

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Томский государственный педагогический университет»
(ТГПУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан физико-математического
факультета



Е.Г. Пьяных, к.п.н, доцент

«26» мая 2016г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теория групп

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Направленность (профиль): Теоретическая физика

Форма обучения: очная

1. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы
Курс «Теория групп» относится к вариативной части обязательной программы учебного плана ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика и является обязательной дисциплиной. Преподается предмет в первом семестре. Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения курсов: «Классическая теория поля», «Квантовая теория поля», «Астрофизика», «Квантовая теория излучения».

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у обучающихся следующих компетенций:

- ОК-1: способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;
- ОПК-5: способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности.

В результате изучения курса «Теория групп» обучающийся 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.

3. Содержание учебной дисциплины (модуля)

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. 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.

4. Трудоемкость дисциплины (модуля) по видам учебных занятий, самостоятельной работы обучающихся и формам контроля

4.1. Очная форма обучения

Объем в зачетных единицах 3

4.1.1. Виды учебных занятий, самостоятельная работа обучающихся, формы контроля (в академических часах)

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам (в академических часах)
		1 семестр
Лекции	16	16
Лабораторные работы		
Практические занятия / Семинары	16	16
Самостоятельная работа	76	76
Курсовая работа		
Другие виды занятий		
Формы текущего контроля		собеседование
Формы промежуточной аттестации		зачет
Итого часов	108	

4.1.2. Содержание учебной дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Всего часов	Аудиторные занятия (в часах)			Самостоятельная работа (в часах)
			Лекции	Практические занятия (семинары)	Лабораторные работы	
1	Симметрии в физике	15	2	2		11
2	Элементы общей теории групп.	15	2	2		11
3	Представления групп.	15	2	2		11
4	Группы Ли.	15	2	2		11
5	Матричные группы Ли и их алгебры Ли.	17	3	3		11
6	Алгебры Ли и группы Ли	17	3	3		11
7	Неприводимые унитарные представления группы Пуанкаре	14	2	2		10
	Итого	108	16	16		76

5. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

5.1. Основная учебная литература

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.

5.2. 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. Вольнского; 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.

5.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

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

5.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Пакет математического моделирования (например, Mathematics).

6. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	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
2	Элементы общей теории групп.	Презентация, пакет математического моделирования (например, Mathematics)	мультимедийное оборудование

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Обучающимся 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 текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Представлен в виде отдельного документа (приложение к рабочей программе учебной дисциплины (модуля)).

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

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена профессором кафедры теоретической физики, доктором физ.-мат. наук В.А. Крыхтиным.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры теоретической физики

Протокол № 5 от « 25 » мая 2016г.

Заведующий кафедрой теоретической физики



И.Л. Бухбиндер
профессор, д.ф.-м.н.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена учебно-методической комиссией физико-математического факультета ТГПУ

Протокол № 9 от « 26 » мая 2016г.

Председатель учебно-методической комиссии
физико-математического факультета



З.А. Скрипко
профессор, д.п.н.