

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 02.08.2023 12:37:50

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Методы диаграммной техники и континуального интегрирования

Закреплена за подразделением

Кафедра теоретической физики и квантовых технологий

Направление подготовки

03.04.02 ФИЗИКА

Профиль

Квантовое материаловедение

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 3

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*кфмн, доцент, Родионов Ярослав Игоревич*

Рабочая программа

**Методы диаграммной техники и континуального интегрирования**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.04.02 ФИЗИКА, 03.04.02-МФ3-22-2.plx Квантовое материаловедение, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.04.02 ФИЗИКА, Квантовое материаловедение, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра теоретической физики и квантовых технологий**

Протокол от 22.06.2021 г., №11/21

Руководитель подразделения дфмн, профессор Мухин Сергей Иванович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель дисциплины – научить студентов технике функционального интегрирования для решения прикладных задач теоретической физики конденсированного состояния.
1.2	Задачи дисциплины: научить
1.3	1. основам знаний необходимых для самостоятельного освоения современной научной литературы в области физики конденсированного состояния, в частности, технике интегрирования по траекториям, построению ряда теории возмущений, основам непертурбативных вычислений;
1.4	2. вычислять стандартные наблюдаемые, такие как проводимость и кондактанс;
1.5	3. формализму эффективного потенциала и действия;
1.6	4. работать с типичными статистическими суммами.
1.7	5. Диаграммной технике усреднения по беспорядку.
1.8	6. Работе с типичными квантово-полевыми моделями.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.05
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Квантовая физика твердого тела	
2.1.2	Квантово-механическое моделирование материалов	
2.1.3	Лабораторный практикум по квантовой фотонике и криптографии	
2.1.4	Методы исследования материалов	
2.1.5	Неравновесная квантовая механика одноэлектронных устройств	
2.1.6	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности. Научно-исследовательская практика	
2.1.7	Спектроскопические методы анализа материалов	
2.1.8	Технологии получения материалов	
2.1.9	Введение в современные квантовые технологии ч.1	
2.1.10	Нелинейная физика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

**ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области квантовой физики**

**Знать:**

ПК-1-31 идеологию перенормировок в квантовой теории поля.

ПК-1-32 уравнения Геллмана-Лоу и Каллана-Симанчика

**ОПК-2: Способен в сфере своей профессиональной деятельности осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики, демонстрировать продвинутые навыки работы в лабораториях / мастерских, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы**

**Знать:**

ОПК-2-31 основные техники функционального интеграла в задачах конденсированного состояния

ОПК-2-32 основные методы вычисления бесконечных сумм и произведений

**ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области квантовой физики**

**Уметь:**

ПК-1-У1 Проводить однопетлевые перенормировки

<b>ОПК-2: Способен в сфере своей профессиональной деятельности осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики, демонстрировать продвинутые навыки работы в лабораториях / мастерских, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-2-У4 рассчитывать критические индексы квантово-полевых моделей.
ОПК-2-У1 строить диаграммную технику для типичных квантовых теорий поля.
ОПК-2-У2 Вычислять инстантонные и солитонные вклады
ОПК-2-У3 пользоваться леммой Гельфанда-Яглома для вычисления функциональных детерминантов.
<b>ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области квантовой физики</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 решать уравнения ренорм-группы методом теории возмущений; осуществлять размерную регуляризацию
<b>ОПК-2: Способен в сфере своей профессиональной деятельности осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики, демонстрировать продвинутые навыки работы в лабораториях / мастерских, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-2-В2 Вычислять и регуляризовывать бесконечные суммы и произведения
ОПК-2-В1 Интегрирования по траекториям для расчета наблюдаемых в конденсированных средах.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Понятие функционального интеграла в квантовой механике. Инстантоны</b>							
1.1	Статистическая сумма и распределение Гиббса /Лек/	3	2	ОПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.2	Оператор эволюции в действительном и мнимом времени /Лек/	3	1	ОПК-2-32	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.3	Функции Грина /Лек/	3	1	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.4	Введение источника в действие /Лек/	3	1	ПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.5	Симметрии и мера Хаара /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-2-32	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.6	Дзета функция Римана /Лек/	3	1	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.7	Статистическая сумма для фермионов. Грассмановы переменные. /Пр/	3	2	ОПК-2-У3 ОПК-2-У4 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			

1.8	Преобразование Ларкина-Овчинникова. Вывод наблюдаемых через дифференцирование по источнику. /Пр/	3	1	ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-У3 ОПК-2-У4 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			
	<b>Раздел 2. Понятие функционального интеграла в квантовой теории поля. Построение диаграммной техники.</b>							
2.1	Квантование скалярного поля. Операторы рождения - уничтожения. /Лек/	3	1	ОПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.2	Теорема Нетер /Лек/	3	1	ОПК-2-32 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.3	Интегрирование по полям /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.4	Лемма Гельфанда-Яглома /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-2-32	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.5	Функциональный интеграл при нулевой температуре /Пр/	3	2	ОПК-2-У3 ОПК-2-У4 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
	<b>Раздел 3. Формализм эффективного действия.</b>							
3.1	Уравнение Дайсона и контактные члены /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-2-32	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
3.2	Тождества Уорда /Пр/	3	1	ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-У3 ОПК-2-У4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
3.3	Функциональный детерминант /Пр/	3	1	ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-У3 ОПК-2-У4 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
3.4	Вывод статистической суммы для сигма модели. /Пр/	3	3	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-У2 ОПК-2-У3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
	<b>Раздел 4. Теория линейного отклика.</b>							
4.1	Поляризационный оператор и перенормировка /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-2-32	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
4.2	Вывод уравнения Бете-Солпитера /Лек/	3	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
4.3	Решение уравнения Бете-Солпитера /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-32	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			

