



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра теоретической физики



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.ОД.13 Теория групп

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Тип образовательной программы: Академический бакалавриат

Направленность (профиль) подготовки: Фундаментальная физика

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Форма обучения: Очная

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол №8 от «19» июня 2017 г.

Зам. председателя _____
В.В. Чумак

Рекомендовано кафедрой:

Протокол №8

От «31» мая 2017 г.

Зав. кафедрой _____
С.В. Ловцов

Иркутск 2017 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины.....	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП:.....	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины.....	3
4. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	4
5. Содержание дисциплины.....	4
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.....	5
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов).....	6
Учебным планом написание курсовых работ не предусмотрено.....	6
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	7
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	8
10. Образовательные технологии:.....	8
11. Оценочные средства (ОС).....	8
Приложение: фонд оценочных средств	

1. Цели и задачи дисциплины

Программа предназначена для подготовки магистров физики. Курс "Теория групп" читается на 3 курсе (6-й семестр). Фундаментальная подготовка специалистов по теоретической физике физического факультета предполагает продолжение систематического образования в области теоретической физики, включая ее классический раздел – теория групп

Цели курса

Цель курса - овладение аппаратом теории групп и его приложение в физике элементарных частиц, дифференциальных уравнений, а также полей, изучаемых в механике сплошной среды

Задачи курса

Первая часть посвящена задаче изучения теории групп в классическом виде.

Во второй части курса изучаются задачи разделения переменных дифференциальных уравнений в частных производных, классификация элементарных частиц по представлениям групп Ли. Анализ вторично-квантованных систем методами теории групп.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Теория групп» является обязательной в вариативной части общенаучного цикла ОПОП. Изучение разделов курса предполагает использование полученных основных знаний, умений и компетенций на последующем уровне образования.

1. Для изучения дисциплины, необходимы знания и умения из читаемой на первом курсе дисциплин «Математический анализ» «Линейная алгебра».
2. Знания и умения, приобретаемые студентами после изучения дисциплины, будут использоваться при изучении Теоретических курсов физики.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2: способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	Знать: основные определения и понятия теории групп и их представлений Уметь: использовать знания для решения задач теоретической физики и в образовательной деятельности Владеть: навыками использования предметной терминологии при решении различных задач математики и теоретической физики
ПК-1: способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Знать: основные матричные группы, связи группы Ли и алгебры Ли, свойства генераторов и структурных констант Уметь: решать задачи по всем разделам курса Владеть: навыками использования предметной терминологии при решении различных задач математики и теоретической физики

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры	
		6	
Аудиторные занятия (всего)	44/1,2	44	
В том числе:	-	-	
Лекции	18 / 0,5	18	
Практические занятия (ПЗ)	18/0,5	18	
КСР	8/0,2	8	
Самостоятельная работа (всего)	28 / 0,8	28	
Вид промежуточной аттестации (зачет)			
Контактная работа	47/1,3	47	
Общая трудоемкость	часы	72	
	зачетные единицы	2	

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины

1. **Основные понятия и общие свойства алгебр Ли.** Аксиомы, понятие об структурных константах, идеале. Базис Вейля. Классические комплексные алгебры Ли A_n, B_n, C_n, D_n). Принцип эквивалентности. Фактор-пространство и Фактор алгебра. Операции над алгебрами, прямая и полупрямая сумма алгебр. Фактор алгебра, дифференцирование. Представление алгебр Ли. Разрешимые, нильпотентные, полупростые и простые алгебры Ли. Теорема Адо. Разрешимые и нильпотентные алгебры Ли. Форма Киллинга. Простые и полупростые алгебры Ли.

2. **Структура алгебр Ли.** Теорема Леви-Мальцева об разложении произвольной алгебры Ли. Классификация простых комплексных алгебр Ли. Система корней. Схемы Дынкина. Вещественные формы комплексных алгебр Ли и их классификация. Разложения Картана, Гаусса, Ивасана.

3. **Элементы теории представлений алгебр Ли.** Веса, старшие веса, их свойства. Фундаментальные представления. Конечномерные неприводимые представления алгебр $sl(2, \mathbb{C})$ и $sl(3, \mathbb{C})$. Компактные вещественные формы, фундаментальные представления $su(3)$. Тензорные произведения представлений и разложение их на неприводимые, схемы Юнга. Элементы Казимира и их собственные значения. Универсальная обертывающая алгебра.

