

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

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

Группы и алгебры Ли

по направлению подготовки

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
«Фундаментальная и прикладная физика»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
С.Н. Филимонов

Председатель УМК
О.М. Сюсина

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 теории групп и алгебр Ли.
- 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 7, 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, Теория групп.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

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

- лекции: 32 ч.;
- практические занятия: 16 ч.;
- в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Определение и примеры алгебр Ли.

Тема 2. Связь между группами и алгебрами Ли.

Тема 3. Экспоненциальное отображение.

- Тема 4. Ряд Кэмбэлла-Хаусдорфа-Дынкина.
Тема 5. Классические алгебры Ли.
Тема 6. Радикал алгебры Ли. Структура алгебр Ли.
Тема 7. Представление алгебр Ли.
Тема 8. Структура представлений разрешимых алгебр Ли.
Тема 9. Полная приводимость конечномерных представлений простых алгебр Ли.
Тема 10. Форма Киллинга.
Тема 11. Критерии Картана полупростоты и разрешимости.
Тема 12. Операторы Казимира. Теорема Вейля.
Тема 13. Компактные алгебры Ли.
Тема 14. Комплексификация и вещественные формы алгебры Ли.
Тема 15. Корневая система полупростой компактной алгебры Ли. Базис Картана-Вейля.
Тема 16. Системы Корней.
Тема 17. Восстановление алгебры Ли по ее корневой системе. Системы корней ранга два.
Тема 18. Классификация систем простых корней.
Тема 19. Классификация систем простых корней. Схемы Дынкина.
Тема 20. Представления старшего веса. Представление алгебры $sl(2)$.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине осуществляется путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. 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 7 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=21853>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Задачи для самостоятельного решения.

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 смешенном формате, оснащенные системой («Актру»).

15. Информация о разработчиках

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