

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРАХ**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 97,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>1 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Макаров П.Г.
	Идентификатор	R9a51899a-MakarovPG-4f257daf

(подпись)

П.Г. Макаров

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дмитриев А.С.
	Идентификатор	R8d0ce031-DmitriyevAS-aaaaeae2f

(подпись)

А.С. Дмитриев

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пузина Ю.Ю.
	Идентификатор	Re86e9a56-Puzina-4d2acad1

(подпись)

Ю.Ю. Пузина

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение свойств коллоидных растворов, сфер их практического применения, способов их создания, а также освоение физических процессов, происходящих в дисперсных системах при передаче им тепла, внесении их в поле градиента температур, что может наблюдаться как при непосредственном практическом применении, так и при их образовании

### Задачи дисциплины

- изучение классификации дисперсных систем, а также физических свойств коллоидных растворов как класса дисперсных систем;
- освоение сфер практического применения коллоидных растворов, а также случаев, когда самопроизвольное образование дисперсных систем являются нежелательным явлением;
- изучение физических процессов, происходящих в дисперсных системах, содержащих нано- и микроскопические включения, под действием внешнего теплового воздействия;
- освоение методов создания стабильных коллоидных растворов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен анализировать и моделировать физические процессы в элементах энергетического оборудования	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Имеет практические навыки применения измерительных приборов и техники эксперимента, навыки постобработки экспериментальных данных и способен провести анализ погрешностей определяемых величин	знать: - физические свойства коллоидных растворов как класса дисперсных систем.  уметь: - определять параметры коллоидных растворов, необходимые для конкретного случая их практического применения.
ПК-2 Способен применять расчетно-теоретические и экспериментальные методы исследования электромагнитных и теплофизических процессов в низкоразмерных устройствах и материалах	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Способен анализировать механические, электромагнитные и теплофизические свойства в низкоразмерных материалах и устройствах	знать: - теплофизические процессы, характерные для двухфазных дисперсных систем.  уметь: - проводить типовые технологические процессы по созданию коллоидных растворов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать физика (общая)
- знать химия
- знать физико-химия наночастиц и наноматериалов
- знать прикладная физика

- знать тепломассообмен
- знать процессы получения наночастиц и наноматериалов

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Дисперсные системы, дисперсионная среда, дисперсная фаза. Классификация, основные свойства.	36	1	8	4	8	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Дисперсные системы, дисперсионная среда, дисперсная фаза. Классификация, основные свойства."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 7-17 [2], 242-251</p>	
1.1	Дисперсные системы, дисперсионная среда, дисперсная фаза. Классификация, основные свойства.	36		8	4	8	-	-	-	-	-	16	-		
2	Прикладное применение коллоидных растворов. Функциональные покрытия, медицина и биология, нанофотоника, энергетика.	36		8	4	8	-	-	-	-	-	16	-		<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Прикладное применение коллоидных растворов. Функциональные покрытия, медицина и биология, нанофотоника, энергетика."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 328-343</p>
2.1	Прикладное применение коллоидных растворов. Функциональные покрытия, медицина и биология, нанофотоника, энергетика.	36		8	4	8	-	-	-	-	-	16	-		

3	Синтез коллоидных растворов. Методы анализа коллоидных растворов.	36	8	4	8	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Синтез коллоидных растворов. Методы анализа коллоидных растворов." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 20-72, 284-327 [3], 95-129
3.1	Синтез коллоидных растворов. Методы анализа коллоидных растворов.	36	8	4	8	-	-	-	-	-	16	-	
4	Теплоперенос в коллоидных растворах, наножидкостях.	36	8	4	8	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплоперенос в коллоидных растворах, наножидкостях." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 196-209 [4], 453-517 [5], 42-45, 59-89, 495-527
4.1	Теплоперенос в коллоидных растворах, наножидкостях.	36	8	4	8	-	-	-	-	-	16	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	16	32	-	2	-	-	0.5	64	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	16	32	2	-	-	-	0.5	97.5		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Дисперсные системы, дисперсионная среда, дисперсная фаза. Классификация, основные свойства.

