

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
1161983	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	Теория магнитных явлений	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 магнитных явлений</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>

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	Физики высокоэнергетиче- ских процессов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 6 от 10.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Байтмиров 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 размера 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., Задков, В. Н., Ахманов, С. А.; Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике; 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

- Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
- Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
- Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
- Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
- Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
- Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
- Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
- Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
- Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
- Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).

Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).

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 Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

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	Физики высокоэнергетиче- ских процессов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 6 от 10.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Байtimiров 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

Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).

Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).

Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).

Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).

Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).

Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).

Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).

Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).

Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).

Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).

Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).

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	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория магнитных явлений

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 № 6 от 10.02.2023 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

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 магнитных явлений

Электронные ресурсы (издания)

1. Ахиезер, А. И.; Спиновые волны; Наука, Москва; 1967; <https://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; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=255745> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Уайт Роберт, М., Либерман, М. А., Боровик-Романов, А. С., Питаевский, Л. П.; Квантовая теория магнетизма; Мир, Москва; 1985 (8 экз.)
2. Смарт, Дж., Хозяинов, В. Т., Тябликов, С. В.; Эффективное поле в теории магнетизма; Мир, Москва; 1968 (7 экз.)
3. Вонсовский, С. В.; Магнетизм; Наука, Москва; 1984 (11 экз.)
4. Тябликов, С. В.; Методы квантовой теории магнетизма; Наука, Москва; 1975 (16 экз.)

5. Маттис, Д. К., Даниель К., Лифшиц, И. М., Каганов, М. И.; Теория магнетизма : введение в изучение кооперативных явлений.; Мир, Москва; 1967 (13 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

Теория магнитных явлений

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 Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Mathematica 6.0.1 Educational Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Подключение к сети Интернет	
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	Mathematica 6.0.1 Educational 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 Доска аудиторная	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM