

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра физики фазовых переходов

**Авторы-составители: Петров Данил Александрович
Макаров Дмитрий Владимирович**

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИКА МЯГКИХ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД
Код УМК 74554

Утверждено
Протокол №12
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Физика мягких конденсированных сред

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **03.03.01** Прикладные математика и физика
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Физика мягких конденсированных сред** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.03.01 Прикладные математика и физика (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей

ПК.4 способность применять теорию и методы математики, физики и информатики для построения качественных и количественных моделей

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	03.03.01 Прикладные математика и физика (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	11
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	56
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	88
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Мягкие конденсированные среды.

Что такое мягкие среды? Сложные жидкости. Самоорганизация. Примеры "мягких" материалов: эмульсии, пены, мембраны, магнитные жидкости, полимеры, жидкие кристаллы, гели, коллоиды, пасты, сурфактанты и т.д. Межмолекулярные взаимодействия, силы, характерные энергии и времена, структурная организация, динамика, фазовые переходы, параметры порядка, законы скейлинга, полидисперсность и распределения, вязкоэластичность, временные шкалы.

Мягкие конденсированные среды. Общие сведения. Основные свойства мягких конденсированных сред

Что такое мягкие среды? Сложные жидкости. Самоорганизация. Примеры "мягких" материалов: эмульсии, пены, мембраны, магнитные жидкости, полимеры, жидкие кристаллы, гели, коллоиды, пасты, сурфактанты и т.д. Межмолекулярные взаимодействия, силы, характерные энергии и времена, структурная организация, динамика, фазовые переходы, параметры порядка, законы скейлинга, полидисперсность и распределения, вязкоэластичность, временные шкалы.

Взаимодействия в мягких средах. Силы, энергии, временные масштабы в конденсированных средах

Кулоновские взаимодействия, потенциал Ван-дер-Ваальса, водородная связь, гидрофобные и гидрофильные эффекты, модельные потенциалы взаимодействия, кулоновские взаимодействия, потенциал Леннарда-Джонса, взаимодействие обеднения, дисперсионные взаимодействия.

Вязкое, упругое и вязкоупругое поведение мягких конденсированных сред

Отклик материи на сдвиговое напряжение, Тело Гука и Ньютоновская жидкость, Понимание механического отклика материи на молекулярном уровне, Отклик различных жидкостей на приложенное напряжение.

Жидкости и стекла

Жидкости и стекла. Стеклообразующие системы. Времена релаксации и вязкость. Фазовые переходы в стеклах. Особенности стеклования как динамического перехода. Парадокс Козмана. Теория свободного объема. Теория Адама-Гиббса. Особенности процессов релаксации.

Фазовые переходы

Симметрия и параметры порядка. Фазовые переходы 1 и 2 рода. Феноменологическая теория фазовых переходов. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Теории среднего поля. Энтропийные фазовые переходы. Теория Ландау фазовых переходов. Флуктуации и отклик на внешние поля.

Коллоидные системы

Примеры коллоидных частиц в жидкости. Закон Стокса. Броуновское движение, флуктуационно-диссипативная теорема и уравнение Стокса-Эйнштейна. Силы, действующие между коллоидными частицами. Эффект Казимира. Силы электростатического двойного слоя: уравнение Пуассона-Больцмана и теория Дебая-Хюккеля. Типы коллоидов и их образование. Самоорганизация и фазовое поведение. Заряды и стабилизация. Дефекты структур. Гидродинамические эффекты в коллоидных суспензиях. Характерные времена в динамике коллоидов. Зародышеобразование в коллоидных системах.

Самоорганизация амфифилов

Сурфактанты: определение, приложения, взаимодействия, самоорганизация. Типы амфифилов. Образование мицелл и критическая концентрация. Биологические системы.

