



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория групп и приложения

Кафедра Общей и теоретической физики, физического факультета

Образовательная программа

03.04.02 Физика

Профили подготовки

Теоретическая и математическая физика

Уровень высшего образования

Магистратура

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: вариативная по выбору

Махачкала 2020г.

Рабочая программа дисциплины «Теория групп и приложений» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика (уровень магистратура) от «28» августа 2015г. № 913.

Разработчик: *кафедра общей и теоретической физики*
Алисултанов З.З., д.ф.-м.н.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры общей и теоретической физики от «21»
января 2020 г., протокол № 5

Зав. кафедрой



Муртазаев А.К.

На заседании Методической комиссии Физического
факультета от «28» июля 2020 г., протокол №6

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-
методическим управлением «26» марта 2020г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Теория групп и приложения» входит в вариативную часть образовательной программы магистратура по направлению 03.04.02 - «Физика», профиль «теоретическая и математическая физика» и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой общей и теоретической физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением методов теории групп в физике, в частности физики твердого тела и физики элементарных частиц. Рассматриваются вопросы симметрии в кристаллических твердых телах, а также в теории квантованных полей.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

- общепрофессиональных - ОПК-1, ОПК-6;
- профессиональных - ПК-1, ПК-7.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия и самостоятельную работу.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольной работы, коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		Всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
1	72	34	16	-	18	-	-	38	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Дать магистру физического факультета по направлению «Физика», профиль «Теоретическая и математическая физика», минимальный материал по применению теории групп к решению задач физики. Эта дисциплина предусматривает знание основ теории групп, которые обучающийся проходит в бакалавриате.

Необходимо формировать у магистров единую, стройную и логически непротиворечивую физическую картину окружающего нас мира, а также микромира.

В рамках единого подхода рассматривать законы сохранения в связи с симметрией физических систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Теория групп и приложений» входит в вариативную часть дисциплины по выбору образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02 - «Физика» и является основополагающей дисциплиной магистратуры вместе с такими дисциплинами как квантовая теория поля, квантовая статистика, квантовая теория твердого тела и точно решаемые модели статистической физики.

Данный курс посвящен приложения теории групп к физике фундаментальных взаимодействий и квантовой теории поля.

Требования к первоначальному уровню подготовки обучающегося для успешного освоения дисциплины.

Уровень «знать»:

- Фундаментальный, структурный и ориентированный подходы и основные понятия теории групп и ее приложений.
- Основные требования в методах, используемых при изучении симметрии физических систем, в том числе в микромире.
- Основные методы теории групп и ее приложений.
- Сущность симметрии в физике и ее связь с теорией групп.

Уровень «уметь»:

- Пользоваться методами теории групп и приложений для решения конкретных задач.
- Связать принципы теории групп с операторами полей.
- Использовать базисные векторы неприводимых представлений в физических задачах.
- Строить таблицы характеров неприводимых представлений.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	<p>Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • О необходимости иметь определенные навыки общения не только на государственном языке РФ, но и на английском языке, который необходимо использовать в устной и письменной формах; • Что основная научная литература по теоретической физике издается на английском языке. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Переводить научные статьи с английского на русский язык; • Кратко излагать свои мысли при обсуждении проблем, связанных с выполнением научно-исследовательской работы; • слушать и слышать собеседника.
ОПК-6	<p>Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений в научно-исследовательской работе.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Проблемы, существующие в общей теории групп и о нерешенных проблемах; • О новейших достижениях в современной теоретической физике, необходимых для научно-исследовательской деятельности. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Использовать новейшие достижения в области естественных наук для дальнейшей научно-исследовательской работы. • Определить те вопросы теории, которые до сих пор еще не решены.

ПК-1	Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основные результаты научных исследований, относящихся к выбранной специализации; • О необходимости использования современного математического аппарата для решения задач научно-исследовательского характера. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Пользоваться тем математическим аппаратом, который наиболее адекватно подходит к решению задач научного исследования. • Пользоваться опытом российских и зарубежных исследователей для решения задач науки.
ПК-7	способностью методически грамотно строить планы лекционных и практических занятий по разделам учебных дисциплин и публично излагать теоретические и практические разделы учебных дисциплин в соответствии с утвержденными учебно-методическими пособиями.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Программу специальных дисциплин по физике для бакалавриата; • Круг вопросов, который определен для выпускных работ бакалавров кафедры теоретической и математической физики. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Проводить семинарские занятия для студентов при необходимости; • распределить темы выступления бакалавров на студенческом научном семинаре; • анализировать выступления бакалавров на семинаре и оценить их выступления.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы - 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практич. занятия	Лабораторные занятия	Контроль		
Модуль 1. Симметрия в кристаллических твердых телах.									
1.	Трансляционная симметрия.	1		6	6			8	опрос
2.	Колебания решетки			2	4			10	опрос
Итого по модулю 1				8	10			18	коллоквиум
Модуль 2. Группы и их разновидности.									
1.	Группа перестановок.	1		4	3			9	опрос
2.	Унитарная группа.			2	3			5	контрольная работа
3.	Частицы, поля.			2	2			6	опрос
Итого по модулю 2				8	8			20	коллоквиум
ИТОГО				16	18			38	зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Симметрия в кристаллических твердых телах.

