

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1149502	Полевые методы в физике

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Прикладные математика и физика	Код ОП 1. 03.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Прикладные математика и физика	Код направления и уровня подготовки 1. 03.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мазуренко Владимир Гаврилович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической физики и прикладной математики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Полевые методы в физике

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает в себя 2 дисциплины: Квантовая теория магнетизма и Методы функции Грина. В дисциплине "Квантовая теория магнетизма" студенты изучают современные представления о природе магнетизма твердых тел с точки зрения квантовой теории. Осваивают навыки работы с современными теоретическими методами описания свойств систем магнитных моментов, знакомятся с физическими основами экспериментальных методик измерения магнитной восприимчивости и намагниченности. В курсе «Методы функции Грина» рассматриваются функции Грина при нулевой температуре, запаздывающая и опережающая функции Грина. Дается определение функций Грина многочастичной системы. Изучаются функция Грина при конечной температуре и ряды возмущений и диаграммная техника для температурных функций Грина, теория линейного отклика, формулы Кубо, флуктуационно-диссипативная теорема. Определенное внимание уделяется неравновесным функциям Грина. Неравновесная причинная функция Грина: определение. Контурное упорядочение и три дополнительные неравновесные гриновские функции. В практическом аспекте рассматриваются методы квантовой теории поля в сверхпроводимости. В том числе функции Грина сверхпроводника: формализм Намбу-Горькова, матричная структура теории, элементы теории сильной связи, уравнения Горькова для гриновских функций, токопроводящее состояние сверхпроводника, разрушение током сверхпроводимости, Андреевское отражение.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Методы функции Грина	3
2	Квантовая теория магнетизма	3
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Теоретическая физика
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Квантовая теория магнетизма	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	<p>З-1 - Демонстрировать понимание основных закономерностей, законов, теорий математики, их взаимосвязь с другими дисциплинами</p> <p>У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь на знания основных закономерностей, законов, теории математики</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования</p>
	ПК-3 - Способен критически оценивать применимость используемых алгоритмов и методов при исследовании физико-химических свойств новых функциональных материалах	<p>З-2 - Охарактеризовать и соотнести различные методы проведения сравнительного анализа результатов расчетных исследований и экспериментальных работ</p> <p>У-2 - Пользоваться современными методами статистической обработки результатов измерений</p> <p>П-2 - Оформлять документацию для защиты объектов интеллектуальной собственности</p>
Методы функции Грина	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	<p>З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности</p> <p>У-2 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов с использованием знаний фундаментальных разделов естественных наук и объективных законов природы</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и принципов в важнейших практических приложениях</p>

		Д-2 - Демонстрировать осознанную мировоззренческую позицию
	ПК-3 - Способен критически оценивать применимость используемых алгоритмов и методов при исследовании физико-химических свойств новых функциональных материалах	З-1 - Изложить порядок проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ У-1 - Определять оптимальные методы математического моделирования процессов П-1 - Разрабатывать рекомендации по сертификации технических средств (оборудования, алгоритмов, программных продуктов)

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы функции Грина

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мазуренко Владимир Гаврилович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической физики и прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 10 от 11.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Мазуренко Владимир Гаврилович, Профессор, теоретической физики и прикладной математики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основные положения.	Пропагаторы. Интегралы по траектории (функциональные интегралы). Теория возмущений для пропагатора.
P2	Функции Грина при нулевой температуре	Определение функций Грина многочастичной системы. Невозмущенные функции Грина. Аналитические свойства функций Грина. Запаздывающая и опережающая функции Грина. Возбуждения квазичастиц, запаздывающие и опережающие функции Грина. Соотношения Крамерса-Кронига. Функция Грина и наблюдаемые. Теория возмущений: диаграммы Фейнмана. Правила Фейнмана. Теоремы Вика и сокращения. Операции с диаграммами. Собственно-энергетическая функция. Уравнение Дайсона. Перенормировка взаимодействия. Поляризационный оператор. Экранирование кулоновского взаимодействия. Самосогласованная теория возмущений. Многочастичные функции Грина. Вершинная функция.
P3	Функции Грина при конечной температуре	Статистический оператор (матрица плотности). Уравнение Лиувилля. Определение и аналитические свойства гриновских функций. Уравнение Блоха. Температурная (мацубаровская) функция Грина. Ряды возмущений и диаграммная техника для температурных функций Грина.

