

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет  
(назва факультету)

Кафедра ядерної фізики та високих енергій



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
Теорія груп і симетрія

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань

10 «Природничі науки»

(шифр і назва)

спеціальність

104 «Фізика та астрономія»

(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень

магістр

(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма

Фізика високих енергій

(назва освітньої програми)

вид дисципліни

обов'язкова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

1

Кількість кредитів ECTS

3

Мова викладання, навчання  
та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

залік

Викладачі: канд.. фіз.-мат. наук, Барабаш О.В.

(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

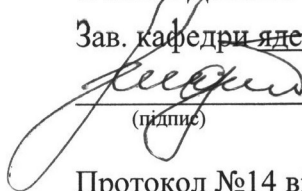
КИЇВ – 2022



Розробник: *Барабаш О.В.*, канд. фіз.-мат. наук, доцент

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ядерної фізики та високих енергій



(підпис)

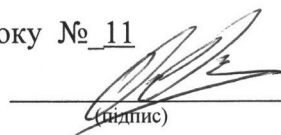
( Каденко І.М. )  
(прізвище та ініціали)

Протокол №14 від «03» червня 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол від « 10 » червня 2022 року № 11

Голова науково-методичної комісії



(підпис)

( Оліх. О.Я. )  
(прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 \_\_\_\_ року

## ВСТУП

### 1. Мета дисципліни - надання студентам

- необхідних глибоких та систематичних знань з курсу теорії симетрій;
- основних методів теорії груп, широкоживаних у фізиці високих енергій;
- основ теорії представлень, принципів, що зв'язують симетрії та закони збереження; властивостей груп, найбільш вживаних у фізиці високих енергій.

### 2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Успішне опанування базових курсів фізики («Фізика атомного ядра та елементарних частинок»).
2. Знання теоретичних основ курсу («Фізика атомного ядра та елементарних частинок»)

### 3. Анотація навчальної дисципліни:

“Теорія груп і симетрія” – є математичний апарат теорії груп.

*Структура курсу:* робота з вивчення програмного матеріалу поділяється на **два змістовних модулів**. У першому змістовому модулі вивчається матеріал за темою “ *Основи теорії груп* ”, у другому – “ *Застосування методів теорії груп у фізиці високих енергій* ”.

У межах кожного із змістових модулів передбачається проведення контролю з розв'язку задач за темою матеріалу модуля та розробки проблемних тем самостійної роботи студента.

**4. Завдання (навчальні задачі)** – засвоєння основних методів і знань, що використовуються в теорії груп і симетрії. Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Фізика», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОНП «Фізика високих енергій» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей:

#### Інтегральних:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми дослідницького та інноваційного характеру у фізиці та астрономії.

#### Загальних:

**ЗК04.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

**ЗК06.** Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

**ЗК07.** Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

#### Фахових:

**СК01.** Здатність використовувати закони та принципи фізики у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.

**СК05.** Здатність сприймати новоздобуті знання в області фізики та астрономії та інтегрувати їх із уже наявними, а також самостійно опановувати знання і навички, необхідні для розв'язання складних задач і проблем у нових для себе деталізованих предметних областях фізики та астрономії й дотичних до них міждисциплінарних областях.

**СК10.** Здатність використовувати знання й уміння в галузі практичного використання комп'ютерних технологій для дослідження процесів в ФВЕ.

**СК12.** Здатність застосовувати знання теорій опису фізичних властивостей елементарних частинок та процесів взаємодії.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Засвоєння основних методів і знань, що використовуються в теорії груп і симетрії	Лекція	Тест	15
2.1	Використання основних методів і знань, що використовуються в теорії груп і симетрії	Лекція	Тест	85

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

Результати навчання дисципліни	1.1	2.1
<b>Програмні результати навчання</b>		
<b>РН06.</b> Обирати ефективні математичні методи та інформаційні технології та застосовувати їх для здійснення досліджень та/або інновацій в області фізики та астрономії.	+	
<b>РН10.</b> Відшуковувати інформацію і дані, необхідні для розв'язання складних задач фізики та астрономії, використовуючи різні джерела, наукові видання, наукові бази даних тощо, оцінювати та критично аналізувати отримані інформацію та дані.		+
<b>РН12.</b> Розробляти та застосовувати ефективні алгоритми та спеціалізоване програмне забезпечення для дослідження моделей фізичних та астрономічних об'єктів і процесів, обробки результатів експериментів і спостережень.	+	+
<b>РН13.</b> Створювати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі природних об'єктів та явищ, перевіряти їх адекватність, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, аналізувати обмеження.	+	
<b>РН15.</b> Планувати наукові дослідження з урахуванням цілей та обмежень, обирати ефективні методи дослідження, робити обґрунтовані висновки за		+

результатами дослідження.		
<b>РН18.</b> Застосовувати сучасні методи програмування на мові C, C++ та Python з пакетом ROOT для розв'язування конкретних задач у фізиці високих енергій.	+	+
<b>РН20.</b> Вміти використовувати віртуальний детектор для обчислення акцептанта реєстрації подій та ефективності реєстрації частинок, адронних струменів, та інших процесів.	+	+
<b>РН22.</b> Вміти формулювати основні фізичні принципи процесів на кварковому рівні;	+	+
<b>РН23.</b> Вміти встановлювати причинно-наслідковий зв'язок між статичними та динамічними характеристиками частинок..	+	+
<b>РН24.</b> Проводити аналітичні та чисельні методи опису кінетики процесу взаємодії і розпаду частинок.	+	+

## 8. Схема формування оцінки:

Навчальна дисципліна «Теорія груп і симетрія » оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона складається з 2-х модулів. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 - бальною шкалою.

