

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра физики фазовых переходов

Авторы-составители: **Петров Данил Александрович**

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИКА МЯГКОЙ МАТЕРИИ
Код УМК 95440

Утверждено
Протокол №11
от «07» июня 2021 г.

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Физика мягкой материи

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную 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 мягкой материи** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

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

ПК.1 Способен планировать и проводить теоретические (аналитические и имитационные) исследования и (или) научные эксперименты в избранной предметной области

Индикаторы

ПК.1.1 Применяет фундаментальные понятия, законы и теории современной физики

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.) | 3 |
| Объем дисциплины (ак.час.) | 108 |
| Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе: | 42 |
| Проведение лекционных занятий | 28 |
| Проведение практических занятий, семинаров | 14 |
| Самостоятельная работа (ак.час.) | 66 |
| Формы текущего контроля | Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2) |
| Формы промежуточной аттестации | Зачет (11 триместр) |

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Физика мягкой материи

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 в стеклообразующих жидкостях. Фазовые переходы в стеклах. Особенности стеклования как динамического перехода. Парадокс Каузмана. 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.

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. 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. <https://elis.psu.ru/node/538801>
2. 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. 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>

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 мягкой материи** 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 мягкой материи**

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

ПК.1

Способен планировать и проводить теоретические (аналитические и имитационные) исследования и (или) научные эксперименты в избранной предметной области

| Компетенция (индикатор) | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|--|---|--|
| <p>ПК.1.1 Применяет фундаментальные понятия, законы и теории современной физики</p> | <p>ЗНАТЬ: фундаментальные понятия и законы современной физики мягких конденсированных сред; УМЕТЬ: применять основные теоретические подходы для качественного и количественного описания явлений и процессов в мягких конденсированных средах; ВЛАДЕТЬ: навыками решения задач физики мягких конденсированных сред, используя различные теоретические подходы.</p> | <p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает фундаментальные понятия и законы современной физики мягких конденсированных сред; Не умеет применять основные теоретические подходы для качественного и количественного описания явлений и процессов в мягких конденсированных средах; Не владеет навыками решения задач физики мягких конденсированных сред, используя различные теоретические подходы.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Демонстрирует частично сформированное фундаментальных понятий и законов современной физики мягких конденсированных сред; Демонстрирует частично сформированное умение применять основные теоретические подходы для качественного и количественного описания явлений и процессов в мягких конденсированных средах; Демонстрирует частично сформированное владение навыками решения задач физики мягких конденсированных сред, используя различные теоретические подходы.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание фундаментальных понятий и законов современной физики мягких конденсированных сред; Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение применять основные теоретические подходы</p> |

| Компетенция (индикатор) | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|----------------------------|------------------------------------|---|
| | | <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>для качественного и количественного описания явлений и процессов в мягких конденсированных средах; Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками решения задач физики мягких конденсированных сред, используя различные теоретические подходы.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает фундаментальные понятия и законы современной физики мягких конденсированных сред; Умеет применять основные теоретические подходы для качественного и количественного описания явлений и процессов в мягких конденсированных средах; Владеет навыками решения задач физики мягких конденсированных сред, используя различные теоретические подходы.</p> |

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

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 (индикатор) | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|--|--|---|
| Входной контроль | Взаимодействия в мягких средах. Силы, энергии, временные масштабы в конденсированных средах Входное тестирование | Разделы общей физики: механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм. Основы квантовой механики. Векторный и тензорный анализ. |
| ПК.1.1 Применяет фундаментальные понятия, законы и теории современной физики | 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 |
| ПК.1.1 Применяет фундаментальные понятия, законы и теории современной физики | Фазовые переходы Письменное контрольное мероприятие | Прямая решетка. Обратная решетка и её свойства. Дифракция рентгеновских лучей. Условия дифракции Брэггов и Лауэ, их эквивалентность. Экспериментальные методы изучения дифракции рентгеновских лучей. |

| Компетенция (индикатор) | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|--|---|---|
| ПК.1.1 Применяет фундаментальные понятия, законы и теории современной физики | Коллоидные системы Итоговое контрольное мероприятие | Примеры коллоидных частиц в жидкости. Закон Стокса. Броуновское движение. Силы, действующие между коллоидными частицами. Эффект Казимира. Силы электростатического двойного слоя: уравнение Пуассона-Больцмана и теория Дебая-Хюккеля. Типы коллоидов и их образование. |

Спецификация мероприятий текущего контроля

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

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. | 1 |

Вязкое, упругое и вязкоупругое поведение мягких конденсированных сред

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

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

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

Проходной балл: **15**

| Показатели оценивания | Баллы |
|--|-------|
| Ответ на вопрос контрольной работы: - правильный ответ 1 балл; - неправильное ответ 0 баллов; (Всего 30 заданий) | 1 |

Фазовые переходы

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

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

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

Проходной балл: **15**

| Показатели оценивания | Баллы |
|---|-------|
| Дан полный и развернутый ответ на вопрос. Ответ сопровождается поясняющими рисунками и графиками. (Всего 15 заданий) | 2 |
| При ответе на вопрос допущены незначительные ошибки или не сделаны поясняющие рисунки и графики там, где это требуется. | 1 |

| | |
|--|---|
| Ответ на вопрос отсутствует или дан неверно. | 0 |
|--|---|

Коллоидные системы

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

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

Максимальный балл, выставляемый 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 |