Приложения физики мягких конденсированных сред в нанотехнологии

Нано- и микроструктурированные материалы. Композитные материалы.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Ландау, Л.Д. Курс теоретической физики. Статистическая физика : учебное пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — 5-е изд., стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. — 616 с. — ISBN 978-5-9221-0054-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <https://elis.psu.ru/node/619858>
2. Петров Д. А. Физика мягких конденсированных сред. Межчастичные взаимодействия и фазовые переходы:учебное пособие/Д. А. Петров.-Пермь,2019, ISBN 978-5-7944-3392-0.-88.-Библиогр.: с. 87
3. Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы:учебник для химико-технологических специальностей вузов/Ю. Г. Фролов.-Москва:Химия,1982.-400.-Библиогр.: с. 395 (5 назв.). - Предм. указ.: с. 396-400
4. Основы физики макромолекул : учебное пособие / О. В. Борисов, Е. Б. Жулина, А. А. Полоцкий, А. А. Даринский. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2015. — 74 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91543> (дата обращения: 02.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. <https://elis.psu.ru/node/538801>
5. Дегтяренко, Н.Н. Введение в физику неупорядоченных конденсированных систем : учебное пособие / Н.Н. Дегтяренко. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 228 с. — ISBN 978-5-7262-1509-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <https://elis.psu.ru/node/620002>
6. Евстифеев Е. Н. Полимерные нанокпозиционные материалы:Учебное пособие/Евстифеев Е. Н..-Саратов:Ай Пи Эр Медиа,2018, ISBN 978-5-4486-0162-0.-218. <http://www.iprbookshop.ru/72810.html>

Дополнительная:

1. Гросберг А. Ю.,Хохлов А. Р. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики/А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов.-Долгопрудный:Интеллект,2010, ISBN 978-5-91559-087-7.-30412.-Библиогр.: с. 300-303 (55 назв.)
2. Клеман М.,Лаврентович О. Д. Основы физики частично упорядоченных сред: жидкие кристаллы, коллоиды, фрактальные структуры, полимеры и биологические объекты/М. Клеман, О. Д. Лаврентович ; ред.: С. А. Пикин, В. Е. Дмитриенко ; пер. с англ. Е. Б. Логинова [и др.].-Москва:Физматлит,2007, ISBN 978-5-9221-0699-3.-680.-Библиогр. в подстроч. примеч.
3. Румянцев А. В. Введение в физику конденсированного состояния вещества:Учебное пособие/Румянцев А. В..-Калининград:Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта,2012, ISBN 978-5-9971-0221-0.-119. <http://www.iprbookshop.ru/23770>
4. Рамбиди Н. Г. Структура полимеров - от молекул до наноансамблей:[учебное пособие для вузов]/Н. Г. Рамбиди.-Долгопрудный:Интеллект,2009, ISBN 978-5-91559-016-7.-264.-Библиогр. в конце глав

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://www.theoretical-physics.net/0.1/index.html> Справочник по теоретической физике

<http://www.feynmanlectures.caltech.edu> Фейнмановские лекции по физике

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Физика мягких конденсированных сред** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.
- Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения

- приложение, позволяющее просматривать PDF-файлы
- офисный пакет приложений «LibreOffice».