### 8.1 Форми оцінювання студентів: (зазначається перелік видів робіт та форм їх контролю / оцінювання із зазначенням Min. – рубіжної та Max. кількості балів чи відсотків)

- семестрове оцінювання:

1. 2-і модульні контрольні роботи (максимум – 10+20=30 балів).

2. Опитування і контрольні при проведенні лекційних занять (максимум – 10 балів).

3. Оцінювання лабораторних робіт (максимум – 30 балів).

- підсумкове оцінювання у формі заліку (максимум – 30 балів)

- Підсумкове оцінювання у формі заліку (підсумкова кількість балів з дисципліни (максимум 100 балів), яка визначається як сума (проста або зважена) балів за систематичну роботу впродовж семестру. Оцінка виставляється за результатами роботи студента впродовж усього семестру.

	Семестрова кількість балів	ПКР (підсумкова контрольна робота) чи/або чи іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	30	0	60
Максимум	70	30	100

## 8.2 Організація оцінювання:

### Шкала відповідності (за умови іспиту)

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою	
90 – 100	5	Відмінно
85 – 89	4	Добре
75 – 84		
65 – 74	3	Задовільно
60 – 64		
35 – 59	2	не задовільно
1 – 34		

### Шкала відповідності (за умови заліку)

# СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

№ п/п	НАЗВА ЛЕКЦІЇ	Кількість годин			
		Лекції	Лабораторні роботи	Семінари	Самостійна робота
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. “Основи теорії груп”					
1.	Роль симетрій у фізиці високих енергій. Неперервні та дискретні групи.	3			6
2.	Представлення груп. Звідні та незвідні представлення. Лема Шура. Розвинення довільного представлення по незвідним.	3			6
3.	Група Лоренца та група $SL(2, \mathbb{C})$ .	3			6
4.	Групи і алгебри. Ізотопічна інваріантність і група $SU(2)$ . Характери незвідних представлень. Фундаментальне і приєднане представлення групи $SU(2)$ .	3			6
5	Інваріантна міра групи $SU(N)$ . Обчислення характерів незвідних представлень групи $SU(3)$ . Теорема Ньотер.	3			6
6	Інваріантна міра та характери групи $SU(N)$ . Калібрувальна симетрія.	3			
	Модульна контрольна робота				
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. “Застосування методів теорії груп у фізиці високих енергій”.					
7.	Аромати і кольори кварків. Група $SU(3)$ . Кварки і глюони. Цвітовий простір. Коваріантні величини та інваріанти	3			6
8.	Коваріантні величини та інваріанти. Інваріантність міри КЕД та КХД	3			6
9.	Визначення груп Лі. Рівняння Лі. Вирішення деяких рівнянь Лі	3			6
10.	Група перенормувань.	3			6
	Модульна контрольна робота				
Всього		30			60

**Загальний обсяг 90 год., в тому числі**

Лекцій - **30 год.**

Лабораторні заняття - **0 год.**

Семінари – **0 год.**

Практичні заняття – 0 год.  
Тренінги - 0 год.  
Консультації – 1 год.  
Самостійна робота - 60 год.

## Література

### Основна

1. Хамермеш, М. *„Теория групп и ее применение к физическим проблемам”*. – М.: Мир 1966, 587 с.
2. Голод, П.И., Климык, А.У., *„Математические основы теории симметрий”*. М.: Наука, 2002 г. 529 с.
3. Желобенко, Д.П. *„Компактные группы и их представления”*. М.: Наука, 1976 г. 660 с.
4. Боголюбов, Н.Н. и Ширков, Д.В., *„Введение в теорию квантованных полей –* М.: Наука, 1966 г. 416 с.
5. Лифшиц, Е.М. Пятаевский, Л.П. *„Релятивистская квантовая теория”*, часть 2, М.: Наука, 1971 г. 289 с.
6. Славнов, А.А., Фаддеев, Л.Д., *„Введение в квантовую теорию калибровочных полей”*, М.: Наука, 1978 г. 238 с.
7. Райдер, Л. *„Квантовая теория поля”*. – М.: Платон 1998, 517 с.

### Додаткова

1. Рихтмайер, Р. *„Принципы современной теоретической физики”*, том 2. – М.: Мир 1984, 382 с.
2. Гельфанд, Л.М., Минлос, Р.А., Шапиро, З.Я. *„Представление группы вращений и группы Лоренца, их применения”*. М.: Наука, 1961 г. 370 с.
3. **Кройц, М.** *„Кварки, глюоны и решетки”*
4. Ландау Л.Д., *Статистическая физика”*, ч. 1. М.: Наука, 1964 г. 585 с.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц, Е.М. *„Теория поля”*, М.: Наука, 1967 г. 460 с.
6. **Greiner W., Reinhardt J.** Quantum electrodynamics. Springer, 2003.
7. **Любарский Г.Я.** Теория групп и ее применения в физике. 4-е изд. - М.: Наука, 1968. – 268 с.
8. **Вайнберг С.** Квантовая теория поля. Т.1. Общая теория. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 648 с.