

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

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Оценочные материалы по дисциплине

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. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

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. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

– индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание (ИПК-1.1, ИПК-1.3)

Домашнее задание состоит из 2 задач на выбор

Примеры задач:

1. Построить гамильтониан, описывающий низкоэнергетические возбуждения в графене
2. Найти закон дисперсии магнонов в одномерной ферромагнитной модели Гейзенберга, используя преобразование Гольштейна-Примакова в пределе большого спина
3. Получить функцию Линдхарда для электронов с эллипсоидальным законом дисперсии
4. Получить экранировку Томаса-Ферми из термодинамических соображений
5. Получить частоту плазменных осцилляций из классических соображений
6. В рамках метода Хартри-Фока описать блоховский фазовый переход
7. Применить метод среднего поля для описания неустойчивости Пайерлса
8. Решить одномерную классическую модель Изинга методом среднего поля. Сравнить с точным решением
9. Найти статсумму лестничной модели Изинга с помощью трансфер-матрицы

Критерии оценивания:

Результаты индивидуального домашнего задания определяются оценками «зачтено» и «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если приведены правильные решения на все выбранные задачи.

Оценка «не зачтено» выставляется в противном случае.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов, проверяющих ИПК-1.2. Ответы на вопросы даются в развернутой форме.

Перечень теоретических вопросов:

1. Модель сильной связи. Функции Ванье. Закон дисперсии в углеродной нанотрубке. Взаимодействие в методе сильной связи
2. Модель Хаббарда. Переход Мотта-Хаббарда. Гамильтониан Гейзенберга как предел модели Хаббарда
3. Динамика одномерной кристаллической решетки. Фононы как коллективные моды. Электрон-фононное взаимодействие
4. Линейный отклик. Вывод основной формулы. Магнитная восприимчивость в электронном газе: статическая методом функции Грина, динамическая методом линейного отклика (при нулевой и конечной температуре)
5. Экранировка в электронном газе при нулевой температуре. Экранировка Томаса-Ферми. Осцилляции Фриделя. Плазменные колебания.
6. Концепция среднего поля. Уравнения самосогласованности. Приближение Хартри-Фока как частный случай метода среднего поля. Хартри-Фок для однородного электронного газа.
7. Метод среднего поля для описания фазовых переходов. Нарушение симметрии и параметры порядка. Ферромагнитный переход в модели Гейзенберга и Стонера
8. Решение классической модели Изинга методом трансфер-матрицы
9. Решение квантовой ХУ-модели с помощью преобразования Йордана-Вигнера
10. Решение задачи Томонаги и бозонизация

Критерии оценивания:

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Текущий контроль не влияет на промежуточную аттестацию.

Оценка «отлично» ставится, если студент изложил содержание вопросов билета без фактических ошибок, смог ответить на уточняющие вопросы по билету, а также ответил на большую часть дополнительных вопросов, выходящих за рамки билета.

Оценка «хорошо» ставится, если студент изложил содержание вопросов билета без фактических ошибок, однако имеет трудности с ответами на уточняющие вопросы по билету или дополнительные вопросы, выходящие за рамки билета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент изложил содержание вопросов билета с ошибками и/или имеет серьезные трудности с ответами на уточняющие и дополнительные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не предоставил ответы на вопросы билета.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Теоретические вопросы (ИПК-1.2):

1. Модель сильной и слабой связи

Ответ должен содержать описание обеих моделей, а также примеры их применения к реальным физическим системам

2. Теория линейного отклика и ее применение к электронному газу

Ответ должен содержать суть метода линейного отклика, границы его применимости, а также эффекты, которые описывает метод в электронном газе: экранировка заряда, осцилляции Фриделя, плазменные колебания

3. Метод среднего поля

Ответ должен содержать формулировку метода среднего поля, границы его применимости. Также ответ должен содержать информацию о двух основных точках приложения метода: к описанию свойств фазы и описанию фазовых переходов, с примерами

4. Точно решаемые задачи в физике конденсированных сред

Ответ должен содержать примеры точно решаемых или квазиточно решаемых задач и методы их решения

Информация о разработчиках

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