

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра физики фазовых переходов

Авторы-составители: **Макаров Дмитрий Владимирович**

Рабочая программа дисциплины

СИММЕТРИЯ И ДЕФЕКТЫ В ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ

Код УМК 88731

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

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Симметрия и дефекты в жидких кристаллах

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 **Симметрия и дефекты в жидких кристаллах** 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.1 способность применять в своей профессиональной деятельности знания, полученные в области физических и математических дисциплин

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	10
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 (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Симметрия и дефекты в жидких кристаллах

Введение

Проведение входного тестирования по основам молекулярной физики.

Континуальная теория жидких кристаллов

Плотность свободной энергии жидкого кристалла.

Теория Озеена-Франка. Учет дивергентных слагаемых K_{13} , K_{24}

Объемные и поверхностные вклады.

Геометрическая интерпретация деформаций директора: поперечный изгиб (splay), кручение (twist), продольный изгиб (bend), седловидный изгиб (saddle-splay).

Дефекты в жидких кристаллах

Классификация дефектов в жидких кристаллах. Топологический заряд, сила. Индексы Франка.

Осесимметричные дисклинации. Поле искажений вокруг дисклинации.

Энергия дисклинации. Сила взаимодействия клиновых дисклинаций. Электростатическая аналогия.

Перпендикулярные дисклинации.

«Вытекающие» решения.

Линейные поверхностные дисклинации.

Точечные дефекты на свободной границе нематика.

Доменные стенки в магнитном поле.

Визуализация искаженной ориентационной структуры поля директора

Построение векторных линий директора около осесимметричных дисклинаций для топологических зарядов различной силы

Визуализация «вытекающих» решения в цилиндрической области.

Построение поля директора возле линейных поверхностных дисклинаций и точечных дефектов на свободной границе нематика.

3D-построение доменных стенок нематика в магнитном поле.

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. Блинов Л. М. Жидкие кристаллы:структура и свойства/Л. М. Блинов.-Москва:URSS,2013, ISBN 978-5-397-03468-5.-480.-Библиогр. в конце гл.

Дополнительная:

1. 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.
2. Захлевных А. Н. Физика фазовых переходов в жидких кристаллах:учебно-методическое пособие/А. Н. Захлевных.-Пермь,2007, ISBN 5-7944-0891-Х.-127.-Библиогр.: с. 121-126

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://library.psu.ru/node/738> Ресурсы Научной библиотеки ПГНИУ

<https://2012books.lardbucket.org/books/introduction-to-chemistry-general-organic-and-biological/s11-solids-liquids-and-gases.html> “Solids, Liquids, and Gases”

<https://www.ilcsoc.org/> ILCS The International Liquid Crystal Society

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

Образовательный процесс по дисциплине **Симметрия и дефекты в жидких кристаллах** 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 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 компьютерами 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
Симметрия и дефекты в жидких кристаллах**

**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 понятия и методы континуального описания жидкокристаллического состояния; Уметь: применять континуальную теорию жидких кристаллов в конкретных задачах; Владеть: навыками геометрической интерпретации деформаций директора.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия и методы континуального описания жидкокристаллического состояния; Не умеет применять континуальную теорию жидких кристаллов в конкретных задачах; Не владеет навыками геометрической интерпретации деформаций директора.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Демонстрирует частично сформированное знание основных понятий и методов континуального описания жидкокристаллического состояния; Демонстрирует частично сформированное умение применять континуальную теорию жидких кристаллов в конкретных задачах; Демонстрирует частично сформированное владение навыками геометрической интерпретации деформаций директора.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание основных понятий и методов континуального описания жидкокристаллического состояния; Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение применять континуальную теорию жидких кристаллов в конкретных задачах; Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками геометрической интерпретации деформаций директора.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Знает основные понятия и методы континуального описания жидкокристаллического состояния;</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Умеет применять континуальную теорию жидких кристаллов в конкретных задачах; Владеет навыками геометрической интерпретации деформаций директора.</p>
<p>ПК.1 способность применять в своей профессиональной деятельности знания, полученные в области физических и математических дисциплин</p>	<p>Знать: классификацию дефектов в жидких кристаллах, индексы Франка; Уметь: визуализировать решения, описывающие ориентационную структуру жидких кристаллов; Владеть: навыками расчёта искаженных полей директора вокруг линейных и точечных дефектов.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает классификацию дефектов в жидких кристаллах, индексы Франка; Не умеет визуализировать решения, описывающие ориентационную структуру жидких кристаллов; Не владеет навыками расчёта искаженных полей директора вокруг линейных и точечных дефектов.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Демонстрирует частично сформированное знание классификации дефектов в жидких кристаллах, индексов Франка; Демонстрирует частично сформированное умение визуализировать решения, описывающие ориентационную структуру жидких кристаллов; Демонстрирует частично сформированное владение навыками расчёта искаженных полей директора вокруг линейных и точечных дефектов.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание классификации дефектов в жидких кристаллах, индексов Франка; Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение визуализировать решения, описывающие ориентационную структуру жидких кристаллов; Демонстрирует сформированное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками расчёта искаженных полей директора вокруг линейных и точечных дефектов.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает классификацию дефектов в жидких кристаллах, индексы Франка; Умеет визуализировать решения,</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично описывающие ориентационную структуру жидких кристаллов; Владеет навыками расчёта искаженных полей директора вокруг линейных и точечных дефектов.

