

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет  
Кафедра теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ  
проректор

\_\_\_\_\_ П. А. Машаров  
«17» апреля 2025 г.  
МП

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **МЕТОДЫ ТЕОРИИ ГРУПП В ФИЗИКЕ**

Укрупненная группа направлений подготовки	28.00.00 Нанотехнологии и наноматериалы
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	28.03.03 Наноматериалы
Направленность (профиль) образовательной программы	Наноматериалы
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Методы теории групп в физике»** для обучающихся по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы (Профиль: Наноматериалы), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. № 968 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2025 года.

Разработчик:

доцент кафедры теоретической физики и  
нанотехнологий,  
канд. физ.-мат. наук

В. И. Финохин

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий.

Протокол от 10.04.2025 г. № 18.

Заведующий кафедрой

А. Г. Петренко

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета  
16.04.2025 г.

С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.

Протокол от 16.04.2025 г. № 4

Председатель

В. Н. Котенко

Руководитель основной образовательной  
программы, д-р физ.-мат. наук, проф.  
10.04.2025 г.

А. Г. Петренко

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Математический анализ, Механика и молекулярная физика, Физика твердого тела.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Статистическая физика и термодинамика, Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы (далее – ОП)	28.03.03 Наноматериалы (Профиль: Наноматериалы)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.2.1 Методы теории групп в физике
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор обучающегося
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

### 2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	4	7	26	-	26	56	108	экзамен

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение групповых свойств физических структур и динамики частиц и полей и методов теории групп, используемых при их исследовании, знакомство с основными достижениями теории конденсированного состояния и элементарных частиц, достигнутых с применением этих методов.

**4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ  
ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ  
И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-1. Способен апробировать новые методики с согласованием полученных результатов с результатами стандартных методик	ПК-1.15. Анализирует возможные подходы к решению задач профессиональной деятельности, оценивает их эффективность и соответствие поставленным целям.	ПК-1.15.1. Знает основные положения теории групп, теорию представлений групп, группы перестановок, теорию кристаллографических групп, групп Лоренца и Пуанкаре. ПК-1.15.2. Умеет решать задачи, связанные со структурированием группы: находить подгруппы, делить на классы сопряженных элементов, искать инвариантную подгруппу и фактор-группу. ПК-1.15.3. Владеет методами разбиения групп на классы и классы сопряженных элементов, методами приведения матриц к эквивалентным представлениям в разных базисах, разложения матриц приводимых представлений в прямую сумму неприводимых.
	ПК-1.16. Применяет эффективные методы решения задач профессиональной деятельности.	ПК-1.16.1. Знает методы приведения матриц к эквивалентным представлениям в разных базисах, разложения матриц приводимых представлений в прямую сумму неприводимых. ПК-1.16.2. Умеет решать задачи о расщеплении вырожденных уровней в теории возмущений и о нахождении правил отбора матричных элементов квантово-механических операторов ПК-1.16.3. Владеет методами классификации вырожденных уровней, методами расщепления уровней при понижении симметрии гамильтониана, методами получения правил отбора

**5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Группы	
Группы.	Группы, подгруппы, изоморфизм и гомоморфизм. Конкретные группы. Представление групп, операции с представлениями.
Группы симметрии.	Колебания симметричных систем. Симметрия кристаллов. Спонтанное нарушение симметрии.
Непрерывные группы	Группы Ли, инфинитезимальные преобразования. Представления группы вращений.
Тензоры и спиноры	Неприводимые представления группы поворотов и группы вращений. Спинорная алгебра. Тензорная алгебра..

Раздел 2. Применение теории групп в физике	
Представления группы Лоренца.	Классификация неприводимых представлений. Спинорная алгебра, тензорная алгебра. Полная группа Лоренца.
Стандартная теория элементарных частиц.	Классификация частиц групповыми методами. Локальная и глобальная симметрия, калибровочные поля.

