатический фактор, Адсорбционно-сольватный фактор, Энтропийный фактор, Структурно-механический фактор, Гидродинамический фактор.

**Тема 8. Коагуляция. Пептизация. Кинетика коагуляции.**

Коагуляция гидрофобных золь электролитами, закономерности коагуляции, правило Шульце-Гарди, явление зон коагуляции. Пептизация. Два варианта завершения коагуляции: разделение фаз и структурообразование. Кинетика коагуляции. Быстрая коагуляция. Медленная коагуляция. Уравнение Смолуховского. Коагуляция смесью электролитов: аддитивность, антагонизм, синергизм.

**Тема 9. Золи и суспензии в технологических процессах и в природе. Пены и эмульсии. Аэрозоли. Мыла и моющие средства. Солюбилизация.**

Устойчивость и коагуляция золь и суспензий в технологических процессах и в природе, использование в процессах водоочистки. Пены и эмульсии. Методы получения, классификация, строение и устойчивость. Роль эмульгатора, обращение фаз эмульсии. Критические эмульсии. Пеногашение, деэмульгирование. Обезвоживание и обессоливание нефтей. Аэрозоли. Условия образования и методы получения. Устойчивость и разрушение аэрозолей в природе и в технике. Лиофильные коллоидные системы.

**Тема 10. Реологические и структурно-механические свойства дисперсных систем. Ползучесть.**

**Управление структурными и реологическими свойствами дисперсных материалов.**

Структурообразование. Реологические и структурно-механические свойства дисперсных систем. Классификация дисперсных систем по способности к структурообразованию, развитие пространственных структур в дисперсных системах. Кристаллизационно-конденсационные и коагуляционные структуры. Природа контактов между элементами структуры.

**Тема 11. Оптические свойства коллоидных систем.**

Оптические свойства коллоидных систем. Рассеяние света в коллоидных системах. Эффект Тиндаля. Уравнение Рэлея и условия его применимости. Поглощение света в дисперсных системах. Окраска коллоидных систем. Индикатриссы светорассеяния. Отличие светорассеяния (опалесценции) от люминесценции. Абсорбция света.

**Тема 12. Оптические методы исследования дисперсных систем.**

Оптические методы исследования дисперсных систем, основанные на рассеянии и поглощении света в дисперсных системах: ультрамикроскопия, нефелометрия, спектрофотометрия, турбидометрия. Двойное лучепреломление в коллоидных системах. Электронная микроскопия в вариантах сканирующая (растровая) и просвечивающая.

**Тема 13. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.**

Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Универсальность молекулярно-кинетических свойств растворов и дисперсных систем. Броуновское движение, средний сдвиг. Диффузия в коллоидных системах, закон Фика. Зависимость коэффициента диффузии от размеров частиц, уравнение Эйнштейна-Смолуховского.

**Тема 14. Седиментационно-диффузионное равновесие.**

Седиментационно-диффузионное равновесие Перрена-Больцмана. Экспериментальное определение числа Авогадро. Седиментация в дисперсных системах, седиментационный анализ. Весы Фигуровского. Кривая осаждения



бидисперсной системы. Кривая осаждения полидисперсной системы. Интегральная или суммарная кривая распределения. Дифференциальная кривая распределения.

**Тема 15. 1.Адсорбция ПАВ из растворов на границе раздела фаз вода-воздух. 2.Исследование температурной зависимости поверхностного натяжения жидкостей. 3. Исследование адсорбции ПАВ из растворов на твердой поверхности методом титрования. 4. Исследование адсорбции наночастиц на модифицированной поверхности методом поверхностного плазмонного резонанса.**

1. Адсорбция ПАВ из растворов на границе раздела фаз вода-воздух. 2. Исследование температурной зависимости поверхностного натяжения жидкостей. 3. Исследование адсорбции ПАВ из растворов на твердой поверхности методом титрования. 4. Исследование адсорбции наночастиц на модифицированной поверхности методом поверхностного плазмонного резонанса.

**Тема 16. 1. Определение изоэлектрической точки белков. 2. Получение коллоидных систем и определение порога коагуляции.**

1. Определение изоэлектрической точки белков. 2. Получение коллоидных систем и определение порога коагуляции. Получение коллоидного раствора канифоли методом замещения растворителя. Получение золя гидрата окиси железа (III) методом гидролиза. Получение золя берлинской лазури. Получение гидрозоля железисто-синеродистой меди.

**Тема 17. Базовые понятия коллоидной химии. Положение коллоидной химии нанодисперсных частиц и материалов в ряду других наук**

Основные определения и объекты исследования коллоидной химии. Понятия: фаза, дисперсность, гетерогенность. Основные подходы и методы для изучения нанодисперсных систем. Роль коллоидной химии наноматериалов для естественнонаучного направления. Практическое применение грубодисперсных систем, систем промежуточной дисперсности и коллоидных систем.