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных и практических занятия занятий требуется аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций требуется аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля требуется аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы студентов требуется аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Физика мягких конденсированных сред**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>ЗНАТЬ: основные представления и понятия физики мягких конденсированных сред; УМЕТЬ: проводить описание физических явлений и процессов с использованием базовых методов физики мягких конденсированных сред, создавать математические модели типовых профессиональных задач; ВЛАДЕТЬ: навыками расчёта макроскопических величин методами физики мягких конденсированных сред;</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные представления и понятия физики мягких конденсированных сред; Не умеет проводить описание физических явлений и процессов с использованием базовых методов физики мягких конденсированных сред, создавать математические модели типовых профессиональных задач; Не владеет навыками расчёта макроскопических величин методами физики мягких конденсированных сред;</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные представления и понятия физики мягких конденсированных сред; Демонстрирует частично сформированное умение проводить описание физических явлений и процессов с использованием базовых методов физики мягких конденсированных сред, создавать математические модели типовых профессиональных задач; Имеет навыки расчёта макроскопических величин методами физики мягких конденсированных сред.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления и понятия физики мягких конденсированных сред; Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, умение проводить описание физических явлений и процессов с использованием базовых методов физики мягких конденсированных сред, создавать математические модели типовых профессиональных задач;</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>В целом сформированные навыки расчёта макроскопических величин методами физики мягких конденсированных сред.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает основные представления и понятия физики мягких конденсированных сред; Умеет проводить описание физических явлений и процессов с использованием базовых методов физики мягких конденсированных сред, создавать математические модели типовых профессиональных задач; Владеет навыками расчёта макроскопических величин методами физики мягких конденсированных сред;</p>
<p>ПК.4 способность применять теорию и методы математики, физики и информатики для построения качественных и количественных моделей</p>	<p>Знать: основные утверждения физики мягких конденсированных сред; Уметь: понимать теоретические представления о явлениях и процессах, происходящих в мягких конденсированных средах; Владеть: основным понятийным аппаратом физики мягких конденсированных сред.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные утверждения физики мягких конденсированных сред; Не умеет понимать теоретические представления о явлениях и процессах, происходящих в мягких конденсированных средах; Не владеет основным понятийным аппаратом физики мягких конденсированных сред.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основных утверждений физики мягких конденсированных сред; Демонстрирует частично сформированное умение понимать теоретические представления о явлениях и процессах, происходящих в мягких конденсированных средах; Имеет навыки владения понятийным аппаратом физики мягких конденсированных сред.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания основных утверждений физики мягких конденсированных сред; Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, умения понимать теоретические представления о явлениях и процессах,</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>происходящих в мягких конденсированных средах; В целом сформированные навыки владения понятийным аппаратом физики мягких конденсированных сред.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает основные утверждения физики мягких конденсированных сред; Умеет понимать теоретические представления о явлениях и процессах, происходящих в мягких конденсированных средах; Владеет основным понятийным аппаратом физики мягких конденсированных сред.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Мягкие конденсированные среды. Общие сведения. Основные свойства мягких конденсированных сред Входное тестирование	Основы классической и квантовой механики, термодинамики и статистической физики, электродинамики и механики сплошных сред
ПК.4 способность применять теорию и методы математики, физики и информатики для построения качественных и количественных моделей ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	Вязкое, упругое и вязкоупругое поведение мягких конденсированных сред Письменное контрольное мероприятие	Кулоновские взаимодействия, потенциал Ван-дер-Ваальса, водородная связь, гидрофобные и гидрофильные эффекты, модельные потенциалы взаимодействия, кулоновские взаимодействия, потенциал Леннарда-Джонса, взаимодействие обеднения, дисперсионные взаимодействия

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>Фазовые переходы Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Симметрия и параметры порядка. Фазовые переходы 1 и 2 рода. Феноменологическая теория фазовых переходов. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Теории среднего поля. Энтропийные фазовые переходы. Теория Ландау фазовых переходов. Флуктуации и отклик на внешние поля</p>
<p>ПК.4 способность применять теорию и методы математики, физики и информатики для построения качественных и количественных моделей</p> <p>ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>Приложения физики мягких конденсированных сред в нанотехнологии Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Нано- и микроструктурированные материалы. Композитные материалы.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Мягкие конденсированные среды. Общие сведения. Основные свойства мягких конденсированных сред

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Решение каждого задания контрольного тестирования оценивается по следующей схеме: верный ответ - 1 балл; неверный ответ - 0 баллов. Всего 6 заданий.	6

Вязкое, упругое и вязкоупругое поведение мягких конденсированных сред

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Ответ на каждое задание контрольной работы оценивается следующим образом: правильный ответ - 1 балл; неправильный ответ - 0 баллов. Всего 30 заданий.	30

Фазовые переходы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Ответ на каждое задание контрольной работы оценивается следующим образом: полный и развернутый ответ, сопровождающийся поясняющими рисунками и графиками - 2 балла; в ответе допущены незначительные ошибки или нет рисунков и графиков - 1 балл. Всего 15 заданий.	30
Ответ на вопрос отсутствует или дан неверно.	0

Приложения физики мягких конденсированных сред в нанотехнологии

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Дан полный и развернутый ответ на вопрос билета. Все выводы формул сопровождаются текстовыми пояснениями. Сделаны поясняющие рисунки и графики.	40
Дан полный ответ на вопрос билета. Допущены небольшие ошибки при выводе формул или есть неточности в пояснениях и определениях, или не сделаны поясняющие рисунки и графики.	32
Раскрыто общее содержание вопроса. Вывод формул не сопровождается пояснениями. Отсутствуют поясняющие графики и рисунки.	20
Содержание вопроса не раскрыто или ответ отсутствует. При выводе формул допущены грубые ошибки. Нет никаких поясняющих рисунков и графиков.	0