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 7

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Группы	18		18	34	70
Группы.	4		4	8	16
Группы симметрии.	4		4	8	16
Непрерывные группы	5		5	9	19
Тензоры и спиноры	5		5	9	19
Раздел 2. Применение теории групп в физике	8		8	22	38
Представления группы Лоренца.	4		4	11	19
Стандартная теория элементарных частиц.	4		4	11	19
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	26	–	26	56	108

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Контрольные вопросы

#### Раздел 1

1. Определение группы, подгруппы, изоморфизм и гомоморфизм.
2. Представление групп, операции с представлениями.
3. Колебания симметричных систем.
4. Симметрия кристаллов.
5. Спонтанное нарушение симметрии.
6. Группы Ли, инфинитезимальные преобразования,
7. Представления группы вращений.
8. Спиноры, их свойства.

#### Раздел 2

9. Тензорные представления группы вращений.
10. Представления группы Лоренца. Инфинитезимальные преобразования
11. Спиноры группы Лоренца.
12. Тензоры группы Лоренца.
13. Групповая классификация элементарных частиц.
14. Калибровочные поля.

### 7.2. Темы письменных работ (типы задач)

- Группы. Группы, подгруппы, изоморфизм и гомоморфизм. Конкретные группы. Представление групп, операции с представлениями.
- Группы симметрии. Колебания симметричных систем. Симметрия кристаллов. Спонтанное нарушение симметрии.
- Непрерывные группы. Группы Ли, инфинитезимальные преобразования. Представления группы вращений.
- Тензоры и спиноры. Неприводимые представления группы поворотов и группы вращений. Спинорная алгебра. Тензорная алгебра.
- Представления группы Лоренца. Классификация неприводимых представлений. Спинорная алгебра, тензорная алгебра. Полная группа Лоренца.
- Стандартная теория элементарных частиц. Классификация частиц групповыми методами. Локальная и глобальная симметрия, калибровочные поля.

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

### 7.3. Образец содержания экзаменационного билета

Донецкий государственный университет  
Физико-технический факультет  
Кафедра теоретической физики и нанотехнологий

Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	28.03.03 Наноматериалы
Профиль подготовки	Наноматериалы
Форма обучения	Очная
Семестр	Седьмой
Дисциплина	Методы теории групп в физике

#### Экзаменационный билет № 1

1. Колебания симметричных систем.
2. Изоморфизм и гомоморфизм.
3. Полная группа Лоренца.

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий, протокол № \_\_ от \_\_\_\_ 202\_\_ г.

Заведующий кафедрой

Экзаменатор

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

### 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже.

Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

#### 8.1. Семестр 7

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
ИТОГО		60
Промежуточная аттестация (экзамен)		40
Общий итог за семестр		100

#### Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

### 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4 учебном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий(ауд.256).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

## 10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 10.1. Основная литература

1. Хамермеш, М. Теория групп и ее применение к физическим проблемам : Учеб. пособие / М. Хамермеш ; Пер. с англ. Ю. А. Данилова. - 2-е изд. - М. : УРСС, 2002. - 587 с.
2. Курош, А. Г. Теория групп / А. Г. Курош. - 4-е изд. - СПб. и др. : Лань, 2005. - 648 с.
3. Теория групп и некоторые вопросы алгебры : сб. ст. / редкол.: И. В. Мисюркеев (гл. ред.) и др. ; Пермский гос. ун-т. - Пермь, 1975. - 106 с.
4. Ковалев, О. В. Неприводимые и индуцированные представления и копредставления федоровских групп : Справ. рук. / О. В. Ковалев. - М. : Наука, 1986. - 367 с.

### 10.2. Дополнительная литература

1. Холл, М. Теория групп / М. Холл ; пер. с англ. Н. В. Дюмина и З. П. Жилинской ; под ред. Л. А. Калужнина. - Москва : Изд-во иностр. лит., 1962. - 468 с.
2. Вейль, Г. Теория групп и квантовая механика : пер. с англ. / Г. Вейль ; пер. Б. И. Галаева, С. Г. Шеховцова ; под ред. Д. П. Желобенко. - Москва : Наука, 1986. - 495 с.
3. Любарский, Г. Я. Теория групп и физика / Г. Я. Любарский. - Москва : Наука, 1986. - 224 с.

## 11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания Сетевой электронной библиотеки, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://urait.ru/library/svobodnyy-dostup/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания свободного доступа, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.



6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный.

## 12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).