	<b>Раздел 5. Усреднение по беспорядку и теория проводимости.</b>							
5.1	Вывод эффективного действия для одноэлектронной системы. /Пр/	3	4	ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-У3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
	<b>Раздел 6. Подготовка к коллоквиуму</b>							
6.1	Освоение учебных материалов по разделам 1-5. Написание отчета по курсовой научно-исследовательской работе (КНИР). /Ср/	3	74	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-У3 ОПК-2-У4 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
	<b>Раздел 7. Коллоквиум</b>							
7.1	Коллоквиум /Пр/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-У3 ОПК-2-У4 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1		КМ1	
	<b>Раздел 8. Контрольная работа</b>							
8.1	Контрольная работа на закрепление материалов по разделам 1-5 /Пр/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1			Р1

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	коллоквиум	ОПК-2-31;ОПК-2-32;ПК-1-31;ПК-1-32	1. Вывод уравнения Гелл-Мана-Лоу для модели Гросса-Невё. 2. Расщепление уровней энергии в двугорбом потенциале. 3. Диаграммная техника для $O(n)$ -симметричной модели. 4. Эффективное действие для модели Матвеева. 5. Решение для осциллятора с частотой зависящей от времени. 6. Расчет времени жизни вакуума в фи-3 теории. 7. Получение инстантонов в действии син-гордона. 8. Инстантоны в двувном потенциале. 9. Расчет голдстоуновских мод. 10. Перенормировка и симметрия

#### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
------------	-----------------	------------------------------------	-------------------

P1	контрольная работа	ОПК-2-31;ОПК-2-32;ОПК-2-У1;ОПК-2-У2;ОПК-2-У3;ОПК-2-У4;ПК-1-У1;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-В1;ОПК-2-В2;ОПК-2-В1	<p>Пример задач для контрольной работы:</p> <p>Задача 1 Рассчитать перенормировку константы связи для нелинейной сигма модели.</p> <p>Задача 2 Написать уравнение Гелл-Манна-Лоу для фи-4 теории.</p> <p>Задача 3 Рассчитать детерминант в задаче о двумном потенциале.</p> <p>Задача 4 Рассчитать статсумму осциллятора с переменной частотой.</p> <p>Перечень тем для коллоквиума: 1. Эффективное действие в модели Коулмена-Вайнберга 2. Модель Гросса-Неве. 3. Уравнение Каллана-Симанчика. 4. Лемма Гельфанда-Яглома. 5. Расщепление уровней в двумном потенциале.</p>
----	--------------------	---	---

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен не предусмотрен

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка	Критерии оценивания на коллоквиуме
5	«Отлично» Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает ответ на каждый теоретический вопрос, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер
4	«Хорошо» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера
3	«Удовлетворительно» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы и допускает ряд неточностей
	Обучающийся фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов, допускает значительные неточности
2	«Неудовлетворительно» Обучающийся не знает ответов на поставленные теоретические вопросы

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Абрикосов А. А., Горьков Л. П., Дзялошинский И. Е.	Методы квантовой теории поля в статистической физике	Электронная библиотека	Москва: Физматгиз, 1962
Л1.2	Пайнс Д., Нозьер Ф., Абрикосов А. А.	Теория квантовых жидкостей: нормальные ферми-жидкости	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1967

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Векилов Ю. Х., Кузьмин Ю. М., Мухин С. И.	Квантовая механика: учеб. пособие для практ. занятий студ. спец. 1105	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.	Т.2: Теория поля	Библиотека МИСиС	, 1988

<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>		
Э1	Курс по теории поля	<a href="https://mipt.ru/online/teorphys/">https://mipt.ru/online/teorphys/</a>
<b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>		
П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr	
П.2	Microsoft Office	
П.3	LMS Canvas	
П.4	Python	
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>		
И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:	
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	
И.3	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):	
И.4	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>	
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>	
И.6	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>	
И.7	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>	

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>		
Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-1003	Учебная аудитория:	доска аудиторная меловая, экран проекционный, проектор, документ камера, панель плазменная Panasonic, стационарные компьютеры 16 шт., пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели
Б-1003	Учебная аудитория:	доска аудиторная меловая, экран проекционный, проектор, документ камера, панель плазменная Panasonic, стационарные компьютеры 16 шт., пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ</b>
<p>Самостоятельная работа обучающихся является формой организации образовательного процесса по дисциплине, стимулирующей активность, самостоятельность и познавательный интерес студентов.</p> <p>Самостоятельная работа обучающихся предусматривает углубленное изучение разделов и тем дисциплины, основных и дополнительных источников учебной и научной литературы, подготовку докладов, выполнение курсовых работ.</p> <p>Материалы докладов, курсовых работ в дальнейшем могут быть использованы при выполнении студенческих научных исследований и стать основой для подготовки выступлений на студенческих научно-практических конференциях, участия в конкурсах.</p> <p>Самостоятельная работа направлена на поиск учебной и научной информации, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, на выработку умений и навыков рациональной организации своей деятельности.</p> <p>Самостоятельная работа включает следующие виды деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку лекционных материалов (конспекты, презентации) и учебной литературы;</li> <li>- поиск (подбор) и обзор научной и учебной литературы с использованием библиотечных и электронных образовательных ресурсов, источников информации в сети «Интернет» по изучаемой теме дисциплины;</li> <li>- освоение материала, предусмотренного для самостоятельного изучения;</li> <li>- подготовка к практическим и семинарским занятиям;</li> <li>- подготовка к коллоквиуму.</li> </ul>