

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский  
(до КФУ)

» 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**

Прикладные вопросы теоретической физики Б1.В.ДВ.11

Направление подготовки: 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль подготовки: Физика и информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Мокшин А.В. , Хуснутдинов Р.М.

**Рецензент(ы):**

Галимзянов Б.Н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Мокшин А. В.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 6162318

Казань  
2018

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Мокшин А.В. кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов научно-педагогическое отделение , Anatolii.Mokshin@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Хуснутдинов Р.М. кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов научно-педагогическое отделение , khrm@mail.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Настоящая дисциплина - 'Прикладные вопросы теоретической физики' - предназначена для студентов, обучающихся по специальности 'Физика с дополнительной специальностью информатика'. Целью курса является ознакомление студентов с актуальными задачами, решением которых занимается современная теоретическая физика.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.11 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 5 курсе, 9 семестр.

Данная дисциплина логичным образом входит блок, объединяющий дисциплины теоретической физики. Для успешного освоения данного курса требуются знания по таким дисциплинам как 'Классическая механика', 'Молекулярная физика', 'Электродинамика и магнетизм', 'Квантовая механика', 'Термодинамика и статистическая физика'. Дисциплина расширяет базовые знания по физике.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции                        | Расшифровка приобретаемой компетенции                                                                                             |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК-6<br>(общекультурные компетенции)    | способностью к самоорганизации и самообразованию                                                                                  |
| ПК-1<br>(профессиональные компетенции)  | готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов |
| ПК-2<br>(профессиональные компетенции)  | способностью использовать современные методы и технологии обучения и диагностики                                                  |
| ПК-6<br>(профессиональные компетенции)  | готовностью к взаимодействию с участниками образовательного процесса                                                              |
| ПК-7<br>(профессиональные компетенции)  | инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности                                                              |
| ПК-10<br>(профессиональные компетенции) | способностью проектировать траектории своего профессионального роста и личностного развития                                       |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

некоторые ключевые задачи, решением которых занимается современная теоретическая физика;

2. должен уметь:

- решать некоторые модельные и типовые задачи;

3. должен владеть:

- навыками работы с современной учебной и научной литературой;

- навыками поиска необходимой научной информации;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к критической оценке актуальности проблем современной физики, к оценке корректности предлагаемых методов для решения таких проблем (задач).

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 9 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля                        | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|----|--------------------------------------------------------|---------|--------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|    |                                                        |         |                    | Лекции                                                            | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 1. | Тема 1. Физика<br>твердого тела                        | 9       | 1-8                | 6                                                                 | 14                      | 0                      |                           |
| 2. | Тема 2. Физика<br>жидкого состояния                    | 9       | 9-13               | 6                                                                 | 14                      | 0                      |                           |
| 3. | Тема 3.<br>Неравновесная<br>статистическая<br>механика | 9       | 14,15              | 2                                                                 | 14                      | 0                      |                           |
|    | Тема . Итоговая<br>форма контроля                      | 9       |                    | 0                                                                 | 0                       | 0                      | Экзамен                   |
|    | Итого                                                  |         |                    | 14                                                                | 42                      | 0                      |                           |

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Физика твердого тела

##### лекционное занятие (6 часа(ов)):

1. Физика конденсированного состояния; 2. Физика кристаллического строения вещества, модели. 3. Строение кристаллических тел. 4. Упругость и пластичность. 5. Аморфные материалы, стекла. 6. Спиновые стекла. 7. Структурные стекла. 8. Бозонный пик. 9. Фазовые переходы и критические явления. 10. Решеточные модели. Модель Изинга. Модель Гейзенберга. Модель Поттса.