P4	Теория линейного отклика	Формулы Кубо. Флуктуационно-диссипативная теорема.
P5	. Неравновесные функции Грина.	Неравновесная причинная функция Грина: определение. Контурное упорядочение и три дополнительные неравновесные гриновские функции. Формализм Келдыша. Уравнения Дайсона для неравновесных функций Грина. Квантовое кинетическое уравнение. Приложение: электропроводность квантовых точечных контактов. Метод туннельного гамильтониана.
P6	Методы квантовой теории поля и сверхпроводимость.	Сверхпроводящее состояние. Нестабильность нормального состояния. Гамильтониан спаривания (БКШ). Функции Грина сверхпроводника. Формализм Намбу-Горькова. Матричная структура теории. Элементы теории сильной связи. Уравнения Горькова для гриновских функций. Токопроводящее состояние сверхпроводника. Разрушение током сверхпроводимости. Андреевское отражение.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	Д-2 - Демонстрировать осознанную мировоззренческую позицию

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы функции Грина

Электронные ресурсы (издания)

1. Абрикосов, А. А.; Методы квантовой теории поля в статистической физике; Физматгиз, Москва; 1962; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483334> (Электронное издание)

2. Каданов, Л., Л., Зубарев, Д. Н.; Квантовая статистическая механика: методы функций Грина в теории равновесных и неравновесных процессов; Мир, Москва; 1964; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482827> (Электронное издание)
3. Маттук, Р., Р.; Фейнмановские диаграммы в проблеме многих тел; Мир, Москва; 1969; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483384> (Электронное издание)
4. Балеску, Р., Р.; Равновесная и неравновесная статистическая механика; Мир, Москва; 1978; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495472> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ландау, Л. Д., Питаевский, Л. П.; Теоретическая физика : [учебное пособие для физических специальностей университетов. Т. 10. Физическая кинетика ; Наука, Москва; 1979 (19 экз.)
2. Маттук, Р. Д., Ричард Д., Бонч-Бруевич, В. Л., Краско, Г. Л., Сурис, Р. А.; Фейнмановские диаграммы в проблеме многих тел; Мир, Москва; 1969 (7 экз.)
3. Балеску, Р., Зубарев, Д. Н., Климонтович, Ю. Л.; Равновесная и неравновесная статистическая механика: В 2 т. Т. 1. ; Мир, Москва; 1978 (17 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека

<http://www.gpntb.ru>

2. Российская национальная библиотека

<http://www.rsl.ru>

3. Публичная электронная библиотека

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Электронные образовательные ресурсы

http://study.urfu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=6709

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы функции Грина

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Mathematica 6.0.1 Educational</p> <p>Office Professional 2003 Win32</p> <p>Russian CD-ROM</p>
2	Практические занятия	<p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Mathematica 6.0.1 Educational</p> <p>Office Professional 2003 Win32</p> <p>Russian CD-ROM</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Квантовая теория магнетизма

