

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

Методы теории многочастичных систем

по направлению подготовки

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
«Фундаментальная и прикладная физика»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
О.Н. Чайковская

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 – Способен проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1 – Собирает и анализирует научно-техническую информацию по теме исследования, обобщает научные данные в соответствии с задачами исследования.

ИПК-1.2 – Умеет выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики, извлекать информацию из различных источников, включая периодическую печать и электронные коммуникации, представлять её в понятном виде и эффективно использовать.

ИПК-1.3 – Владеет навыками аналитической переработки информации, проведения исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий, обобщения и представления результатов, полученных в процессе решения задач исследования.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить методы и техники, применяемые в квантовой теории систем многих частиц: метод среднего поля, метод линейного отклика, а также техники, используемые в точно решаемых моделях.

– Научиться применять изученные методы для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 2, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: квантовая механика, методы математической физики, квантовая теория систем многих частиц, статистическая физика.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часа, из которых:

– лекции: 16 ч.;

– практические занятия: 16 ч.;

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Базовые модели

Представление слабой связи. Представление сильной связи. Модель Хаббарда и спиновый гамильтониан Гейзенберга. Динамика кристаллической решетки и фононы

Тема 2. Теория линейного отклика

Формулы Кубо. Магнитная восприимчивость невзаимодействующего электронного газа. Экранировка в электронном газе и осцилляции Фриделя. Плазменные осцилляции

Тема 3. Метод среднего поля

Приближение Хартри-Фока. Фазовые переходы в моделях Гейзенберга и Стонера. Сверхпроводимость и модель БКШ

Тема 4. Точно решаемые модели

Классическая модель Изинга. Квантовая XY-модель. Модель независимых бозонов. Модель Томонаги

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине осуществляется путем контроля посещаемости, а также проверкой индивидуальных домашних работ и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» –

<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен во втором семестре проводится в устной форме по билетам.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=36521>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

1. Динамика одномерной кристаллической решетки
2. Статическая и динамическая магнитная восприимчивость электронного газа
3. Вывод осцилляций Фриделя при нулевой температуре
4. Метод среднего поля для описания ферромагнитных фазовых переходов в диэлектрике и металле
5. Решение классической модели Изинга методом трансфер-матрицы
6. Решение квантовой XY-модели с помощью преобразований Йордана-Вигнера
7. Различные методы решения модели независимых бозонов
8. Решение модели Томонаги

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Fetter A. L. Quantum theory of many-particle systems / A.L. Fetter, J.D. Walecka. – McGraw-Hill Book Company, 1971. – 605 p.
- Negele J. W. Quantum many-particle systems / J.W. Negele, H. Orland. – Westview press, 1998. – 459 p.
- Bruus H. Many-body quantum theory in condensed matter physics / H. Bruus, K. Flensberg. – Oxford University Press, 2004. – 410 p.
- Altland A. Condensed matter field theory / A. Altland, B. Simons. – Cambridge University Press, 2010. – 770 p.
- Nishimori H. Elements of phase transition and critical phenomena / H. Nishimori, O. Ortiz. – Oxford University Press, 2011. – 358 p.
- Mahan G. D. Many-particle physics / G. D. Mahan. – Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2000. – 785 p.

б) дополнительная литература:

- Gruner G. Density waves in solids / G. Gruner. – Addison-Wesley Publishing Company, 1994. – 259 p.
- Baxter R. Exactly solved models in statistical mechanics / R. Baxter. – Academic Press, 1982. – 486 p.

13. Перечень информационных технологий

Не требуется

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Калиниченко Игорь Степанович, к.ф.-м.н., лаборатория теоретической и математической физики, снс; кафедра квантовой теории поля, доцент (совм.)