**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Неравновесная статистическая механика II

Non-Equilibrium Statistical Mechanics II

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 003643

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Изучение студентами-магистрантами 1 года обучения, выбравшими для обучения блок дисциплин по выбору «Статистическая физика», перехода к сокращенному описанию неравновесных процессов – метода проектирующих операторов Мори при переходе от микроскопического описания к статистическому и метода Энского-Чепмена при переходе от кинетических уравнений Фоккера-Планка и Больцмана к гидродинамическому описанию.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Знание высшей математики и теоретической физики в объеме учебного плана образовательной программы «Физика» СПбГУ.

**1.3. Перечень результатов обучения (learningoutcomes)**

Овладение студентами-магистрантами метода проекционных операторов Мори для перехода к сокращенному описанию неравновесных процессов и метода Энскога-Чепмена при переходе от кинетического описания к гидродинамическому.

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Консультации – 2 часа  
Экзамен – 2 часа.

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмыучебнойработыинаполняемостьгруппобучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Кодмодулявсоставедисциплины,  практикиит.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объёмактивныхиинтерактивных  формучебныхзанятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические занятия | лабораторныеработы | контрольныеработы | коллоквиумы | текущийконтроль | промежуточная аттестация | итоговаяаттестация | | подруководством преподавателя | вприсутствии преподавателя | сам.раб. сиспользованием  методическихматериалов | текущийконтроль (сам.раб.) | промежуточнаяаттестация (сам.раб.) | итоговаяаттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 2 | 32 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  | |  |  | 35 |  | 37 |  | 4 | 3 |
|  | 2-20 |  | 2-20 |  |  |  |  |  | 2-20 | |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 32 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  | |  |  | 35 |  | 37 |  |  | 3 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п. | | Формы текущего контроля успеваемости | | Виды промежуточной аттестации | | Виды итоговой аттестации  (толькодляпрограммитоговойаттестацииидополнительныхобразовательныхпрограмм) | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | |
| Формаобучения: очная | | | | | | | |
| Семестр 2 |  | |  | экзамен, устно, традиционная форма | По графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

Период обучения (модуль):  **1 год обучения**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий |
| 1 | Уравнение Ланжевена для броуновских частиц, свойства случайной силы. | лекции |
| 2 | Вывод уравнения Фоккера-Планка из уравнения Ланжевена, нахождение решения на кинетической стадии. | лекции |
| 3 | Решение уравнения Фоккера-Планка на гидродинамической стадии методом Энскога-Чепмена. | лекции |
| самост. раб. |
| 4 | Приведение уравнений движения для микроскопических плотностей сохраняющихся величин к форме уравнений Ланжевена | лекции |
| 5 | Уравнения с памятью. Приведение к локальной по времени форме. Частотный подход к их анализу. | лекции |
| 6 | Система уравнений гидродинамики многокомпонентной жидкости при пренебрежении диссипацией. Получение на основе уравнений Мори. | лекции |
| 7 | Учет диссипации в уравнениях гидродинамики | лекции |
| самост. раб. |
| 8 | Возрастание энтропии на гидродинамической стадии | лекции |
| 9 | Асимптотика кинетических ядер на больших временах. Следствия для уравнений гидродинамики. | лекции |
| 10 | Феноменологический вывод уравнения Больцмана, его свойства | лекции |
| самост. раб. |
| 12 | Линеаризованное уравнение Больцмана. Собственные функции и собственные значения линеаризованного оператора столкновений. | лекции |
| самост. раб. |
| 13 | Метод Энскога-Чепмена решения уравнения Больцмана на гидродинамической стадии. | лекции |
| самост. раб. |
| 14 | Экзамен | консультаци |
| аттестация |
| сам.раб. (пром. аттестация) |

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины магистранты должны посещать аудиторные занятия, конспектировать лекции и прочитать методические материалы по теме предстоящей лекции. В ходе лекций и на консультациях студенты могут задать лектору уточняющие вопросы по изложенной теме.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы магистранты должны использовать методические материалы, рекомендованные преподавателем как основная и дополнительная литература.

