

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики  
Российской академии наук» (ИПФ РАН)**

УТВЕРЖДАЮ:

Зам. директора по научной работе

\_\_\_\_\_ М.Ю. Глявин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Теория поля вне теории возмущений**

Уровень высшего образования

Подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки / специальность

03.06.01 Физика и астрономия

Направленность образовательной программы

01.04.03 Радиофизика

Квалификация (степень)

Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Форма обучения

очная

Нижний Новгород

20\_\_

## 1. Место и цели дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория поля вне теории возмущений» относится к числу факультативных дисциплин образовательной программы, необязательна для освоения, преподается на первом году обучения во втором семестре.

**Целями освоения дисциплины являются:**

- формирование у аспирантов способности применять технику функций Грина, широко используемой в настоящее время для вычисления неравновесных, транспортных и термодинамических свойств твердых тел;
- формирование у аспирантов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по соответствующим направлениям подготовки.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Таблица 1:

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<b>ОПК-1</b> <i>способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</i> (этап освоения – базовый)	З1 (ОПК-1) Знать принципы применения метода функций Грина в приложении к задачам физики У1 (ОПК-1) Уметь формулировать задачи в рамках профильных физических и математических дисциплин, требующие использования метода функций Грина В1 (ОПК-1) Владеть знаниями, необходимыми для использования метода функций Грина для решения профильных задач физики
<b>ПК-2</b> <i>способность проводить научные исследования и решать научно-исследовательские задачи, соответствующие направленности подготовки, используя специализированные знания в области физики и астрономии, современные методы исследований и информационные технологии, с учетом отечественного и зарубежного опыта</i> (этап освоения – базовый)	З1 (ПК-2) Знать принципы применения метода функций Грина при решении научно-исследовательских задач, соответствующие направленности подготовки. У1 (ПК-2) Уметь использовать полученные знания для решения конкретных научно-исследовательских задач с учетом отечественного и зарубежного опыта. В1 (ПК-2) Владеть навыками решения задач, основанными на полученных в ходе освоения дисциплины знаниях, современных методах исследований и информационных технологий.
<b>УК-5</b> <i>способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</i> (этап освоения – базовый)	З1 (УК-5) Знать возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и целереализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития У1 (УК-5) Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и тенденций развития области профессиональной деятельности; формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей В1 (УК-5) Владеть приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования

### 3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 33 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, в т.ч. мероприятия текущего контроля успеваемости, 1 час мероприятия промежуточной аттестации), 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Таблица 2:

**Структура дисциплины**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					
		из них					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего		
Тема 1. Одночастичная функция Грина	7	3			3	4	
Тема 2. Диаграммы Фейнмана	7	3			3	4	
Тема 3. Приближение Хартри-Фока в формализме функций Грина	8	3			3	5	
Тема 4. Поляризационный оператор	8	4			4	4	
Тема 5. Функции Грина при конечной температуре	9	4			4	5	
Тема 6. Теория сверхпроводимости	8	4			4	4	
Тема 7. Теория линейного отклика	8	4			4	4	
Тема 8. Электрон-фононное взаимодействие	9	4			4	5	
Тема 9. Электроны в случайном потенциале	7	3			3	4	
в т.ч.текущий контроль		4					
Промежуточная аттестация – <b>Зачет</b>			1		1		
<b>Итого</b>		<b>108</b>					

### 4. Образовательные технологии

Основными видами образовательных технологий дисциплины «Метод функций Грина в теории систем многих частиц» являются занятия лекционного типа с применением технологий интерактивного обучения (презентаций), проблемный метод изложения материала, диалоговая форма проведения занятий и самостоятельная работа аспиранта.

### 5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Используются следующие виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки ИПФ РАН, в компьютерном классе с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе аудиторных занятий по данной дисциплине. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, доступные ресурсы в Интернет по тематике курса, а также конспекты и презентации лекций.

## 6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

### 6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), и уровня их сформированности

Описание показателей и критериев оценивания компетенций приведены в приложении 1.

### 6.2. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. Описание шкал оценивания

Для оценивания сформированности компетенций используется промежуточная аттестация в форме зачета. Зачет состоит из индивидуального собеседования и решения практических контрольных заданий. Критерии оценок выполнения задания:

Зачтено	В целом удовлетворительная подготовка, возможно с заметными, но не грубыми ошибками или недочетами. Аспирант дает полный ответ на все теоретические вопросы собеседования, возможно с небольшими неточностями; допускаются негрубые ошибки при ответах на дополнительные вопросы. Полученные ответы отличаются логической последовательностью, достаточной четкостью в выражении мыслей, возможно с не всегда полной обоснованностью выводов.
Не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Аспирант дает ошибочные ответы как на теоретические вопросы, так и на наводящие и дополнительные вопросы преподавателя, что говорит о недостатке знаний по общефизическим и профессиональным дисциплинам, отсутствии умения применять на практике приобретенные навыки.

### 6.3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций.

#### Вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

Для оценки сформированности компетенций ОПК-1, ПК-2, УК-5

1. Метод вторичного квантования. Вырожденный электронный газ со слабым отталкиванием (основное состояние).

2. Представление Гейзенберга, взаимодействия и Шредингера. Оператор эволюции.  $\Psi$ -операторы.

3. Функция Грина (определение). Свойства функции Грина (выражение среднего от операторов с помощью ф-ции Грина). Функция Грина идеального Ферми-газа.

4. Общие свойства функции Грина (представление Лемана).

5. Нахождение функции Грина системы взаимодействующих частиц. Теорема Вика. Теория возмущений для нахождения функции Грина.

6. Диаграммы Фейнмана. Диаграммы Фейнмана в импульсном представлении.

Собственно-энергетическая функция и уравнение Дайсона.

7. Приближение Хартри-Фока в формализме функций Грина. Система взаимодействующих фермионов (экранированное кулоновское отталкивание) в нулевом внешнем поле в приближении Хартри-Фока.

8. Поляризонный оператор. Эффективное взаимодействие для вырожденного Ферми газа высокой плотности.

9. Учет электрон-фононного взаимодействия в формализме функций Грина

10. Использование формализма функций Грина для нахождения изменения спектра электронов и фононов вследствие слабого электрон-фононного взаимодействия.

11. Теория линейного отклика системы. Корреляционная функция плотности и ее связь с поляризонным оператором.

12. Температурные функции Грина (Мацубары). Их свойства.

13. Электроны в случайном потенциале. Усреднение функций Грина по беспорядку. Функция Грина невзаимодействующих электронов в случайном потенциале (самосогласованное борновское приближение).

14. Теория сверхпроводимости в формализме функций Грина. Уравнения Горькова. Уравнения Гинзбурга-Ландау.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1) Теоретическая физика. Том 9. Статистическая физика. Ч.2. Теория конденсированного состояния. Учеб. пособ.: Для вузов. – 5 экз.

### б) дополнительная литература:

1) Абрикосов А.А., Горьков Л.П., Дзялошинский И.Е. Методы квантовой теории поля в статистической физике, М. Физматгиз, 1962. – 2 экз.

2) Маттук Р., Фейнмановские диаграммы в проблеме многих тел, М. Мир, 1969. – 2 экз.

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1) Интернет-ресурсы справочной и математической литературы со свободным или условно-свободным доступом [www.eqworld.ipmnet.ru](http://www.eqworld.ipmnet.ru) , [www.twirpx.com](http://www.twirpx.com)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Специальные помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет";
- Лицензионное программное обеспечение (*Windows, Microsoft Office*);
- Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются (при необходимости) электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия».

Авторы \_\_\_\_\_ Протогенов А. П.

Рецензент \_\_\_\_\_

Программа принята на заседании Ученого совета Отделения физики плазмы и электроники больших мощностей ИПФ РАН, протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.

Ученый секретарь ОФПиЭБМ \_\_\_\_\_ О.С. Моченева

Программа принята на заседании Ученого совета отделения геофизических исследований и Центра гидроакустики ИПФ РАН, протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.

Ученый секретарь ОГИиЦГ \_\_\_\_\_ М.В. Шаталина

Программа принята на заседании Ученого совета отделения нелинейной динамики и оптики ИПФ РАН, протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.

Ученый секретарь ОНД иО \_\_\_\_\_ А.В. Коржиманов

**Карты компетенций, в формировании которых участвует дисциплина**  
**ОПК-1** Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

Индикаторы компетенций	Критерии оценивания результатов обучения	
	Зачтено	Не зачтено
<u>Знания:</u> Знать принципы применения метода функций Грина в приложении к задачам физики	Успешная демонстрация знаний по базовым разделам дисциплины	Отсутствие знаний или фрагментарные знания без положительного результата применения
<u>Умения:</u> Уметь формулировать задачи в рамках профильных физических и математических дисциплин, требующие использования метода функций Грина	Успешная демонстрация умений по базовым разделам дисциплины	Отсутствие умений или фрагментарное присутствие умений без положительного результата
<u>Навыки:</u> Владеть знаниями, необходимыми для использования метода функций Грина для решения профильных задач физики	Успешная демонстрация навыков решения задач на базе полученных в ходе освоения дисциплины знаний	Отсутствие навыков или фрагментарные навыки без положительного результата применения

**ПК-2** Способность проводить научные исследования и решать научно-исследовательские задачи, соответствующие направленности подготовки, используя специализированные знания в области физики и астрономии, современные методы исследований и информационные технологии, с учетом отечественного и зарубежного опыта

Индикаторы компетенций	Критерии оценивания результатов обучения	
	Зачтено	Не зачтено
<u>Знания:</u> Знать принципы применения метода функций Грина при решении научно-исследовательских задач, соответствующие направленности подготовки.	Успешная демонстрация знаний по базовым разделам дисциплины	Отсутствие знаний или фрагментарные знания без положительного результата применения
<u>Умения:</u> Уметь использовать полученные знания для решения конкретных научно-исследовательских задач с учетом отечественного и зарубежного опыта.	Успешная демонстрация умений по базовым разделам дисциплины	Отсутствие умений или фрагментарное присутствие умений без положительного результата
<u>Навыки:</u> Владеть навыками решения задач, основанными на полученных в ходе освоения дисциплины знаниях, современных методах исследований и информационных технологий.	Успешная демонстрация навыков решения задач на базе полученных в ходе освоения дисциплины знаниях	Отсутствие навыков или фрагментарные навыки без положительного результата применения
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	50 – 100%	0 – 50 %

**УК-5** Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личного развития

Индикаторы компетенций	Критерии оценивания результатов обучения	
	Зачтено	Не зачтено
<u>Знания:</u> Знать возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и целереализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития	Успешная демонстрация знаний по базовым разделам дисциплины	Отсутствие знаний или фрагментарные знания без положительного результата применения
<u>Умения:</u> Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и тенденций развития области профессиональной деятельности; формулировать цели профессионального и лично-	Успешная демонстрация умений по базовым разделам дисциплины	Отсутствие умений или фрагментарное присутствие умений без положительного результата

стного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей		
<u>Навыки:</u> Владеть приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования	Успешная демонстрация навыков решения задач на базе полученных в ходе освоения дисциплины знаний	Отсутствие навыков или фрагментарные навыки без положительного результата применения
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	50 – 100%	0 – 50 %