### **практическое занятие (14 часа(ов)):**

1. Решение задач на тему "Строение кристаллических тел". 2. Решение задач на тему "Коллективная динамика в твердых телах". 3. Решение задач на тему "Транспортные свойства твердых тел". 4. Решение задач на тему "Колебательная динамика". 5. Решение задач на тему "Упругие свойства твердых тел". 6. Решение задач на тему "Определение уравнения состояния". 7. Решение задач на тему "Термодинамическое интегрирование". 8. Решение задач на тему "Вычисление свободной энергии". 9. Решение задач на тему "Дефекты и дислокации". 10. Решение задач на тему "Спиновые стекла". 11. Решение задач на тему "Модель Изинга". 12. Решение задач на тему "Кристаллизация". 13. Решение задач на тему "Фазовые переходы". 14. Решение задач на тему "Неупорядоченная структура. Морфология. Фракталы".

### **Тема 2. Физика жидкого состояния**

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

1. Общие проблемы физики жидкого состояния. 2. Транспортные свойства в жидкостях. Диффузия, вязкость, теплопроводность. Существующие сложности в описании. 3. Гидродинамика. 4. Соотношения Эйнштейна-Стокса. 5. Одночастичная динамика в неупорядоченных системах (в жидкостях). 6. Коллективная динамика в жидкостях. 7. Вязкоупругая теория жидкого состояния. 8. Обобщенная гидродинамика. 9. Микроскопическая теория простых жидкостей. 10. Проблемы, связанные с описанием структуры жидкостей. 11. Переохлажденные жидкости. 12. Теория связанных мод. 13. Расплавы и металлические стекла. 14. Динамическая неоднородность. 15. Молекулярная динамика в жидкостях.

#### **практическое занятие (14 часа(ов)):**

1. Решение задач на тему "Структурные особенности жидкостей". 2. Решение задач на тему "Самодиффузия в жидкостях". 3. Решение задач на тему "Вязкость в жидкостях". 4. Решение задач на тему "Теплопроводность в жидкостях". 5. Решение задач на тему "Коллективная динамика в жидкостях". 6. Решение задач на тему "Коллективная динамика в плазме". 7. Решение задач на тему "Характеризация спектров рассеяния". 8. Решение задач на тему "Межфазная свободная энергия. Поверхностное натяжение". 9. Решение задач на тему "Динамическая неоднородность". 10. Решение задач на тему "Перколяция. Золь-гель переход". 11. Решение задач на тему "Уравнения Ланжевена". 12. Решение задач на тему "Стохастическая динамика". 13. Решение задач на тему "Функции распределения и корреляционные функции". 14. Решение задач на тему "Законы рассеяния. Правила сумм".

### **Тема 3. Неравновесная статистическая механика**

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

1. Концепция эффективной температуры. 2. Неравновесная статистическая механика. 3. Процессы активационного типа. 4. Теория переходных состояний. 5. Статистическая механика "активных сред".

#### **практическое занятие (14 часа(ов)):**

1. Решение задач на тему "Эффективная температура и эффективная фазовая диаграмма". 2. Решение задач на тему "Статистический оператор Зубарева". 3. Проекционные операторы и формализм Цванцига-Мори. 4. Решение задач на тему "Метод рекуррентных соотношений". 5. Решение задач на тему "Метод перевала". 6. Решение задач на тему "Активационная динамика". 7. Решение задач на тему "Переходные состояния".

## **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

| N  | Раздел Дисциплины                             | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов                                                        | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы                                               |
|----|-----------------------------------------------|---------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Тема 1. Физика твердого тела                  | 9       | 1-8             | Работа с дополнительной литературой. Решение домашних заданий. Разбор решения типовых задач. | 6                      | Опрос. Проверка записей по дополнительным темам. Проверка решения домашних заданий. |
| 2. | Тема 2. Физика жидкого состояния              | 9       | 9-13            | Решение типовых задач, составление конспектов.                                               | 6                      | Опрос. Проверка записей по дополнительным темам. Проверка решения домашних заданий. |
| 3. | Тема 3. Неравновесная статистическая механика | 9       | 14,15           | Работа с дополнительной литературой. Решение домашних заданий. Разбор решения типовых задач. | 4                      | Опрос. Проверка записей по дополнительным темам. Проверка решения домашних заданий. |
|    | Итого                                         |         |                 |                                                                                              | 16                     |                                                                                     |

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Применяемые образовательные методы и формы проведения занятий:

Проведение лекций с использованием презентационного материала. Обсуждение содержания лекций. Устный опрос студентов. Проведение контрольных работ и выполнение заданий по курсу.