Трансляционная симметрия в кристаллах. Группа трансляций. Зона Брюллюэна и примеры электронного состояния в периодическом поле. Колебания решетки. Спиновые волны. Правила отбора при рассеянии. Пространственные группы.

Модуль 2. Группы и их разновидности.

Группа перестановок. Четность перестановки. Таблицы характеров неприводимых представлений. Прямое произведение представлений. Канонический вид матриц представлений. Унитарная группа U_N . Неприводимые представления группы U_N . Прямое произведение представлений

группы U_N . Применение группы U_N к классификации волновых функций.
Группы SU_2, R_3 /

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Содержание темы	Объем в часах
Модуль 1. Симметрия в кристаллических твердых телах.	
Группа трансляций и зона Брюллиэна.	2
Трансляционная симметрия и группы Пуанкаре.	2
Классическая теория полей и квантование.	2
Неприводимые представления унитарной группы U_N .	2
Прямые произведения представлений групп.	2
Модуль 2. Группы и их разновидности.	
Группа SU_2 и ее приложения.	2
Симметризованные произведения представлений группы.	2
Линейная комбинация атомных орбиталей (метод ЛКАО)	2
Группы R_2 и R_3 .	2

5. Образовательные технологии

В течение семестра студенты посещают лекции, проводятся контрольные работы и коллоквиум. В конце семестра выставляется зачет после выполнения контрольных работ и самостоятельной работы. При проведении занятий используются в основном традиционный метод чтения лекций с подробным выводом основных математических выражений. Некоторые лекции читаются, используя мультимедийные технологии с интерактивной доски. Обучающие и контрольные модули внедрены в учебный процесс и размещены на образовательном сервере ДГУ, к которому имеется свободный доступ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала, используя конспекты лекций и другие источники;
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- изучение дополнительного материала для самостоятельной работы.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Симметрия в кристаллических твердых телах.	Экситоны в диэлектриках. Группа трансляций $\Pi(a_1, a_2, a_3)$. Группа Лоренца L . Группа пуанкаре.
Группы и их разновидности.	Группа перестановок L_n . Есклидова группа E_3 . Классы сопряженных элементов. Примеры базисных векторов и матриц представлений. Унитарная группа. Прямое произведение представлений унитарной группы. Частицы и поля. Описание с помощью групп.

Результаты самостоятельной работы учитываются при аттестации магистра (экзамен). При этом проводятся: тестирование, опрос на практических занятиях, заслушиваются доклады, проверка контрольных работ и т.д.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1	Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке для решения задач профессиональной деятельности.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Что абстрактное мышление является необходимым для творческой логики; • Методы анализа и синтеза для успешной научной деятельности. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Анализировать создавшуюся ситуацию и выбрать правильное решение; • Абстаргироваться. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Навыками анализа конкретных ситуаций, использующих место в конкретной деятельности. 	Устный опрос
ОПК-6	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений в научно-исследовательской работе.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • О проблемах, существующих в теории групп; • Какие достижения имеются на сегодняшний день в теоретической физике. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Использовать достижения современной теоретической физики для успешного проведения научно-исследовательской работы. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Навыками применения результатов научных исследований известных ученых для своей научной деятельности. 	Контрольная работа
ПК-1	Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Методы решения конкретных задач квантовой теории и теории групп, используя опыт отечественной и зарубежной наук; • Математический аппарат, необходимый для решения задач научного исследования. 	Устный опрос,

	технологий использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.	с и	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> Использовать знания в области информационных технологий для решения задач исследовательского характера. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> Навыками использования определенных программ для численного анализа полученных теоретических результатов. 	
ПК-7	способностью методически грамотно строить планы лекционных и практических занятий по разделам учебных дисциплин и публично излагать теоретические и практические разделы учебных дисциплин в соответствии с утвержденными учебно-методическими пособиями.	с	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> О том, что необходимо иметь знания в области философских вопросов естествознания для поднятия общего уровня развития как личности; О необходимости владения различными методами преподавания физики. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> Использовать конкретные теоретические знания в области философии, истории и методологии физики на практике; Использовать результаты научных достижений известных исследователей в области философских вопросов естествознания 	Контрольная работа

7.2. Типовые контрольные задания.

7.2.1. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.

1. Трансляционная симметрия.
2. Колебания решетки.
3. Пространственные группы.
4. Кристаллографические точечные группы.
5. Неприводимые представления точечных групп.
6. Группа SU_2 .
7. Группа SU_3 .