1.1. Дисперсные системы, дисперсионная среда, дисперсная фаза. Классификация, основные свойства.

Дисперсные системы, определение. Классификация по размерам частиц.. Дисперсионная среда. Дисперсная фаза.. Агрегатное состояние дисперсных систем. Виды дисперсных систем и их классификация по агрегатному состоянию компонент.. Коллоидные растворы, определение, основные свойства..

#### 2. Прикладное применение коллоидных растворов. Функциональные покрытия, медицина и биология, нанопотоника, энергетика.

2.1. Прикладное применение коллоидных растворов. Функциональные покрытия, медицина и биология, нанопотоника, энергетика.

Области прикладного применения коллоидных растворов. Принтерная печать.. Технологии создания функциональных покрытий. Медицина. Биология. Криминалистика.. Испарительная литография. Гибкая электроника. Фотоника. Энергетика.. Коллоидные растворы как нежелательное явление. Эффект кофейных колец. Подавление возникновения нежелательных отложений..

#### 3. Синтез коллоидных растворов. Методы анализа коллоидных растворов.

3.1. Синтез коллоидных растворов. Методы анализа коллоидных растворов.

Этапы создания коллоидных растворов. Синтез дисперсной фазы: дисперсионные методы, конденсационные методы.. Механические, физические, химические методы синтеза частиц.. Стабилизация коллоидных растворов. Коагуляция, пептизация, диализ. Классификация методов анализа коллоидных растворов.. Химические методы. Оптические методы. Седиментационный анализ. Микроскопия осадений..

#### 4. Теплоперенос в коллоидных растворах, наножидкостях.

4.1. Теплоперенос в коллоидных растворах, наножидкостях.

Классическая теория теплопереноса. Особенности теплофизики наномасштабных объектов.. Основные теплофизические параметры коллоидных растворов. Теплопроводность коллоидных растворов.. Модели, описывающие теплообмен в коллоидных растворах. Конвективный теплообмен в коллоидных растворах. Кипение коллоидных растворов..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию компонентов. Дисперсная фаза, дисперсионная среда;
2. Классификация дисперсных систем по размерам частиц. Определение коллоидных растворов;
3. Области прикладного применения коллоидных растворов. Количественные и качественные параметры;
4. Стабильность коллоидных растворов. Седиментация. Подавление возникновения нежелательных отложений;
5. Условия и этапы получения коллоидных растворов. Коагуляция, стабилизация, диализ коллоидных растворов;
6. Химические методы анализа. Оптические методы анализа. Седиментационный

анализ. Микроскопия осадений.;

7. Основные теплофизические параметры коллоидных растворов. Модели теплообмена в коллоидных растворах;

8. Теплопроводность коллоидных растворов. Конвективный теплообмен в коллоидных растворах.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Изучение процессов формирования золь и коллоидных растворов. Ультразвуковая обработка;

2. Экспериментальное определение параметров, влияющих на скорость седиментации золь;

3. Исследование зависимости коэффициента пропускания коллоидных растворов от их концентрации;

4. Определение влияния температуры подложки на динамику высыхания коллоидных капель.

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Дисперсные системы, дисперсионная среда, дисперсная фаза. Классификация, основные свойства."

2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Прикладное применение коллоидных растворов. Функциональные покрытия, медицина и биология, нанофотоника, энергетика."

3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теплоперенос в коллоидных растворах, наножидкостях."

#### *Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Синтез коллоидных растворов. Методы анализа коллоидных растворов."

