

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан физического факультета  
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

**Теория групп**

по направлению подготовки

**03.03.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Фундаментальная физика»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2023**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
О.Н. Чайковская

Председатель УМК  
О.М. Сюсина

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 – Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;
- ПК-1 – Способен проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 2.2 – Анализирует и интерпретирует экспериментальные и теоретические данные, полученные в ходе научного исследования, обобщает полученные результаты, формулирует научно обоснованные;

ИПК 1.1 – Собирает и анализирует научно-техническую информацию по теме исследования, обобщает научные данные в соответствии с задачами исследования .

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Освоить основные понятия и методы теории групп.
- Научиться применять понятийный аппарат и методы теории групп для решения практических задач профессиональной деятельности.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, входит в модуль по выбору «Теоретическая и математическая физика».

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 6, экзамен.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Математический анализ, Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Дифференциальная геометрия, Теория функций комплексного переменного, Методы математической физики.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

- лекции: 32 ч.;
- практические занятия: 32 ч.;
- в том числе практическая подготовка: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Роль симметрии в физике. Определение и примеры групп.

Тема 2. Подгруппы и смежные классы, нормальный делитель и фактор-группа.

Тема 3. Коммутаторы. Разрешимые и простые группы.

- Тема 4. Гомоморфизмы изоморфизмы и автоморфизмы групп.
- Тема 5. Прямое и полупрямое произведение групп.
- Тема 6. Определение и примеры групп Ли.
- Тема 7. Топология групп Ли.
- Тема 8. Классические группы Ли.
- Тема 9. Топология классических групп Ли.
- Тема 10. Группы преобразований и однородные пространства.
- Тема 11. Примеры однородных пространств. Каноническая реализация однородного пространства.
- Тема 12. Определение и примеры линейного представления группы.
- Тема 13. Эквивалентные представления. Леммы Шура.
- Тема 14. Прямая сумма представлений. Полная приводимость.
- Тема 15. Тензорное произведение линейных пространств и представлений.
- Тема 16. Сопряженное пространство и контрагredientное представление.
- Тема 17. Инвариантное среднее на компактной группе.
- Тема 18. Основные свойства представлений компактных групп. Соотношения ортогональности.
- Тема 19. О полноте матричных элементов полной системы неприводимых представлений.
- Тема 20. Неприводимые представления группы вращений.
- Тема 21. Спинорный гомоморфизм.
- Тема 22. Классификация неприводимых представлений группы  $SU(2)$  и  $SO(3)$ .

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится с применением балльно-рейтинговой системы, включающей контроль посещаемости. Контрольная точка проводится не менее одного раза в семестр в форме коллоквиума. Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

**Экзамен** в шестом семестре проводится в письменной форме по билетам. Продолжительность экзамена 1,5 часа. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24826>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) Открытый перечень теоретических вопросов по курсу.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
  1. Наймарк М.А. Теория представлений групп. Наука. 1976.
  2. Барут А., Рончка Р, Теория представлений групп и ее приложения, в 2-ух тт.. Мир. 1980.
  3. Понтрягин Л.С. Непрерывные группы. Наука. 1984.

4. Эллиот Дж., Доббер П. Симметрия в физике, в 2-ух тт. Мир 1983.
5. Желобенко Д.П. Компактные группы Ли и их представления. Наука. 1970.

б) дополнительная литература:

1. Постников М.М. Лекции по геометрии. Семестр V. Группы и алгебры Ли. Наука. 1982.
2. Зуланке Р., Винтер П. Дифференциальная геометрия и расслоения. Мир. 1975.
3. Шаповалов А.А., Конусов В.Ф., Вааль А.А. Теория конечных групп. ТГУ. 1978.
4. Горбунов И.В. Лекции по теории групп. Представления компактных групп. Представления группы вращений. Томск. НТЛ. 2007.
5. Серр Ж.-П. Алгебры Ли и группы Ли. Мир. 1969.
6. Кириллов А.А. Элементы теории представлений. Наука. 1978.
7. Адамс Дж. Лекции по группам Ли. Наука. 1979.
8. Стернберг С. Лекции по дифференциальной геометрии. Мир. 1970.
9. Уорнер Ф. Основы теории гладких многообразий и групп Ли. Мир. 1981.
10. Ляховский В.Д., Болохов А.А. Группы симметрии и элементарные частицы. ЛГУ. 1983.
11. Хамармеш М. Теория групп и ее физические приложения. УРСС. 2002.
12. М. Гото, Ф.Гроссханс. Полупростые алгебры Ли. Мир. 1981.
13. Г.Вейль Теория групп и квантовая механика. Наука. 1986.
14. Гельфанд И.М., Минлос Р.А., Шапиро З.Я. Представления группы вращений и группы Лоренца. Физ.-мат.лит. 1958.
15. Наймарк М.А. Линейные представления группы Лоренца. Физ.мат.лит. 1958.
16. Виленкин И.Я. Специальные функции и теория представлений групп. Наука. 1965.

в) ресурсы сети Интернет:

1. <https://scholar.google.ru/>
2. <https://www.scopus.com/>
3. <http://www.mathnet.ru/>

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook); системы компьютерной вёрстки LaTeX;

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате, оснащенные системой («Актру»).

### **15. Информация о разработчиках**

Шарапов Алексей Анатольевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры квантовой теории поля физического факультета ТГУ.