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	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Введение Входное тестирование	Основы молекулярной физики
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	Континуальная теория жидких кристаллов Письменное контрольное мероприятие	Плотность свободной энергии жидкого кристалла. Теория Озеена-Франка. Учет дивергентных слагаемых K13, K24 Объемные и поверхностные вклады. Геометрическая интерпретация деформаций директора: поперечный изгиб (splay), кручение (twist), продольный изгиб (bend), седловидный изгиб (saddle-splay).
ПК.1 способность применять в своей профессиональной деятельности знания, полученные в области физических и математических дисциплин	Дефекты в жидких кристаллах Письменное контрольное мероприятие	Классификация дефектов в жидких кристаллах. Топологический заряд, сила. Индексы Франка. Осесимметричные дисклинации. Поле искажений вокруг дисклинации. Энергия дисклинации. Сила взаимодействия клиновых дисклинаций. Электростатическая аналогия. Перпендикулярные дисклинации. «Вытекающие» решения. Линейные поверхностные дисклинации. Точечные дефекты на свободной границе нематика. Доменные стенки в магнитном поле.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1 способность применять в своей профессиональной деятельности знания, полученные в области физических и математических дисциплин	Визуализация искаженной ориентационной структуры поля директора Итоговое контрольное мероприятие	Построение векторных линий директора около осесимметричных дисклинаций для топологических зарядов различной силы Визуализация «вытекающих» решения в цилиндрической области. Построение поля директора возле линейных поверхностных дисклинаций и точечных дефектов на свободной границе нематика. 3D-построение доменных стенок нематика в магнитном поле.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Введение

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

Континуальная теория жидких кристаллов

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

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

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

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Решение каждого задания контрольной работы оценивается следующим образом: верный ответ - 2 балла; неполный ответ - 1 балл; неверный ответ - 0 баллов. Всего 15 заданий.	30

Дефекты в жидких кристаллах

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

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

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

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Дан полный ответ на вопрос в билете. Отсутствуют ошибки в формулах и формулировках основных положений. Вывод формул сопровождается соответствующими текстовыми пояснениями.	6

Дан полный ответ на вопрос в билете. Есть незначительные неточности в ряде формулировок.	5
Дан полный ответ на вопрос в билете. Допущены несущественные ошибки в выводе формул, формулировках и определениях или математические выкладки не сопровождаются соответствующими текстовыми пояснениями.	4
Основное содержание ответа на вопросы билета представлено. Есть незначительные ошибки при выводе формул /формулировках/определениях. Математические выкладки не сопровождаются текстовыми пояснениями.	3
Основное содержание вопроса не раскрыто. При выводе формул допущены грубые ошибки	2
Основное содержание вопроса не раскрыто. Отсутствуют основные определения и формулы. В ответе присутствует минимальная (отрывочная) информация, относящаяся к вопросу	1
Нет ответа на вопрос билета или представлен ответ на вопрос другого билета.	0
Здесь указаны критерии получения первичных баллов за контрольное мероприятие. Итоговые баллы в рейтинг по 100-балльной шкале рассчитывает ЕТИС согласно вкладу (30%) контрольного мероприятия в итоговую оценку.	0

Визуализация искаженной ориентационной структуры поля директора

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

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

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

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Практические задания выполнены полностью и без ошибок	40
Практические задания выполнены с небольшими недочетами	30
Выполнено больше половины практических заданий	20
Выполнено меньше половины практических заданий	10
Все задания не выполнены	0