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Стрельцов Сергей Владимирович	доктор наук, без ученого звания	Доцент	теоретической физики и прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 10 от 11.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Стрельцов Сергей Владимирович, Доцент, теоретической физики и прикладной математики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Что такое магнетизм? История наблюдений, попыток объяснения и использования магнитных явлений. Основные уравнения теории магнетизма. Примеры магнитных полей. Уравнения Максвелла. Симметрия электрического и магнитного поля.
P2	Магнитные моменты и их взаимодействие с магнитными полями	Классическое определение магнитного момента. Переход к квантовомеханическому определению магнитного момента. Магнетон Бора. Спиновый и орбитальный магнитные моменты. Магнитные диполи во внешнем магнитном поле. Сила действующая на магнитный диполь в неоднородном магнитном поле. Эксперимент Штерна-Герлаха. Вращающий момент. Уравнения Ландау-Лифшица. Квантовомеханическое описание спиновой прецессии.
P3	Классификация магнетиков по основным опытным данным	Феноменологическая классификация. Физическая классификация. Основные типы магнитных состояний вещества.
P4	Восприимчивость.	Обобщенная восприимчивость. Соотношение Крамерса-Кронига. Флуктуационно-диссипативная теорема. Теория линейного отклика при определении восприимчивости и проводимости. Статическая восприимчивость взаимодействующих систем. Ферромагнетизм. Антиферромагнетизм. Гелимагнетизм. Ферримагнетизм. Статическая восприимчивость взаимодействующих систем.

		Магнитная анизотропия. Рассмотрение вблизи температуры магнитного перехода. Корреляционная длина.
P5	Базовые модели и приближения теории магнетизма	Модель Изинга. Модель Гейзенберга. Свойства при нулевой температуре и основное состояние Гейзенбергского ферромагнетика. Свойства при нулевой температуре и основное состояние Гейзенбергского ферромагнетика. Поведение Гейзенбергского ферро-магнетика при низких температурах. Спиновые волны. Высокотемпературная восприимчивость. Модель Хаббарда. Переход к модели Гейзенберга. Приближение молекулярного поля. Приближение случайных фаз. Приближение постоянной связи.
P6	Примеси в парамагнитных металлах.	Экспериментальные данные. Теоретический анализ. Образование локализованного момента. РККИ-взаимодействие. Эффект Кондо.
P7	Рассеяние нейтронов	Ядерное рассеяние. Брэгговское рассеяние. Рассеяние на фонах. Магнитное рассеяние. Брэгговское рассеяние. Диффузное рассеяние.
P8	Магнетооптические явления	Феноменологическая теория эффекта Фарадея и эффекта Коттона-Мутона. Микроскопическая теория. Магнетооптические свойства полупроводников и металлов. Фотомагнитный эффект. Рассеяние света на магнитном поле.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-3 - Способен критически оценивать применимость используемых алгоритмов и методов при исследовании физико-химических свойств новых функциональных материалах	У-2 - Пользоваться современными методами статистической обработки результатов измерений

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая теория магнетизма

Электронные ресурсы (издания)

1. Ахиезер, А. И.; Спиновые волны; Наука, Москва; 1967; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477308> (Электронное издание)
2. Эпинус, Ф. У.; Теория электричества и магнетизма; Изд-во Акад. наук СССР, б.м.; 1951; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=255745> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Вонсовский, С. В.; Магнетизм; Наука, Москва; 1984 (11 экз.)
2. Уайт, Р. М.; Квантовая теория магнетизма; Мир, Москва; 1972 (7 экз.)
3. Смарт, Дж., Хозяинов, В. Т., Тябликов, С. В.; Эффективное поле в теории магнетизма; Мир, Москва; 1968 (7 экз.)
4. Маттис, Д. К., Даниель К., Лифшиц, И. М., Каганов, М. И.; Теория магнетизма : введение в изучение кооперативных явлений.; Мир, Москва; 1967 (13 экз.)
5. Тябликов, С. В.; Методы квантовой теории магнетизма; Наука, Москва; 1975 (16 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека

Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

2. Российская национальная библиотека

Режим доступа: <http://www.rsl.ru>

3. Публичная электронная библиотека

Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Библиотека УрФУ

Режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

<http://fizteh.org/> - Официальный сайт физико-технического факультета.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая теория магнетизма

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Mathematica 6.0.1 Educational Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Mathematica 6.0.1 Educational Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM