

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
1159243	Специальные главы математики

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Физика высокоэнергетических процессов	Код ОП 1. 14.04.02/33.02
Направление подготовки 1. Ядерные физика и технологии	Код направления и уровня подготовки 1. 14.04.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Байтимиров Дамир Рафисович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Физики высокоэнергетических процессов

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Специальные главы математики

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуле дается строгое и компактное изложение основных задач и методов нелинейной механики, которое отличается от существующих курсов по выбору материала и способу их изложения. Дается элементарное введение в общую теорию интегрируемых систем и теорию солитонов. На примере уравнений движения твердого тела представлен современный алгоритм поиска интегрируемых систем. На примере динамики частиц в решетке Тоды описаны методы обратной задачи рассеяния и обсуждается новый тип локализованных возбуждений – солитонов. Обсуждаются представление Лакса, преобразования Дарбу и Бэклунда, связь обратной задачи рассеяния с задачей Римана. Модуль служит введением в физику реальных кристаллов и включает следующие основные разделы: элементы теории деформационного упрочнения и разрушения металлов и сплавов, методы описания структуры и свойств границ зерен, влияние кристаллической структуры на свойства дислокаций. Детально рассматриваются методы компьютерного моделирования физических процессов в реальных кристаллах.

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 молекулярной динамики	3
2	Теория рассеяния	3
3	Функции Грина	3
ИТОГО по модулю:		9

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Фундаментальные основы ядерных технологий
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
<p>Методы молекулярной динамики</p>	<p>ПК-4 - Способен самостоятельно осваивать и применять современные математические методы исследования, анализа и обработки данных, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру в области ядерной физики и технологий</p>	<p>З-1 - Формулировать научную проблематику в области ядерной физики и технологий</p> <p>З-2 - Характеризовать цели и задачи производимых исследований</p> <p>З-3 - Описывать методы и средства математической обработки результатов расчетных и экспериментальных данных</p> <p>У-1 - Анализировать новую научную проблематику соответствующей области знаний</p> <p>У-2 - Применять методы математической и графической обработки результатов исследования, анализа и обработки данных</p> <p>П-1 - Обоснованно предлагать новые направления исследований и анализа в области ядерной физики и технологий</p> <p>П-2 - Иметь практические навыки экспертной оценки результатов исследовательских работ и применения современных методов исследования</p>
	<p>ПК-6 - Способен применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок</p>	<p>З-1 - Характеризовать методы, средства и практику планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ядерной физики и технологий</p> <p>З-2 - Определять порядок проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p>У-1 - Применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ядерной физики и технологий</p> <p>У-2 - Пользоваться методами учета и оценки погрешностей экспериментальных данных</p> <p>П-1 - Организовать или участвовать в организации внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области ядерной физики и технологий</p>

<p>Теория рассеяния</p>	<p>ПК-4 - Способен самостоятельно осваивать и применять современные математические методы исследования, анализа и обработки данных, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру в области ядерной физики и технологий</p>	<p>З-1 - Формулировать научную проблематику в области ядерной физики и технологий</p> <p>З-2 - Характеризовать цели и задачи производимых исследований</p> <p>З-3 - Описывать методы и средства математической обработки результатов расчетных и экспериментальных данных</p> <p>У-1 - Анализировать новую научную проблематику соответствующей области знаний</p> <p>У-2 - Применять методы математической и графической обработки результатов исследования, анализа и обработки данных</p> <p>П-1 - Обоснованно предлагать новые направления исследований и анализа в области ядерной физики и технологий</p> <p>П-2 - Иметь практические навыки экспертной оценки результатов исследовательских работ и применения современных методов исследования</p>
	<p>ПК-6 - Способен применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок</p>	<p>З-1 - Характеризовать методы, средства и практику планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ядерной физики и технологий</p> <p>З-2 - Определять порядок проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p>У-1 - Применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ядерной физики и технологий</p> <p>У-2 - Пользоваться методами учета и оценки погрешностей экспериментальных данных</p> <p>П-1 - Организовать или участвовать в организации внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области ядерной физики и технологий</p>

Функции Грина	<p>ПК-4 - Способен самостоятельно осваивать и применять современные математические методы исследования, анализа и обработки данных, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру в области ядерной физики и технологий</p>	<p>З-1 - Формулировать научную проблематику в области ядерной физики и технологий</p> <p>З-2 - Характеризовать цели и задачи производимых исследований</p> <p>З-3 - Описывать методы и средства математической обработки результатов расчетных и экспериментальных данных</p> <p>У-1 - Анализировать новую научную проблематику соответствующей области знаний</p> <p>У-2 - Применять методы математической и графической обработки результатов исследования, анализа и обработки данных</p> <p>П-1 - Обоснованно предлагать новые направления исследований и анализа в области ядерной физики и технологий</p> <p>П-2 - Иметь практические навыки экспертной оценки результатов исследовательских работ и применения современных методов исследования</p>
	<p>ПК-6 - Способен применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок</p>	<p>З-1 - Характеризовать методы, средства и практику планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ядерной физики и технологий</p> <p>З-2 - Определять порядок проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p>У-1 - Применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ядерной физики и технологий</p> <p>У-2 - Пользоваться методами учета и оценки погрешностей экспериментальных данных</p> <p>П-1 - Организовать или участвовать в организации внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области ядерной физики и технологий</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы молекулярной динамики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Байтимиров Дамир Рафисович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра физики высокоэнергетиче- ских процессов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Байтимиров Дамир Рафисович, Доцент, Физики высокоэнергетических процессов

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
1	Основная идея метода молекулярной динамики	Основная идея метода, математический аппарат, используемые приближения. Пространственные и временные масштабы метода
2	Потенциалы взаимодействия	Виды потенциалов взаимодействия. Применение потенциалов взаимодействия в зависимости от типа задач
3	Численное интегрирование уравнений движения	Численное интегрирование уравнений движения. Алгоритмы вычисления взаимодействий
4	Учет влияния внешней среды.	Виды термостатов и их применение в зависимости от типа задачи. Термостат Андерсена, Берендсена и др. Виды баростатов. Баростат Берендсена и др..
5	Постановка задачи.	Построение модели молекулярно-динамического расчета. Интерпретация и проверка физичности полученных результатов. Выбор раз-мера системы и количества шагов в зависимости от типа задачи
6	Перспективы развития метода. Обзор программных кодов и баз потенциалов	Обзор бесплатных программных кодов для использования в различных физических и биологических задачах. Базы готовых потенциалов в открытом доступе. Перспективные направления развития метода

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы молекулярной динамики

Электронные ресурсы (издания)

1. Мицель, А. А.; Вычислительные методы : учебное пособие.; Эль Контент, Томск; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480612> (Электронное издание)
2. Крылов, В. И., Ходан, Е. Ю., Шикин, Е. В.; Вычислительные методы; Наука, Москва; 1977; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456989> (Электронное издание)
3. Губина, Т. Н.; Учебно-методическое пособие по дисциплине «Компьютерное моделирование» : учебное пособие.; Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, Елец; 2004; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272142> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Швыдкий, В. С., Дзюзер, В. Я.; Методы численного решения инженерных задач : учеб. пособие для студентов специальностей направления 270100 "Стр-во" всех форм обучения.; АМБ, Екатеринбург; 2010 (10 экз.)
2. Хеерман, Д. В., Дитер В.; Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике Вып. 1. ; Наука, Москва; 1990 (11 экз.)
3. Башкирцева, И. А.; Компьютерное моделирование нелинейной динамики. Непрерывные модели : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 01.03.01 "Математика", 02.03.01 "Математика и компьютерные науки", 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии", 09.03.03 "Прикладная информатика".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).

11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).
20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).

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

1. Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).
2. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).
3. ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
4. Зональная научная библиотека УрФУ (<http://lib.urfu.ru>).
5. Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы молекулярной динамики

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется

		Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория рассеяния

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Байтимиров Дамир Рафисович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра физики высокоэнергетиче- ских процессов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Байтимиров Дамир Рафисович, Доцент, Физики высокоэнергетических процессов

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
1	Общий формализм теории рассеяния	Физическая постановка задачи теории рассеяния. Рассеяние, поглощение и экстинкция. Рассеяние на флуктуациях и частицах, стационарная и временная теория рассеяния. Оператор рассеяния (S -матрица) и его свойства. Общий вид оператора рассеяния. Связь оператора рассеяния и теории подгрупп операторов.
2	Классическая теория рассеяния	Рассеяние классической частицы на препятствии, рассеяние пучков частиц. Основное интегральное уравнение теории рассеяния, уравнение Липпмана-Швингера: рассеяние акустической волны; рассеяние электромагнитной волны, индукционные методы геофизической электроразведки; рассеяние упругих волн, метод динамической сейсморазведки. Множественное рассеяние акустических, упругих и электромагнитных волн: дистанционное зондирование океана и атмосферы; распространение волн в упорядоченных и неупо-

		рядоченных композитах.
3	Нерелятивистская квантовая теория рассеяния	Оператор рассеяния в квантовой механике, его свойства: определение квантово-механического сечения рассеяния; квантово-механическое уравнение Липпмана-Швингера; двухчастичный оператор рассеяния; рассеяние частиц со спином; борновский ряд и борновское приближение; радиальные волновые функции для свободного движения; стационарные состояния, S -матрица для парциальных волн; уравнение Липпмана-Швингера для парциальных волн; понятие о многоканальных процессах, оператор рассеяния в многоканальном случае

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория рассеяния

Электронные ресурсы (издания)

1. , Трусов, П. В.; Введение в математическое моделирование : учебное пособие.; Логос, Москва; 2004; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84691> (Электронное издание)
2. Диков, А. В., Сугробов, Г. В.; Математическое моделирование и численные методы : учебное пособие.; Пензенский государственный педагогический университет (ПГПУ), Пенза; 2000; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=96973> (Электронное издание)
3. Ведринский, Р. В.; Квантовая теория рассеяния : учебник.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240938> (Электронное издание)
4. Сунакава, С., С.; Квантовая теория рассеяния; Мир, Москва; 1979; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495598> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Позднеев, С. А.; Применение квантовой теории рассеяния для расчетов процессов ядерной, атомной и молекулярной физики; ЯНУС-К, Москва; 2001 (5 экз.)
2. Поплавной, А. С.; Квантовая теория рассеяния : (учебное пособие).; [б. и.], Кемерово; 1989 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).
20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).

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

1. Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).
2. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).
3. ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
4. Зональная научная библиотека УрФУ (<http://lib.urfu.ru>).
5. Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория рассеяния

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	
--	--	--	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Функции Грина

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Зверев Владимир Владимирович	доктор физико- математических наук, доцент	Профессор	Кафедра теоретической физики и прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Зверев Владимир Владимирович, 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
1	Основные положения.	Пропагаторы. Интегралы по траектории (функциональные интегралы). Теория возмущений для пропагатора.
2	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
3	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

4	Теория линейного отклика	<p>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.</p> <p>Метод туннельного гамильтониана</p>
5	Методы квантовой теории поля и сверхпроводимость	<p>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</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Функции Грина

Электронные ресурсы (издания)

1. Абрикосов, А. А.; Методы квантовой теории поля в статистической физике; Физматгиз, Москва; 1962; <https://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; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482827> (Электронное издание)
3. Маттук, Р., Р.; Фейнмановские диаграммы в проблеме многих тел; Мир, Москва; 1969; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483384> (Электронное издание)
4. Балеску, Р., Р.; Равновесная и неравновесная статистическая механика : учебное пособие.; Мир, Москва; 1978; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495472> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ландау, Л. Д.; Теоретическая физика : Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов : В 10 т. Т. 5. Статистическая физика, ч.1. - 4-е изд., испр.; Наука, Москва; 1995 (25 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. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).
20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).

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

1. Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).
2. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).

3. ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
4. Зональная научная библиотека УрФУ(<http://lib.urfu.ru>).
5. Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Функции Грина

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется

5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
---	----------------------------------	--	--