4. **Группы Ли.** Дифференцируемые многообразия. Касательные пространства и векторные поля, преобразование векторных полей. Мера Хаара, группы Ли. одно параметрические подгруппы. Алгебры и группы Ли. Присоединенная группа. Прямое и полупрямое произведение групп Ли. Разложение Леви-Мальцева. Разложение Гаусса, Картана, Ивасана и Брюа. Классификация простых групп Ли. Инвариантная мера и инвариантная метрика на группах Ли. Экспоненциальное отображение, формула Кемпена-Хаусдорфа.

5. **Представление групп Ли.** Общие свойства неприводимых представлений, сплетающий оператор. Леммы Шура. Теорема Бернеайда. Регулярные представления. Унитарные представления. Инфинитезимальный метод. Унитарный трюк. Индуцированные представления. Алгебраическая конструкция индуцированных представлений. Простейшие свойства, метод малой группы.

6. **Элементарные частицы и неприводимые представления** изотопические мультиплеты, Формула Гелмана-Нишиджима. Гипотеза кваркового строения адронов. Массовые формулы и теорема Вигнера-Экарта. Приложения теории к проблеме объединения пространственных и внутренних симметрии. Контракция алгебр Ли. Алгебры симметрии дифференциальных уравнений и разделение переменных.

7. **Симметрии дифференциальных уравнений.** Их связь с системами позволяющими разделять переменные.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1.	Предметы теоретической физики	1,2,3,4,5,6,7

5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование темы	Виды занятий в часах			
		Лекц.	Практ. зан.	СРС	Всего
1.	Тема 1	2	2	4	8
2.	Тема 2	4	4	4	12
3.	Тема 3	2	2	4	8
4.	Тема 4	4	4	4	12
5	Тема 5	2	2	4	8
6	Тема 6	2	2	4	8
7	Тема 7	2	2	4	8

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Тема 1	Основные понятия и общие свойства алгебр Ли	2	Решение задач на практических занятиях, проверка домашней работы	ОПК-2 ПК-1
2.	Тема 2	Структура алгебр Ли	4		ОПК-2 ПК-1
3.	Тема 3	Элементы теории представлений алгебр Ли	2		ОПК-2 ПК-1
4.	Тема 4	Группы Ли	4		ОПК-2 ПК-1
5.	Тема 5	Представление групп Ли	2		ОПК-2 ПК-1
6.	Тема 6	Элементарные частицы и неприводимые представления	2		ОПК-2 ПК-1
7.	Тема 7	Симметрии дифференциальных уравнений	2		ОПК-2 ПК-1

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
	Темы 1-7	Решение задач домашней работы	30 задач по темам 1-7	Источники из основной и дополнительной литературы по теме практических занятий; Образовательные ресурсы, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ.	28

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Для закрепления материала, рассмотренного на лекциях и практических занятиях, студентам предлагаются задачи по изучаемым разделам и график их выполнения. Оценка самостоятельной работы студентов проводится в виде проверки домашней работы и устного зачета.

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебным планом написание курсовых работ не предусмотрено.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. [Курош, А. Г.](#) Теория групп / А. Г. Курош. - Москва: Лань, 2005. - 648 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 5-8114-0616-9.
2. [Шилин, И. А.](#) Введение в алгебру. Группы / И. А. Шилин. - Москва: Лань, 2012. - 208 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1419-2
3. Каргаполов, М.И. Основы теории групп [Электронный ресурс] / М. И. Каргаполов, Ю. И. Мерзляков. - Москва: Лань, 2009. - 287 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-0894-8.

б) дополнительная литература

1. Барут, А. Теория представлений групп и ее приложения: в 2 т. / А. Барут, Р. Рончка. - М.: Мир, 1980. Т. 1. - 1980. - 455 с. (нф А118453)
2. Барут, А. Теория представлений групп и ее приложения: в 2 т. / А. Барут, Р. Рончка. - М.: Мир, 1980. Т. 2. - 1980. - 393 с. (нф А101572(2); нф А102120(2); нф А118763)
3. [Ляховский, В. Д.](#) Группы симметрии и элементарные частицы: учеб. пособие / В. Д. Ляховский, А. А. Блохов ; ЛГУ им. А. А. Жданова. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1983. - 336 с. (нф А207641; нф А214669; нф А237390)
4. Эллиот, Д. Симметрия в физике: в 2 т. / Д. Эллиот, П. Добер. - М. : Мир , 1983. Т. 1: Основные принципы и простые приложения. - 1983. - 364 с. (нф А215414; нф А216103; нф А216104)
5. Эллиот, Д. Симметрия в физике: в 2 т. / Д. Эллиот, П. Добер. - М.: Мир, 1983. Т. 2: Дальнейшие приложения. - 1983. - 410 с. (нф А213287; нф А213288; нф А228244)
6. [Наймарк, М. А.](#) Теория представлений групп / М. А. Наймарк. - 2-е изд. - М.: Физматлит, 2010. - 572 с. - ISBN 978-5-9221-1260-4 (нф А629359)