**Тема 18. Основные типы нанодисперсных частиц и материалов. Классификация по химическому и фазовому составу, происхождению (синтетическому, биологическому)**

Основные типы коллоидных наноматериалов: нанопористые структуры, наночастицы, нанотрубки и нановолокна, нанодисперсии (коллоиды), наноструктурированные поверхности и пленки, нанокристаллы и нанокластеры. Классификация по геометрии, химическому и фазовому составу, происхождению (синтетическому, биологическому). Композиционные наноматериалы. Методы расчета пористости коллоидных наноматериалов на основе экспериментальных данных об изотермах адсорбции

**Тема 19. Физические и физико-химические методы исследования нанодисперсных частиц и материалов**

Современные методы исследования нанодисперсных частиц и материалов. Азотная и ртутная порометрия. Вискозиметрия. Оптическая микроскопия и ультрамикроскопия. Турбидиметрия и нефелометрия. Спектрофотометрия в УФ- и видимой области спектра. Флуоресцентная спектрофотометрия. ИК-спектроскопия и микроспектроскопия. Метод нарушенного полного внутреннего отражения. Метод динамического рассеяния света (фотонная корреляционная спектроскопия). Сканирующая зондовая (атомно-силовая) микроскопия. Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия. Рентгеновская порошковая дифрактография. Малоугловая рентгеновская дифрактография. Спектроскопия поверхностного плазмонного резонанса. Измерение электрокинетического потенциала коллоидных наночастиц методом электрофореза и электроосмоса.

**Тема 20. Физические и физико-химические приборы для изучения нанодисперсных частиц и материалов.**

Современные приборы и оборудование для изучения свойств коллоидных наноматериалов. Спектрометр динамического рассеяния света, вискозиметр, азотный и ртутный порозиметры. Оптический микроскоп и ультрамикроскоп. Турбидиметр и нефелометр. Флуоресцентный спектрофотометр. ИК-спектрометр. Сканирующий зондовый (атомно-силовой) микроскоп. Просвечивающий и сканирующий электронные микроскопы. Рентгеновский порошковый дифрактометр. Малоугловой рентгеновский дифрактометр. Спектрометр поверхностного

**Тема 21. Способы получения и основные свойства нанодисперсных частиц и материалов: оптические, реологические, молекулярно-кинетические, электрокинетические**

Практическое применение коллоидных систем в сенсорных системах, в фармацевтике, медицинской диагностике, экологическом мониторинге, в гетерогенном и микрогетерогенном катализе, в косметике и пищевой промышленности, в строительстве. Детектирование белков в водном растворе с применением пленок Лэнгмюра-Блоджетт

**Тема 22. Практическое использование наноматериалов, основанное на их особых свойствах как дисперсных систем**

Диспергационные и конденсационные способы получения коллоидных наноматериалов. Экспериментальные методы получения сферических силикатных наночастиц, фуллерена, углеродных нанотрубок, золотых наночастиц, квантовых точек, нановолокон, пленок Лэнгмюра-Блоджетт. Методы химической модификации коллоидных наноматериалов. Основные свойства коллоидных наноматериалов: оптические, реологические, молекулярно-кинетические, электрокинетические. Релеевское рассеяние света, динамическое рассеяние света, акустическая спектроскопия, линейная и нелинейная реология, диффузия и электрокинетический потенциал коллоидных наноматериалов.

**Тема 23. Построение особых наноархитектур на основе нанодисперсных частиц и материалов**



Способы получения наноархитектур на основе коллоидных наноматериалов. Условия самопроизвольного диспергирования. Двумерные и трехмерные неорганические и органические наноархитектуры. Металлорганические сетчатые структуры. Высокоорганизованные поверхности. Тубулены и фуллерены. Процессы диспергирования и дезагрегации в геологических системах.

**Тема 24. 1. Определение электрокинетического потенциала нанодисперсных частиц методом электрофореза. 2. Исследование электроосмоса через пористую мембрану. 3. Электрокинетического потенциала дисперсных частиц мембраны.**

1. Определение электрокинетического потенциала нанодисперсных частиц методом электрофореза. Вычисление электрофоретической скорости. 2. Исследование электроосмоса через пористую мембрану. Определение электрокинетического потенциала по скорости электроосмотического переноса жидкости. 3. Электрокинетического потенциала дисперсных частиц мембраны.

**Тема 25. 1. Определение структурной вязкости растворов желатины. 2. Определение структурной вязкости полимерных нанокомпозитов 3. Седиментационный анализ. Определение распределения частиц 4. Определение концентрации дисперсных частиц в золях канифоли и хлорида серебра с помощью нефелометрии. 5. Определение распределения частиц по размерам методом динамического светорассеяния.**

1. Определение структурной вязкости растворов желатины. 2. Определение структурной вязкости полимерных нанокомпозитов. 3. Седиментационный анализ. Определение распределения частиц по размерам. 4. Определение концентрации дисперсных частиц в золях канифоли и хлорида серебра с помощью нефелометрии. 5. Определение распределения частиц по размерам методом динамического светорассеяния.