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
физические свойства коллоидных растворов как класса дисперсных систем	ИД-1ПК-1	+				Контрольная работа/Виды дисперсных систем. Коллоидные растворы как класс дисперсных систем.
теплофизические процессы, характерные для двухфазных дисперсных систем	ИД-3ПК-2				+	Контрольная работа/Теплообмен в коллоидных растворах
<b>Уметь:</b>						
определять параметры коллоидных растворов, необходимые для конкретного случая их практического применения	ИД-1ПК-1		+			Контрольная работа/Коллоидные растворы в науке и технике
проводить типовые технологические процессы по созданию коллоидных растворов	ИД-3ПК-2			+		Контрольная работа/Преимущества и недостатки различных методов получения и анализа коллоидных систем

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Виды дисперсных систем. Коллоидные растворы как класс дисперсных систем. (Контрольная работа)
2. Коллоидные растворы в науке и технике (Контрольная работа)
3. Преимущества и недостатки различных методов получения и анализа коллоидных систем (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Теплообмен в коллоидных растворах (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №1)

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

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

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э. Л. Дзидзигури . – 2-е изд . – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 . – 365 с. – (Нанотехнологии) . - ISBN 978-5-9963-0345-8 .;
2. Коровин, Н. В. Общая химия : учебник для вузов по техническим направлениям и специальностям / Н. В. Коровин . – 12-е изд., стер . – М. : Высшая школа, 2010 . – 557 с. - ISBN 978-5-06-006140-6 .;
3. Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологии : учебное пособие / В. В. Старостин ; Общ. ред. Л. Н. Патрикеев . – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008 . – 431 с. – (Нанотехнологии) . - ISBN 978-5-947747-27-0 .;
4. Дмитриев, А. С. Введение в нанотеплофизику / А. С. Дмитриев . – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 . – 790 с. – (Нанотехнологии) . - ISBN 978-5-9963-0843-9 .;
5. Коровин Н. В., Кулешов Н. В., Гончарук О. Н., Камышова В. К., Ланская И. И., Мясникова Н. В., Осина М. А., Удрис Е. Я., Яштулов Н. А.- "Общая химия. Теория и задачи", (6-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (492 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/183692>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
14. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
	М-422/4, Учебная лаборатория криофизики	стол, стул, мультимедийный проектор
	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
	М-422/4, Учебная лаборатория криофизики	стол, стул, мультимедийный проектор
	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-425/1, Учебная лаборатория теплофизики наноструктур	стол, лабораторный стенд
Учебные аудитории для проведения промежуточной	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор

аттестации	М-422/4, Учебная лаборатория криофизики	стол, стул, мультимедийный проектор
	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	М-411/1, Компьютерный класс	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Помещения для консультирования	М-423/1, Аудитория каф. "НТ"	стул, стол письменный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-407/1, Кладовая	стеллаж для хранения инвентаря, стеллаж для хранения книг, инвентарь специализированный

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Теплофизические процессы в коллоидных растворах

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Виды дисперсных систем. Коллоидные растворы как класс дисперсных систем.  
(Контрольная работа)
- КМ-2 Коллоидные растворы в науке и технике (Контрольная работа)
- КМ-3 Преимущества и недостатки различных методов получения и анализа коллоидных систем  
(Контрольная работа)
- КМ-4 Теплообмен в коллоидных растворах (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Дисперсные системы, дисперсионная среда, дисперсная фаза. Классификация, основные свойства.					
1.1	Дисперсные системы, дисперсионная среда, дисперсная фаза. Классификация, основные свойства.		+			
2	Прикладное применение коллоидных растворов. Функциональные покрытия, медицина и биология, нанофотоника, энергетика.					
2.1	Прикладное применение коллоидных растворов. Функциональные покрытия, медицина и биология, нанофотоника, энергетика.			+		
3	Синтез коллоидных растворов. Методы анализа коллоидных растворов.					
3.1	Синтез коллоидных растворов. Методы анализа коллоидных растворов.				+	
4	Теплоперенос в коллоидных растворах, наножидкостях.					
4.1	Теплоперенос в коллоидных растворах, наножидкостях.					+
Вес КМ, %:			20	20	30	30