Планируется встречи с приглашенными учеными из ведущих отечественных образовательных и научно-исследовательских заведений, где возможно узнать о текущих актуальных научных задачах теоретической физики, о современных тенденциях развития физики.

Предусматривается ознакомления с ключевыми научными результатами, за которые присуждалась Нобелевская премия в области физики.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Физика твердого тела

Опрос. Проверка записей по дополнительным темам. Проверка решения домашних заданий. , примерные вопросы:

Разработка следующих тем "Сверхпроводимость", "Сверхтекучесть", "Ферромагнетизм", "Термоэлектричество", "конденсат Бозе-Эйнштейна", "Теплоемкость твердых тел", "Модели кристаллического состояния", "Нуклеация", "Наноструктурированные материалы", "Композиты".



## **Тема 2. Физика жидкого состояния**

Опрос. Проверка записей по дополнительным темам. Проверка решения домашних заданий.,  
примерные вопросы:

Разработка следующих тем "Жидкие кристаллы", "Квазикристаллы", "Сверхкритический флюид",  
"Броуновское движение и стохастическая динамика", "Уравнение Смолуховского", "Уравнение  
Фоккера-Планка", "Проблема расщепления уравнений Боголюбова", "Смектики, нематики".

## **Тема 3. Неравновесная статистическая механика**

Опрос. Проверка записей по дополнительным темам. Проверка решения домашних заданий.,  
примерные вопросы:

Разработка следующих тем "Методы машинного обучения в решении задач физики",  
"Генетические алгоритмы и дизайн материалов", "Моделирование динамики сложных систем",  
"Моделирование молекулярной динамики", "Монте-Карло-моделирование",  
"Брут-форс-моделирование".

## **Итоговая форма контроля**

экзамен

Примерные вопросы к экзамену:

Примерные вопросы к экзамену:

1. Физика конденсированного состояния. Общие положения, задачи.
2. Физика кристаллического строения вещества, модели.
3. Строение кристаллических тел.
4. Упругость и пластичность.
5. Аморфные материалы, стекла.
6. Спиновые стекла.
7. Структурные стекла.
8. Бозонный пик.
9. Фазовые переходы и критические явления.
10. Решеточные модели. Модель Изинга. Модель Гейзенберга. Модель Поттса.
11. Общие проблемы физики жидкого состояния.
12. Транспортные свойства в жидкостях. Диффузия, вязкость, теплопроводность.  
Существующие сложности в описании.
13. Гидродинамика.
14. Соотношения Эйнштейна-Стокса.
15. Одночастичная динамика в неупорядоченных системах (в жидкостях).
16. Коллективная динамика в жидкостях.
17. Вязкоупругая теория жидкого состояния.
18. Обобщенная гидродинамика.
19. Микроскопическая теория простых жидкостей.
20. Проблемы, связанные с описанием структуры жидкостей.
21. Переохлажденные жидкости.
22. Теория связанных мод.
23. Расплавы и металлические стекла.
24. Динамическая неоднородность.
25. Молекулярная динамика в жидкостях.1
26. Концепция эффективной температуры.
27. Неравновесная статистическая механика.
28. Процессы активационного типа.
29. Теория переходных состояний.





Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Для проведения лекционных занятий необходим учебный класс, оснащенный мультимедийной техникой.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 44.03.05 "Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)" и профилю подготовки Физика и информатика .

Автор(ы):

Мокшин А.В. \_\_\_\_\_

Хуснутдинов Р.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Галимзянов Б.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.