**5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

**6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Вопросы и задачи по курсу - [http://www.unn.ru/books/met\\_files/Zamyshlyayeva.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/Zamyshlyayeva.pdf)

конспект лекций - <http://rudocs.exdat.com/docs/index-516160.html>

презентация лекций и примерные вопросы к контрольным работам - [cheminst.ksu.ru/vvg](http://cheminst.ksu.ru/vvg)

учебники - [http://www.ph4s.ru/book\\_him\\_phys.html](http://www.ph4s.ru/book_him_phys.html)

учебники - [http://window.edu.ru/catalog/resources?p\\_rubr=2.2.74.7.3](http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.74.7.3)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	При изучении и проработке теоретического материала необходимо: <ul style="list-style-type: none"><li>- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;</li><li>- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные литературные источники.</li><li>- ответить на контрольные вопросы.</li></ul>
практические занятия	Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой. При подготовке к практическому занятию необходимо: <ul style="list-style-type: none"><li>- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;</li><li>- изучить материалы практикума по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам;</li><li>- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.</li></ul>

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>Лабораторная работа - это проведение студентами по заданию преподавателя или по инструкции опытов с использованием приборов, применением инструментов и других технических приспособлений, т.е. это изучение каких-либо объектов, явлений с помощью специального оборудования.</p> <p>В ходе лабораторных работ студенты воспринимают и осмысливают новый учебный материал. Практические занятия носят систематический характер, регулярно следуя за каждой лекцией или двумя-тремя лекциями. Лабораторные работы выполняются согласно графику учебного процесса и самостоятельной работы студентов по дисциплинам. При этом соблюдается принцип индивидуального выполнения работ. Каждый студент ведет рабочую тетрадь, оформление которой должно отвечать требованиям, основные из которых следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на титульном листе указывают предмет, курс, группу, подгруппу, фамилию, имя, отчество студента; каждую работу нумеруют в соответствии с методическими указаниями, указывают дату выполнения работы;</li> <li>- полностью записывают название работы, цель и принцип метода, кратко характеризуют ход эксперимента и объект исследования;</li> <li>- при необходимости приводят рисунок установки; результаты опытов фиксируют в виде рисунков с обязательными подписями к ним, а также таблицы или описывают словесно (характер оформления работы обычно указан в методических указаниях к самостоятельным работам);</li> <li>- в конце каждой работы делают вывод или заключение, которые обсуждаются при подведении итогов занятия.</li> </ul> <p>Все первичные записи необходимо делать в тетради по ходу эксперимента.</p> <p>Проведение лабораторных работ включает в себя следующие этапы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- постановку темы занятий и определение задач лабораторной работы;</li> <li>- определение порядка лабораторно-практической работы или отдельных ее этапов;</li> <li>- непосредственное выполнение лабораторной работы студентами и контроль за ходом занятий и соблюдением техники безопасности;</li> <li>- подведение итогов лабораторной работы и формулирование основных выводов.</li> </ul> <p>При подготовке к лабораторным занятиям необходимо заранее изучить методические рекомендации по его проведению.</p> <p>К лабораторным работам студент допускается только после инструктажа по технике безопасности. Положения техники безопасности изложены в инструкциях, которые находятся в лаборатории.</p>
самостоятельная работа	<p>Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к контрольным работам, тестированию, зачету. Она включает проработку лекционного материала - изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу.</p>
зачет	<p>При подготовке к зачету необходимо опираться, прежде всего, на лекции, а также на источники, которые указаны в списке литературы. В каждом билете на зачёте содержится один теоретический вопрос и несколько тестовых заданий. В тестовых заданиях в каждом вопросе имеется 3-4 варианта ответа, из них правильный только один. Если Вам кажется, что правильных ответов больше, выбирайте тот, который, на Ваш взгляд, наиболее правильный.</p>
экзамен	<p>При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции, а также на источники, которые указаны в списке литературы. В каждом билете на экзамене содержится один теоретический вопрос и несколько тестовых заданий. В тестовых заданиях в каждом вопросе - 3-4 варианта ответа, из них правильный только один. Если Вам кажется, что правильных ответов больше, выбирайте тот, который, на Ваш взгляд, наиболее правильный.</p>

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки "Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
*Б1.В.10 Коллоидная химия и физико-химия нанодисперсных частиц*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Гельфман, М. И. Коллоидная химия : учебник для вузов / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. - 9-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 336 с. - ISBN 978-5-507-50362-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/422246> (дата обращения: 23.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии : учебник для вузов / Д. А. Фридрихсберг. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. - 412 с. - ISBN 978-5-507-50506-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/440204> (дата обращения: 23.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Морачевский, А. Г. Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебное пособие / А. Г. Морачевский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 160 с. - ISBN 978-5-8114-1857-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212024> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Волков, В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник / В. А. Волков. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 672 с. - ISBN 978-5-8114-1819-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212069> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Якупов, Т. Р. Физическая и коллоидная химия : учебник для вузов / Т. Р. Якупов, Ф. Ф. Зиннатов, Г. Н. Зайнашева. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 144 с. - ISBN 978-5-8114-7423-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/176871> (дата обращения: 23.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
**Б1.В.10 Коллоидная химия и физико-химия нанодисперсных частиц**

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.