

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 27.06.2022 15:09:54  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0170d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»**

**Инженерная академия**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Строение и химические свойства наночастиц**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МСЧН для направления подготовки/специальности:**

**28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

**Нанотехнологии (совместно с Казахским национальным университетом им. Аль-Фараби)**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2022 г.

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Строение и химические свойства наночастиц» является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области нанотехнологий, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Изучение дисциплины «Строение и химические свойства наночастиц» предусматривает получение знаний о дисперсных системах, свойствах дисперсий, поверхностные явлениях и их влиянии на свойства дисперсий

Предусматривается изучение методов получения дисперсий «сверху/снизу», методов коллоидной химии, устойчивости и коагуляции коллоидов, элементов физико-химии полимеров (в том числе растворов высокомолекулярных соединений) и мицеллярных систем ПАВ (ассоциативных коллоидов).

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Строение и химические свойства наночастиц» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей	ОПК-1.1 Знает основные законы, положения и методы в области естественных наук и математики
		ОПК-1.2 Умеет выявлять естественно-научную сущность проблем в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлений, руководствуясь законами и методами естественных наук и математики
		ОПК-1.3 Владеет инструментами анализа и решения инженерных и научно-технических задач в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлений
ОПК-4	Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	ОПК-4.1 Знает основные подходы к выполнению исследований при решении инженерных и научно-технических задач, знает принципы планирования и постановки сложного эксперимента
		ОПК-4.2 Умеет применять основные подходы на базе последних достижений науки и техники к решению инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента
		ОПК-4.3 Владеет методами для проведения оценки эффективности сложного эксперимента и интерпретации результатов
ПК-2	Готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты	ПК-2.1 Знает методы и подходы разработки методик проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники
		ПК-2.2 Умеет анализировать результаты исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники
ПК-3	Готовность разрабатывать физические и математические	ПК-3.1 Знаком с программным обеспечением для компьютерного моделирования исследуемых физических

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники
		ПК-3.2 Умеет разрабатывать физические и математические модели в области нанотехнологии и микросистемной техники
		ПК-3.3 Владеет навыками компьютерного моделирования исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Строение и химические свойства наночастиц» относится к обязательной части блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Строение и химические свойства наночастиц».

*Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины*

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей	Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники Введение в микро- и наноэлектромеханические системы Квантовая механика в наносистемах Материалы наноструктурных установок Технологическая практика	Научно-исследовательская работа
ОПК-4	Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	Технологическая практика	Научно-исследовательская работа
ПК-2	Готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и	Надежность устройств нанoeлектронной и микросистемной техники	Научно-исследовательская работа Преддипломная практика

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	микросистемной техники, анализировать их результаты		
ПК-3	Готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	Технологии программирования для инновационных производств Квантовая механика в наносистемах	Научно-исследовательская работа Преддипломная практика

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Строение и химические свойства наночастиц» составляет 4 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	51			51	
Лекции (ЛК)	17			17	
Лабораторные работы (ЛР)	-			-	
Практические/семинарские занятия (СЗ)	34			34	
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	57			57	
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	36			36	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	ак.ч.	<b>144</b>		<b>144</b>	
	зач.ед.	<b>4</b>		<b>4</b>	

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Дисперсные системы. Поверхностные явления и их влияние на свойства дисперсий	Тема 1.1. Развитие знаний о дисперсном состоянии вещества. Основные определения. Особенности дисперсного (коллоидного) состояния, проблема стабильности. Классификации дисперсных систем по различным признакам. Обзор классов дисперсных систем. Поверхностная энергия на границах раздела фаз. Адсорбция, адгезия, смачивание. Поверхностно-активные (ПАВ) и поверхностно-инактивные вещества обучения на основе кредитной системы обучения в высшей школе.	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 2. Получение дисперсий «сверху/снизу». Методы коллоидной химии.	Тема 2.1. Классификация методов диагностики и контроля. Взаимодействие электронного пучка с образцом. Электронные микроскопия и спектроскопия. Взаимодействие света с веществом. Эллипсометрия. Сканирующая зондовая микроскопия.	ЛК, СЗ
Раздел 3. Свойства дисперсий	Тема 3.1. Молекулярно-кинетические свойства: осмос, диффузия, броуновское движение частиц. Мембранные процессы (осмос, обратный осмос, диализ, электродиализ, ультрафильтрация) и их практическое значение. Законы светорассеяния и поглощения света в коллоидных системах. Оптические свойства коллоидов. Влияние размера и формы частиц на оптические свойства дисперсий. Оптические методы исследования (нефелометрия, турбидиметрия). Определение размера и электрофоретической подвижности наночастиц методами Dynamic Light Scattering и Laser Doppler Microelectrophoresis. Электрокинетические свойства. Возникновение двойного электрического слоя (ДЭС) на границе фаз. Потенциалы ДЭС. Определение электрокинетического потенциала. Электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации и их практическое значение. Изоэлектрическое состояние.	ЛК, СЗ
Раздел 4. Устойчивость и коагуляция коллоидов	Тема 4.1. Факторы кинетической и агрегативной устойчивости дисперсий. Кинетическая устойчивость дисперсных систем. Методы анализа дисперсности. Взвеси. Коагуляция и её закономерности. Кинетика коагуляции. Теория устойчивости гидрофобных коллоидов ДЛФО. Тиксотропия. Гели гидрофобных золей. Структурно-механический фактор стабилизации дисперсных систем (коллоидная защита). Флокуляция – дестабилизация дисперсий.	ЛК, СЗ
Раздел 5. Элементы физико-химии полимеров: растворы высокомолекулярных соединений (ВМС) как термодинамически равновесные коллоидные системы.	Тема 5.1. Общая характеристика ВМС. Конформация макромолекул. Набухание полимеров. Сравнение свойств растворов ВМС и гидрофобных золей. Особенности диффузии, осмотического давления растворов ВМС. Вязкость растворов ВМС. Оптические свойства. Рассеяние света растворами ВМС. Методы определения молекулярного веса высокомолекулярных соединений (осмометрия, вискозиметрия, светорассеяние). Нарушение устойчивости растворов ВМС (гелеобразование, коацервация, высаливание, денатурация). Биополимеры. Растворы полиамфолитов (белков): изоэлектрическая точка белков. Мембранное равновесие Гиббса-Доннана. Пространственные структуры в дисперсных системах. Основы	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	реологии как науки о прочности структурированных систем. Гели растворов ВМС, общие и специфические свойства. Значение гелей.	
Раздел 6. Мицеллярные системы ПАВ (ассоциативные коллоиды)	Тема 6.1. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Термодинамика мицеллообразования. Критическая концентрация мицеллообразования. Формы мицелл. Солубилизация. Стабилизирующее и моющее действие мыл. Практическое значение мицеллярных систем.	ЛК, СЗ

