

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
ФИЛИАЛ МГУ В Г. ДУБНЕ



УТВЕРЖДАЮ  
И.о. директора  
филиала МГУ в г.Дубне  
/ Э.Э. Боос /  
« 14 » 09 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины:**

Физика мягкого конденсированного вещества

---

**Уровень высшего образования:**

Магистратура

---

**Направление подготовки:**

03.04.02 Физика

---

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Физика элементарных частиц

---

**Форма обучения:** Очная форма обучения

---

Дубна 2022 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки программы магистратуры 03.04.02 «Физика».

Год (годы) приема на обучение \_\_\_\_\_

**Авторы–составители:**

1. доктор физ.-мат. наук, Тропин Тимур Васильевич, почасовик МГУ

Руководитель магистерской программы:

Доктор физ.-мат. наук, профессор академик РАН В.А. Матвеев, заведующий кафедрой физического факультета МГУ

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Физика мягкого конденсированного вещества»**

В курсе содержатся базовые знания о современных квантово-теоретических методах, применяемых в физике конденсированного состояния вещества. В рамках курса студенты познакомятся с применением этих методов на примере основных моделей, применяемых для описания мягкого конденсированного вещества и фазовых переходов (переход жидкость-стекло, коллоидные системы, полимеры, жидкие кристаллы).

### **Разделы рабочей программы**

1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО).
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (при наличии)
3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями
4. Формат обучения.
5. Язык обучения.
6. Содержание дисциплины.
7. Объем дисциплины
8. Структурированное по темам (разделам) содержание дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий
9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.
10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).
11. Шкала оценивания.
12. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.
13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.
14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Физика мягкого конденсированного вещества» реализуется на 2-ом курсе в 3-ем семестре магистратуры и входит в состав вариативной части.

## 2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Базовые знания в области общей и теоретической физики в объеме классических университетских курсов

## 3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями

В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<b>МПК-3</b> Способен самостоятельно (или) в составе научного коллектива применять математические методы для исследования физических явлений и процессов в области физики элементарных частиц при решении задач профессиональной деятельности	<b>ИМПК-3.1</b> Знает основные математические методы, применяемые при исследовании в области физики элементарных частиц	<b>З-1</b> Знать: основные понятия и модели в физике мягкого конденсированного вещества <b>У-1</b> Уметь: описывать характерные процессы физики мягкого конденсированного вещества <b>В-1</b> Владеть: дополнительными знаниями разделов математики и физики, достаточными для решения задач физики мягкого конденсированного вещества

2. **Форма обучения:** очная.

3. **Язык обучения:** русский.

4. **Содержание дисциплины**

*Тема 1. Фазовые переходы в мягком конденсированном веществе.*

*Тема 2. Переход жидкость-стекло.*

*Тема 3. Коллоидные системы.*

*Тема 4. Полимеры.*

**7. Объем дисциплины**

НАЗВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	Трудоемкость в зачетных единицах	объем учебной нагрузки в ак. часах					Самостоятельная работа студентов
		Общая трудоемкость	в том числе ауд.занятий			Учебно-практические занятия	
			Общая аудиторная нагрузка	Лекций	Семинаров		
Физика мягкого конденсированного вещества	2	72	36	18	18	36	

**8. Структурированное по темам (разделам) содержание дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий**

Изучение курса «Физика мягкого конденсированного вещества» включает в себя лекции, на которых рассматривается теоретическое содержание курса; семинарские занятия, предусматривающие углубленное изучение и обсуждение вопросов, обозначенных в темах дисциплины; самостоятельную работу, заключающуюся в подготовке к лекционным и семинарским занятиям. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на семинарских занятиях, по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

№ темы	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы					Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
	Всего часов	Лекции	Семинары	Учебно-практические занятия (лабораторные или практические занятия)	Самостоятельная работа	

1	Фазовые переходы в мягком конденсированном веществе	10	2	2		6	Оп
2	Переход жидкость-стекло	14	4	4		6	КР
3	Коллоидные системы	14	4	4		6	КР
4	Полимеры	14	4	4		6	Оп
5	Жидкие кристаллы	14	4	4		6	Оп
	Промежуточная аттестация	6				6	экзамен
<b>ИТОГО:</b>		<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>36</b>	

ДЗ- домашнее задание, Оп- опрос, КР- контрольная работа, Т- тестирование, Реф - реферат

### 9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

Текущий контроль по дисциплине «Физика мягкого конденсированного вещества» осуществляется на лекциях и семинарских занятиях и заключается в оценке активности и качества участия в опросах и собеседованиях по проблемам, изучаемых в рамках тем лекционных занятий, аргументированности позиции; оценивается широта используемых теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физика мягкого конденсированного вещества» проводится в третьем семестре в форме экзамена.

