



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

УТВЕРЖДАЮ
Декан Физического факультета И.М. Буднев
«28» июня 2016 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.2.2 Теория групп

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Тип образовательной программы: Академический бакалавриат

Направленность (профиль) подготовки: Физика конденсированного состояния

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Форма обучения: Очная

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол №3 от «28» июня 2016 г.

Зам. председателя Чума
В.В. Чумак

Рекомендовано кафедрой:

Протокол №8
От «13» мая 2016 г.

Зав. кафедрой Ловцов
С.В. Ловцов

Иркутск 2016 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины (модуля):	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП:	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	4
5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	4
5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.....	5
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.....	5
6.1. План самостоятельной работы студентов	6
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	6
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	6
Учебным планом написание курсовых работ (проектов) не предусмотрено.	6
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	7
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):.....	8
10. Образовательные технологии:	8
11. Оценочные средства (ОС):	8
12. Приложение:	
ФОС.....	11

1. Цели и задачи дисциплины (модуля):

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 (модуля):

Процесс изучения дисциплины (модуля) 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 (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры	
		8	
Аудиторные занятия (всего)	40/1,1	40	
В том числе:	-	-	-
Лекции	20/0,6	20	
Практические занятия (ПЗ)	20/0,6	20	
КСР			
Самостоятельная работа (всего)	32 / 0,9	32	
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36/1	36	
Контактная работа	43/1,2	43	
Общая трудоемкость	часы	108	108
	зачетные единицы	3	3

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

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 (последующими) 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 (модулей) 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	2	2	4	8
3.	Тема 3	4	4	4	12
4.	Тема 4	4	4	6	14
5	Тема 5	4	4	6	14
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 (модуля)	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	2	Решение задач на практических за-	ОПК-2 ПК-1

				нениях, проверка домашней работы	
3.	Тема 3	Элементы теории представлений алгебр Ли	4	Решение задач на практических занятиях, проверка домашней работы	ОПК-2 ПК-1
4.	Тема 4	Группы Ли	4	Решение задач на практических занятиях, проверка домашней работы	ОПК-2 ПК-1
5.	Тема 5	Представление групп Ли	4	Решение задач на практических занятиях, проверка домашней работы	ОПК-2 ПК-1
6.	Тема 6	Элементарные частицы и неприводимые представления	2	Решение задач на практических занятиях, проверка домашней работы	ОПК-2 ПК-1
7.	Тема 7	Симметрии дифференциальных уравнений	2	Решение задач на практических занятиях, проверка домашней работы	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.	32

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 (проектов) не предусмотрено.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

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 №Б 4155 (В)

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 (модуля):

Учебная аудитория с доской для проведения лекционных и практических занятий. Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студента. 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.

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 экзамену

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 $sl(2, \mathbb{C})$.
9. Веса, старшие веса, их свойства. Фундаментальные представления. Конечномерные неприводимые представления алгебр $sl(3, \mathbb{C})$.
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:

_____ 

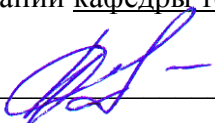
доцент кафедры теоретической физики

С.В. Ловцов

Программа рассмотрена на заседании кафедры теоретической физики

«13» мая 2016 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.

**Лист согласования, дополнений и изменений
на 2017/2018 учебный год**

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ОД.13 Теория групп по направлению 03.03.02 Физика профилю Физика конденсированного состояния

В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения: нет дополнений.

Изменения одобрены Ученым советом физического факультета,
протокол №8 от 19.06.2017 г.

Зав. кафедрой теоретической физики



С.В. Ловцов