

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ТГПУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
декан физико-математического факультета
Е.Е. Пьяных
« 16 » физико-математический факультет 2015г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.02 «Теория групп»

ТРУДОЕМКОСТЬ (В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ) 3.

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки: Теоретическая физика

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

1. Цели изучения учебной дисциплины.

Основной целью данного курса является изложение базового материала по теории групп, который широко используется в современной теоретической физике и знание которого необходимо для понимания соответствующей научной литературы и проведения самостоятельных исследований.

2. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы.

Курс «Теория групп» входит в Блок-1 дисциплины, вариативная часть, «дисциплины по выбору студента» программы магистратуры. Преподается предмет в третьем семестре. Программа подготовлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО. Преподается предмет в первом семестре. Освоение данной дисциплины магистерской программы, является необходимой основой для последующего изучения курсов: «Классические поля», «Квантовая теория поля», «Космология/Астрофизика», «Квантовая калибровочная теория/Квантовая теория излучения».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у магистрантов следующих компетенций:

Общекультурными (ОК): ОК-1, ОК-2, ОК-3.

Обще-профессиональными (ОПК): ОПК-5, ОПК-6.

Профессиональными (ПК): ПК-1.

В результате изучения курса «Теория групп» студент должен:

знать основные определения и понятия теории групп и их представлений, основные матричные группы, связи группы Ли и алгебры Ли, свойства генераторов и структурных констант;

уметь решать задачи по всем разделам курса, использовать знания для решения задач теоретической физики и в образовательной деятельности;

обладать навыками использования предметной терминологии при решении различных задач математики и теоретической физики

4. Общая трудоемкость дисциплины 3 зачетных единиц и виды учебной работы.

Вид учебной работы	Трудоемкость (в соответствии с учебным планом) (час)	Распределение по семестрам (час)
		Всего 108
Аудиторные занятия	32	32
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
Семинары		
Лабораторные работы		
Другие виды аудиторных работ	10	10
Другие виды работ		
Самостоятельная работа	76	76
Курсовой проект (работа)		
Расчетно-графические работы		
Реферат		
Расчетно-графические работы		

Формы текущего контроля		
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом		зачет

5. Содержание программы учебной дисциплины.

5.1. Содержание учебной дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Аудиторные часы				Самостоятельная работа
		Всего	Лекции	Практические занятия	Интерактивные формы обучения	
1	Симметрии в физике	4	2	2	2	11
2	Элементы общей теории групп.	4	2	2		11
3	Представления групп.	4	2	2	2	11
4	Группы Ли.	4	2	2	2	11
5	Матричные группы Ли и их алгебры Ли.	6	3	3	2	11
6	Алгебры Ли и группы Ли	6	3	3	2	11
7	Неприводимые унитарные представления группы Пуанкаре	4	2	2		10
	Итого	32 часов/ 0,9зачет. единиц	16 часа	16 часа	10 часов	76 часов

5.2. Содержание разделов дисциплины

1. Симметрии в физике.

Понятие группы преобразований. Основные симметрии в физике: вращения, трансляции, симметрии в квантовой механике. Понятия о группах Лоренца и Пуанкаре.

2. Элементы общей теории групп.

Группы. Подгруппы. Факторгруппа. Смежные классы. Изоморфизм и гомоморфизм групп. Матричные группы. Определения и примеры.

3. Представления групп.

Определение представления. Матрица представления. Понятие эквивалентных представлений. Леммы Шура. Прямая и полупрямая сумма представлений. Тензорное произведение представлений. Унитарные представления. Неприводимое представление. Разложение представления на неприводимые.

4. Группы Ли.

Определение группы Ли, примеры групп Ли. Компактность и связность. Инвариантное интегрирование на группе. Неприводимы представления групп $SO(2)$ и $SO(3)$ и их связь с представлениями групп $U(1)$ и $SU(2)$.

5. Матричные группы Ли и их алгебры Ли.

Матричные группы Ли. Экспоненциальное отображение. Алгебра Ли матричной группы Ли. Генераторы, структурные постоянные. Группы $GL(n)$, $SL(n)$, $SO(n)$, $SO(m,n)$, $SU(n)$ $Sp(n)$ и их алгебры Ли.

6. Алгебры Ли и группы Ли.

Аналитическое многообразие. Векторные поля. Касательное пространство. Определение алгебры Ли. Определение группы Ли. Алгебра Ли группы Ли. Формула Кемпбелла-Хаусдорфа. Универсальная накрывающая. Присоединенное представление. Простые и полупростые алгебры Ли. Разрешимые алгебры Ли. Формы Киллинга. Критерий Картана.

полупростые алгебры Ли. Разрешимые алгебры Ли. Формы Киллинга. Критерий Картана. Операторы Казимира. Теорема Вейля. Картановская подалгебра и корневое разложение полупростой алгебры Ли. Свойства корневого разложения.

7. Неприводимые унитарные представления группы Пуанкаре.

Унитарные представления группы Пуанкаре. Массивные представления, безмассовые представления. Реализация представлений группы Пуанкаре на полях в пространстве Минковского.

5.3 *Лабораторный практикум* - не предусмотрен учебным планом.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по дисциплине.

6.1. Основная литература по дисциплине:

1. Винберг, Э.Б. Курс алгебры: учебник для вузов / Э.Б. Винберг. Изд-во МЦНМО, 2011. (ЭБС «КнигаФонд»)
2. Наймарк, М. А. Теория представления групп. Монография / М. А. Наймарк.- М.:ФИЗМАТЛИТ, 2010.-576 с.

6.2 Дополнительная литература:

1. Серр, Ж.-П. Алгебры Ли и группы Ли. Lie algebras and Lie groups/Ж.-П. Серр; Пер. с англ. и фр. А. Б. Волинского; Под ред. А. Л. Онищика.-М.:Мир,1969.-375 с.
2. Курош, А. Г.. Курс высшей алгебры:учебное пособие для вузов/А. Г. Курош.-Изд. 18-е, стереотип.-СПб. [и др.]:Лань, 2011. (ЭБС «Лань»).
3. Наймарк, М. А. Линейные представления группы Лоренца :[монография]/М. А. Наймарк.- М.:ФИЗМАТЛИТ,1958.-376 с.
4. Дубровин Б.А. и др. Современная геометрия:Методы и приложения: Учебное пособие для вузов / Б. А. Дубровин, С. П. Новиков, А. Т. Фоменко.-М.:Наука,1979.-759
5. Холл, М. Теория групп The Theory of Groups/М. Холл ; пер. с англ. : Н. В. Дюмина, З. П. Жилинской ; под ред. Л. А. Калужнина.-М.:Издательство иностранной литературы,1962.-468 с.

6.3. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины.

1. http://www.ph4s.ru/book_mat_teorgrup.html
2. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/thgr/>
3. <http://ilib.mccme.ru/djvu/bib-kvant/groups.htm>
4. <http://www.knigafund.ru/> --электронная библиотечная система КнигаФонд

6.4. Рекомендации по использованию информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

№ п/п	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины (модуля)	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов
1	Симметрии в физике	Презентация, пакет математического моделирования (например, Mathematics)	мультимедийное оборудование
1	Элементы общей	Презентация, пакет	мультимедийное

теории групп.	математического моделирования (например, Mathematics)	оборудование
---------------	---	--------------

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

7.1. Методические рекомендации для студентов.

Студентам предлагается использовать рекомендованную литературу для усвоения учебного материала, содержащегося в лекциях, а также для самостоятельного изучения отдельных тем по выбору преподавателя.

8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

8.1. Тематика рефератов (докладов, эссе):

не предусмотрено учебным планом

8.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы, в том числе групповой самостоятельной работы обучающихся:

1. Что такое подгруппа, правый и левый смежные классы, фактор-группа, изоморфизм, гомоморфизм, автоморфизм групп?
2. Что такое пространство представления группы и оператор представления?
3. Матрица оператора представления.
4. Матрицы операторов представления в случае эквивалентных, унитарных представлений.
5. Вид оператора представления для случая прямой суммы представлений.
6. Вид оператора представления для случая полупрямой суммы представлений.
7. Идеал.
8. Представления симметричной группы.
9. Схемы Юнга.
10. Инволюция.
11. Представления алгебр.
12. Непрерывность.
13. Накрывающие пространства.
14. Тождество Якоби.
15. Гомоморфизм алгебр.
16. Присоединенное представление алгебры Ли.
17. Левоинвариантное векторное поле.
18. Однопараметрические подгруппы.
19. Дифференцирование алгебры.
20. Нильпотентные алгебры Ли.
21. Инвариантная билинейная форма.
22. Критерий Картана.
23. Группы Лоренца, группы $SO(n)$, $SU(n)$, $GL(n, C)$, $GL(n, R)$.
24. Генераторы группы Пуанкаре.
25. Спинорное представление.
26. Тензорное представление.
27. Операторы Казимира группы Лоренца.
28. Масса.
29. Спиральность представления.

8.3. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз:

1. Основные понятия классической теории групп.
2. Унитарные представления.

3. Неприводимые представления группы $SU(2)$.
4. Эквивалентность $SO(3)$ и $SU(2)$.
5. Коммутатор и алгебра Ли.
6. Простые и полупростые алгебры Ли.
7. Форма Киллинга.
8. Группа Пуанкаре.
9. Неприводимые представления группы Пуанкаре.

8.4. Примеры тестов: не предусмотрено

8.5. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачет):

1. Основные понятия классической теории групп.
2. Определение представления группы, сужение представления, неприводимые и приводимые представления.
3. Эквивалентность представлений.
4. Прямая сумма представлений.
5. Полупрямая сумма представлений.
6. Унитарные представления.
7. Неприводимые представления группы $SU(2)$.
8. Эквивалентность $SO(3)$ и $SU(2)$.
9. Инвариантное интегрирование на группе
10. Алгебры. Основные понятия.
11. Касательные вектора и касательные пространства.
12. Коммутатор и алгебра Ли.
13. Определение группы Ли.
14. Алгебра Ли группы Ли.
15. Экспоненциальное отображение.
16. Присоединенное представление.
17. Универсальная накрывающая.
18. Простые и полупростые алгебры Ли.
19. Разрешимые алгебры Ли.
20. Форма Киллинга.
21. Критерий Картана.
22. Подалгебры Картана.
23. Группа Пуанкаре.
24. Алгебра Ли группы Пуанкаре.
25. Спин тензорное представление.
26. Неприводимые представления группы Пуанкаре.

8.6. Темы для написания курсовой работы: не предусмотрено

8.7. Формы контроля самостоятельной работы:

Проверка индивидуальных заданий, контрольный опрос (на коллоквиумах устный или письменный), выполнение контрольных работ.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки: 03.04.02 Физика.

Рабочую программа учебной дисциплины составлена: В.А. Крыхтин В.А. Крыхтин
д. ф.-м. н., профессор, кафедра теоретической физики

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики, протокол № 9 от "15" октября 2015 г.

Заведующий кафедрой теоретической физики



И.Л. Бухбиндер

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена УМК физико-математического факультета ТГПУ, протокол № 3 от "16" октября 2015 г.

Председатель УМК физико-математического факультета



З.А.Скрипко