Результаты сдачи экзамена оцениваются по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

### 10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, представлены в таблице

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<b>Оценочные средства текущего контроля</b>		
Тематический опрос (в форме ответов на вопросы)	Средство контроля, организованное как специальная беседа по тематике предыдущей лекции и рассчитанное на выяснение объема и качества знаний, усвоенных обучающимися по определенному разделу, теме, проблеме.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Собеседование (в форме беседы, дискуссии по теме)	Средство контроля, организованное как свободная беседа, дискуссия по тематике изучаемой дисциплины, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по всем изученным разделам, темам; свободного использования терминологии для аргументированного выражения собственной позиции.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины

Тестирование	Средство контроля, позволяющее получить оценку уровня фактических знаний аспиранта по изученной теме.	Образцы тестов
<b>Оценочные средства промежуточной аттестации</b>		
Письменная работа	Средство, позволяющее оценить сформированность систематических представлений о методах научно-исследовательской деятельности.	Перечень вопросов к экзамену
Собеседование	Средство, позволяющее получить экспертную оценку знаний, умений и навыков по для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной области.	Требования к порядку проведения собеседования

## 11. Шкала оценивания.

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
	2/ неудовлетворительно	3/ удовлетворительно	4/ хорошо	5/ отлично
<b>ЗНАТЬ:</b> основные понятия и модели в физике мягкого конденсированного вещества ИМПК-3.1	Отсутствие знаний основных понятий и моделей в физике мягкого конденсированного вещества	В целом успешные, но не систематические знания основных понятий и моделей в физике мягкого конденсированного вещества	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знания основных понятий и моделей в физике мягкого конденсированного вещества	Успешные и систематические знания основных понятий и моделей в физике мягкого конденсированного вещества
<b>УМЕТЬ:</b> описывать характерные процессы физики мягкого конденсированного вещества ИМПК-3.1	Отсутствие умения описывать характерные процессы физики мягкого конденсированного вещества	В целом успешное, но не систематическое умение описывать характерные процессы физики мягкого конденсированного вещества	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение описывать характерные процессы физики мягкого конденсированного вещества	Успешное и систематическое умение описывать характерные процессы физики мягкого конденсированного вещества
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> дополнительными знаниями разделов математики и физики, достаточными для решения задач физики мягкого конденсированного вещества ИМПК-3.1	Отсутствие/фрагментарное владение дополнительными знаниями разделов математики и физики, достаточными для решения задач физики мягкого конденсированного вещества	В целом успешное, но не систематическое владение дополнительными знаниями разделов математики и физики, достаточными для решения задач физики мягкого конденсированного вещества	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение дополнительными знаниями разделов математики и физики, достаточными для решения задач физики мягкого конденсированного вещества	Успешное и систематическое владение дополнительными знаниями разделов математики и физики, достаточными для решения задач физики мягкого конденсированного вещества

## **12. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.**

### *Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся*

#### **Пример:**

##### Вопросы по теории:

1. Гомогенная нуклеация – основные понятия.
3. Модель идеальной полимерной цепочки.
4. Теория Майера-Заупе

## **13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.**

Экзамен проводится в виде письменной работы с последующим собеседованием по изучаемым темам.

### *Материалы промежуточной аттестации обучающихся*

#### Вопросы к экзамену:

1. Фазовые переходы. Регулярный раствор.
2. Спинодальный распад. Нуклеация.
3. Релаксация переохлажденной жидкости – основные выражения и характерные свойства.
4. Формулы Аррениуса и Фогеля-Фульчера-Таммана. Классификация стеклообразующих систем.
5. Теория Адама-Гиббса стеклования.
6. Микроскопические теории стеклования.
7. Силы взаимодействия коллоидных частиц. Типы коллоидных систем.
8. Теория ДЛФО. Устойчивость коллоидных систем.
9. Кинетическая теория нуклеации и агрегации наночастиц.
10. Строение и классификация полимеров.
11. Статистические модели полимерных цепочек.
12. Идеальная полимерная цепь.
13. Вязкоупругие свойства полимерных расплавов
14. Типы жидких кристаллов
15. Теория Майера-Заупе.
16. Переход в системе идеальных стержней. Теория Онзагера

## **14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы**

#### Основная литература

1. В.Л. Аксенов, Т.В. Тропин, Лекции по теории конденсированного состояния, ФФ МГУ – 2020.
2. Клеман М., Лаврентович О. Д. Основы физики частично упорядоченных сред, М.: ФИЗМАТЛИТ – 2007.

#### Дополнительная литература

1. R.A.L. Jones, Soft Condensed Matter, Oxford UP, 2002.
2. J.N. Israelachvili, Intermolecular and Surface Forces, Academic Press - 2011.



3. А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов, Статистическая физика макромолекул, М.: Наука - 1989.
4. А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов, Полимеры и биополимеры с точки зрения физики, ИД Интеллект - 2010.
5. П. Флори, Статистическая механика цепных молекул, Мир - 1971.
6. Т.В. Тропин, Ю.В.П. Шмельцер, В.Л. Аксенов, Современные аспекты кинетической теории стеклования, Успехи Физических Наук. 186 (2016) 47–73.
7. J.W.P. Schmelzer, I.S. Gutzow “Glasses and the Glass Transition”, Wiley-VCH, Germany - 2011.

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Операционная система Astra Linux ( <https://astralinux.ru/> ) или аналог, с офисным пакетом.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. База данных РИНЦ (российский индекс научного цитирования)  
<http://www.elibrary.ru>

#### **Материально-техническое обеспечение**

В соответствии с требованиями п. 5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки «Физика», курс может быть прочитан в поточной аудитории при наличии: работающих электрических розеток, компьютера, проектора, экрана, учебной доски.