**3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Текущий контроль не предусмотрен.

На экзамене магистранты получают по 2 вопроса по курсу (см. методические материалы) и в течение 1 часа готовят развернутые устные ответы на полученные вопросы.

После ответа на вопросы билета преподаватель задает несколько дополнительных вопросов, на основании оценки ответов на которые итоговая оценка по предмету может быть повышена или понижена.

Критерии выставления оценок:

Оценка «отлично» ставится за полностью раскрытый теоретический материал и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «хорошо» ставится за изложенный теоретический материал билета (возможно с помощью наводящих подсказок преподавателя).

Оценка «удовлетворительно» ставится за знание основных вопросов по каждой теме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

**3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

Список вопросов к экзамену:

1. Уравнение Ланжевена для броуновских частиц, статистические свойства случайной силы.
2. Вывод уравнения Фоккера-Планка из уравнения Ланжевена.
3. Решение уравнения Фоккера-Планка на кинетической стадии.
4. Решение Уравнения Фоккера-Планка на гидродинамической стадии методом Энскога-Чепмена.
5. Микроскопические выражения для плотностей сохраняющихся величин и их потоков.
6. Приведение уравнений движения для плотностей сохраняющихся величин к форме уравнений Ланжевена (теория Мори).
7. Уравнения с памятью. Приведение к локальной по времени форме. Частотный подход к их анализу.
8. Система уравнений гидродинамики многокомпонентной жидкости при пренебрежении диссипацией, получение на основе уравнений Мори.
9. Учет диссипации в уравнениях гидродинамики.
10. Симметрия кинетических коэффициентов (соотношения Онсагера).
11. Возрастание энтропии на гидродинамической стадии.
12. Асимптотика кинетических ядер на больших временах, следствия для уравнений гидродинамики.
13. Феноменологический вывод уравнения Больцмана.
14. Свойства уравнения Больцмана.
15. Н-теорема Больцмана.
16. Линеаризованное уравнение Больцмана. Собственные функции и собственные значения линеаризованного оператора столкновений.
17. Метод Энскога-Чепмена решения уравнений Больцмана на гидродинамической стадии.

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Оценка обучающимися содержания и качества учебного процесса по дисциплине  осуществляется в установленном в СПбГУ порядке.

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К обучению студентов привлекаются только преподаватели, имеющие ученые степени, активно работающие в различных областях статистической физики и имеющие публикации в центральных отечественных и зарубежных научных журналах.

**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Не предусмотрено

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

В лекционной аудитории: компьютерный видеопроектор, компьютер (стационарный или переносной) с ОС Windows и программой показа презентаций MS PowerPoint или AdobeAcrobat, подключенный к видеопроектору, экран, доска для письма маркерами или мелом.  
Для самостоятельной работы магистрантов не требуется дополнительного оборудования.

**3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

Не предусмотрено

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Не предусмотрено

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Не предусмотрено

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Мелки или маркеры для доски (10 маркеров на курс лекций) и бумага белая А4 для проведения зачета (3 листа на магистранта).

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

Куни Ф.М. Статистическая физика и термодинамика. М.:Наука, 1981.   
Зубарев Д.Н.. Неравновесная статистическая термодинамика. М.:Наука, 1971.  
Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.:Наука, 1986.  
Куни Ф.М., Аджемян Л.Ц. Метод Энскога-Чепмена в теории неравновесных явлений. Учебно-методическое пособие. Издательство СПбГУ, 1998.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

Уленбек Дж., Форд Дж. Лекции по статистической механике. Изд-во "Мир", 1966, М.  
Силин В.П.. Введение в кинетическую теорию газов. «Наука», 1998.  
Хуанг К. Статистическая механика. Изд-во "Мир", 1967, М.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

Интернет

**Раздел 4. Разработчики программы**

Аджемян Лоран Цолакович, доктор физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры статистической физики физического факультета СПбГУ.