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве ___ шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Процессы получения наночастиц и наносистем [Текст] : учебно-методическое пособие / Л. М. Гуревич ; Министерство образования и науки Российской

- Федерации, Волгоградский государственный технический университет. - Волгоград : ВолгТУ, 2018. - 81, [2] с. : ил.; 20 см.; ISBN 978-5-9948-3088-8
2. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учебное пособие для вузов / В. И. Старосельский. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 463 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-0808-4; Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/425163>.
  3. Плотников, Г. С. Микроэлектроника: основы молекулярной электроники : учебное пособие для вузов / Г. С. Плотников, В. Б. Зайцев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 166 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-03637-4; Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/438394>

*Дополнительная литература:*

1. Физико-химические основы нанотехнологий [Текст] : учебное пособие / Ю. В. Поленов, М. В. Лукин, Е. В. Егорова ; М-во образования и науки Российской Федерации, Ивановский государственный химико-технологический ун-т. - Иваново : Ивановский государственный химико-технологический ун-т, 2013. - 195 с. : ил.; ISBN 978-5-9616-0473-3
2. Неорганические наноматериалы [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Химическая технология материалов современной энергетики" : электронное издание / Э. Г. Раков. - Москва : Бином. Лаб. знаний, 2013. - 477 с. : ил., табл.; 22 см. - (Нанотехнологии); ISBN 978-5-9963-2108-7
3. Шашок, Ж. С. Применение углеродных наноматериалов в полимерных композициях / Ж. С. Шашок, Н. Р. Прокопчук. – Минск: БГТУ, 2014. – 232 с. – ISBN 978-985-530-317-7.
4. Новоселов К.С. «Графен: материалы Флатландии» (Нобелевская лекция)УФН, т181, №12, с.1129-1311,2011г.
5. Нанотрубки и фуллерены : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 210602 "Наноматериалы" / Э. Г. Раков. - Москва : Физматкнига (ФМ) : Логос (Л), 2006 (Тольятти : ПД Современник). - 374 с. : ил., табл.; 22 см. - (Новая университетская библиотека); ISBN 5-98699-009-9
6. Введение в наноматериаловедение [Текст] : монография / В. И. Кодолов, Н. В. Семакина, В. В. Тринеева ; Министерство образования и науки Российской Федерации ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова". - Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2018. - 473, [1] с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-7526-0792-9
7. Пул-мл Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии изд. 5-е, М.:Техносфера,2010.-336 с.
8. Мартинес-Дуарт Дж. М. и др нанотехнологии для микро-и оптоэлектроники М.:Техносфера, 2009.-368с.
9. Наноматериалы и нанотехнологии: учебное пособие /В.С.Кирчанов; Пермский нац.исслед.политех. ун-т. –Пермь.Изд-во Перм. нац.иссл.политех.ун-та 2016-193с.
10. Введение в химию и физику наноструктур и наноструктурированных материалов : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям "Нанотехнология" и "Наноматериалы" / В. М.

Таланов, Г. П. Ерейская, Ю. И. Юзюк ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Российская акад. естествознания. - Москва : Акад. Естествознания, 2008. - 389 с. : ил., табл.; 30 см.; ISBN 978-5-91327-029-0

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН  
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации  
<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

- РИНЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования  
<https://elibrary.ru/authors.asp>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Строение и химические свойства наночастиц».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Строение и химические свойства наночастиц» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

### **РАЗРАБОТЧИКИ:**

Доцент кафедры нанотехнологий и  
 микросистемной техники

\_\_\_\_\_  
 Должность, БУП



\_\_\_\_\_  
 Подпись

М.О. Макеев

\_\_\_\_\_  
 Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**  
Заведующий кафедрой  
нанотехнологий и микросистемной  
техники

Наименование БУП



Подпись

**С.В. Попов**

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**  
Доцент кафедры нанотехнологий и  
микросистемной техники

Должность, БУП



Подпись

**С.В. Агасиева**

Фамилия И.О.