Сверено с ЭБС ИСУ

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://library.isu.ru/> - Научная библиотека ИГУ;

Образовательные ресурсы, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ:

- <https://isu.bibliotech.ru/> - ЭЧЗ «БиблиоТех»;
- <http://e.lanbook.com> - ЭБС «Издательство «Лань»;
- <http://rucont.ru> - ЭБС «Руконт» - межотраслевая научная библиотека, содержащая оцифрованные книги, периодические издания и отдельные статьи по всем отраслям знаний, а также аудио-, видео-, мультимедиа софт и многое другое;
- <http://ibooks.ru/> - ЭБС «Айбукс» - интернет ресурсы в свободном доступе;

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий. Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор, переносной экран, ноутбук. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

10. Образовательные технологии:

При изучении данной дисциплины используются следующие образовательные технологии:

1. Лекции, нацеленные на получение необходимой информации, и ее использование при решении практических задач
2. Практические занятия, направленные на активизацию познавательной деятельности студентов и приобретения ими навыков решения практических и проблемных задач;
3. Консультации – еженедельно для всех желающих студентов.
4. Текущий контроль за деятельностью студентов осуществляется в основном на практических занятиях при дискуссии о результатах выполненных практических работ.

11. Оценочные средства (ОС)

Фонд оценочных средств представлен в приложении.

Форма промежуточной аттестации — дифференцированный зачет.

Текущий контроль

Тематика заданий для самостоятельной работы

- 1) Элементы Казимира и их собственные значения. Универсальная обертывающая алгебра.
- 2) Общие свойства неприводимых представлений, сплетающий оператор. Леммы Шура. Теорема Бернеайда. Регулярные представления.
- 3) Унитарные представления. Инфинитезимальный метод. Унитарный трюк. Индуцированные представления. Алгебраическая конструкция

Примерный перечень вопросов и заданий к зачету

1. Аксиомы, понятие об структурных константах, идеале. Базис Вейля. Классические комплексные алгебры Ли A_n, B_n, C_n, D_n
2. Операции над алгебрами, прямая и полупрямая сумма алгебр. Фактор алгебра, дифференцирование.
3. Представление алгебр Ли. Разрешимые, нильпотентные, полупростые и простые алгебры Ли
4. Форма Киллинга. Простые и полупростые алгебры Ли.
5. Теорема Леви-Мальцева об разложении произвольной алгебры Ли. Классификация простых комплексных алгебр Ли.
6. Система корней. Схемы Дынкина.
7. Вещественные формы комплексных алгебр ли и их классификация. Разложения Картана, Гаусса, Ивасана.
8. Веса, старшие веса, их свойства. Фундаментальные представления. Конечномерные неприводимые представления алгебр $sl(2, C)$.
9. Веса, старшие веса, их свойства. Фундаментальные представления. Конечномерные неприводимые представления алгебр $sl(3, C)$.
10. Компактные вещественные формы, фундаментальные представления $su(3)$.
11. Тензорные произведения представлений и разложение их на неприводимые,
12. схемы Юнга.
13. Дифференцируемые многообразия. Касательные пространства и векторные поля, преобразование векторных полей.
14. Мера Хаара, группы Ли. одно параметрические подгруппы. Алгебры и группы Ли. Присоединенная группа.
15. Прямое и полупрямое произведение групп Ли.
16. Разложение Леви-Мальцева. Разложение Гаусса, Картана, Ивасана.
17. изотопические мультиплеты, Формула Гелмана-Нишиджима.
18. Гипотеза кваркового строения адронов
19. Приложения теории к проблеме объединения пространственных и внутренних симметрии.
20. Контракция алгебр Ли.
21. Алгебры симметрии дифференциальных уравнений и разделение переменных.
22. Симметрии дифференциальных уравнений, их связь с системами, позволяющими разделять переменные.

Разработчики:



доцент кафедры теоретической физики

С.В. Ловцов

Программа рассмотрена на заседании кафедры теоретической физики

«31» мая 2017 г. Протокол № 8 Зав. кафедрой



С.В. Ловцов

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.