8. Трансляции и группа Пуанкаре.
9. Квантованные поля.
10. Унитарная группа.
11. Таблица характеров группы.
12. Группы ЛИ.

7.2.2. Перечень вопросов к зачету.

1. Трансляционная симметрия в кристалле.
2. Группа трансляций.
3. Зона Брюллюэна.
4. Электронные состояния в периодическом поле.
5. Группа Лоренца.
6. Группа перестановок.
7. Прямые произведения представлений.
8. Описание частиц и полей с помощью группы.
9. Группа Пуанкаре.
10. Таблицы характеров неприводимых представлений.
11. Группы SU_2 и SU_2 .
12. Кристаллографические точечные группы.
13. Группы Ли.
14. Унитарная группа U_N и ее неприводимые представления.
15. Матрицы представлений и их канонический вид.
16. Применение унитарной группы U_N к классификации волновых функций.
17. Экситоны в диэлектриках и их описание с помощью групп.
18. Спиновые волны.
19. Колебания решетки.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 50% и промежуточного контроля – 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

Лекции

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на лекциях – 15 баллов,
- устный опрос, тестирование, коллоквиум – 60 баллов,
- и др. (доклады, рефераты) – 15 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 60 баллов,
- письменная контрольная работа – 30 баллов,
- тестирование – 10 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Ведерников В.А. Элементы теории групп [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Ведерников, Е.Н. Демина. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский городской педагогический университет, 2013. — 124 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26668.html> (12.10.2018)
2. Монахов В.С. Введение в теорию конечных групп и их классов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Монахов. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2006. — 207 с. — 985-06-1114-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20264.html> (12.10.2018)
3. **Любарский, Г.Я.** Теория групп и её применение в физике / Г. Я. Любарский. - М. : Госиздат физ-мат лит., 1958. - 354 с. - 0-0. **Местонахождение: Научная библиотека ДГУ**
4. Курош А.Г. Теория групп. Изд-во: Книга по Требованию, (изд-е 3), 2012.
5. Наймарк М.А. Теория представлений групп. Изд-во: Физматлит Серия: Классика и современность, 2010.
6. Любарский Т.Я. Т Теория групп и ее применение в физике: Курс лекций для физиков-теоретиков. Изд-во Ленанд, 2016.
7. Любарский Т.Я. Теория групп и физика. Изд-во Ленанд Серия: Проблемы науки и технического прогресса 2014.

б) дополнительная литература:

1. Алисултанов З.З., Мейланов Р.П., Мусаев Г.М. Основы теории групп. Учебно-методическое пособие, изд-во: ДГУ, 2015.
2. Каргаполов М.И., Мерзляков Ю.И. Основы теории групп. М.: Наука, 1982.
3. Е. Вигнер, Теория групп и ее приложения к квантовомеханической теории атомных спектров, Издательство - ИО НФМИ, 2000.
4. Румер Ю. Б., Фет А. И. Теория групп и квантованные поля. Изд-во: Либроком, Серия: Физико-математическое наследие: физика (математическая физика), 2013.

5. Чеботарев Н.Г., Теория групп Ли. Изд-во: Либроком, Серия: Физико-математическое наследие. Математика (алгебра), 2015
6. Хамермеш М. Теория групп и ее применение к физическим проблемам. Пер. с англ. Изд-во Ленанд, Физико-математическое наследие: физика (математическая физика), 2016.
7. Громов М. Гиперболические группы. М.: ИКИ, 2002.
8. Богопольский О.В. Введение в теорию групп. М.: ИКИ, 2002.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке(доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг.(доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. - Махачкала, г. - Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. - URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.03.2018).
4. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение)
5. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
6. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
7. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
8. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
9. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
10. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
11. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>

12. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
13. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Самостоятельная работа студентов включает:

- проработка учебного материала, используя конспекты лекций, учебной и научной литературы;
- написание рефератов;
- работа с тестовыми заданиями и вопросами для самопроверки;
- решение задач;

Оптимальным путем освоения дисциплины является посещение всех лекций, выполнение предлагаемых заданий в виде задач, тестов и устных вопросов.

На лекциях рекомендуется деятельность студента в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование лекции. В случае, если студентом пропущено лекционное занятие, он может освоить пропущенную тему самостоятельно с опорой на план занятия, рекомендуемую литературу и консультативные рекомендации преподавателя.

В целом рекомендуется регулярно посещать занятия и выполнять текущие задания, что обеспечит достаточный уровень готовности к сдаче зачета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

- Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
- Программное обеспечение в компьютерный класс: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

Также по данной дисциплине подготовлен электронный курс лекций, который будет в скором времени размещен на сайте ДГУ.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях факультета.

Технические средства обучения, используемые в учебном процессе для освоения дисциплины:

1. компьютерное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
2. пакет плакатов и графиков, используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
3. электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.