

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет  
(назва факультету)

Кафедра ядерної фізики та високих енергій



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Сучасні дослідження на нейтральних пучках**

(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

**бакалавр**

(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма

**Фізика**

(назва освітньої програми)

спеціалізований вибірковий блок **“Фізика високих енергій”**

(за наявності)

(назва спеціалізації)

вид дисципліни

**вибіркова**

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

5

Кількість кредитів ECTS

3

Мова викладання, навчання  
та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

залік

Викладачі: докт. фіз.-мат. наук, професор В.Є. Аушев;

(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)

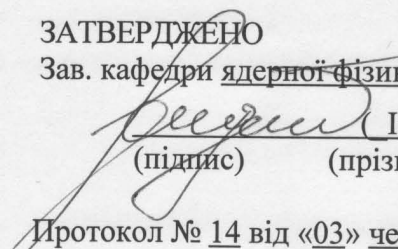
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробник: *Аушев В.Є. доктор фіз.-мат. наук, професор КЯФВЕ*

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ядерної фізики та високих енергій

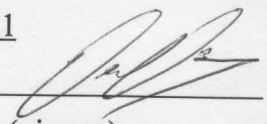
 (підпис) (Ігор Каденко)  
(прізвище та ініціали)

Протокол № 14 від «03» червня 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією факультету  
фізичного факультету

Протокол від «10» червня 2022 року №11

Голова науково-методичної комісії

 (підпис) (Олег Оліх)  
(прізвище та ініціали)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – Метою дисципліни «Сучасні дослідження на нейтральних пучках» є отримання студентами глибокого розуміння природи нейтронів, особливості синхротронних пучків, сучасних теорій, які описують методи аналізу структури речовини цими пучками, експериментальні дослідження в масштабах атомів з використанням нейтральних пучків.

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

1. Успішне опанування всіх попередніх курсів фізики високих енергій, теоретичної астрофізики та ядерної фізики.
2. Вміти вести розрахунки і розв'язувати задачі з ядерної фізики та фізики елементарних частинок.
3. Володіти навичками написання комп'ютерних програм для аналізу даних.

### **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна «Сучасні дослідження на нейтральних пучках» є одним з розділів курсу фізики для підготовки фахівців в галузі прикладної фізики нейтронів і фотонних наук, і є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр". Курс «Сучасні дослідження на нейтральних пучках» дозволить значно покращити професійну підготовку студентів кафедри ядерної фізики, підготувати їх до участі в експериментах в сучасній фізиці прикладних досліджень із нейтронними пучками.

**4. Завдання (навчальні задачі)** – навчити студентів вільно орієнтуватися на якісному та кількісному рівні в основних теоріях та експериментах по фізиці нейтронів і фотонів. Виробити навички практичного використання засвоєних знань, методів і підходів у наукових дослідженнях, які складають основу професійної діяльності. Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОНП «Фізика» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей:

#### Інтегральних:

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

#### Загальних:

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

#### Фахові:

ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

ФК3. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

ФК4. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.

ФК5. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.

ФК6. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

ФК15. Здатність аналізувати світові тренди розвитку фізики та астрономії для вибору власної освітньої траєкторії навчання та тематики майбутніх наукових досліджень.

### **5. Результати навчання за дисципліною:**

<i>Результат навчання</i> (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		<i>Методи викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
<i>Код</i>	<i>Результат навчання</i>			
1.	<i>Знати:</i>	<i>Лекції, самостійна робота</i>	<i>Тести, опитування, модульна контрольна</i>	50
1.1	<i>основні положення теорії фізики нейтронів і фотонів;</i>			
1.2	<i>основи і принципи досліджень з нейтронними і фотонними пучками різних енергій;</i>			
1.3	<i>найбільш відомі сучасні експериментальні установки з когерентними фотонними і нейтронними пучками в США, Німеччині, Японії та ін.</i>			
1.4				
2.	<i>Вміти:</i>	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Тести, опитування, модульна контрольна</i>	50
2.1	<i>логічно і послідовно формулювати основні поняття і методи, які відповідають прикладній фізиці з нейтронними і фотонними пучками;</i>			
2.2	<i>знати основні напрямки досліджень в лабораторіях по нейтронній фізиці та фотонних пучків (когерентних і некогерентних); аналізувати експериментальні дані та оцінювати точність отриманих результатів;</i>			
2.3	<i>самостійно опанувати та використовувати літературу по сучасній прикладній фотонній і нейтронній фізиці.</i>			

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

<b>Результати навчання дисципліни</b>	<b>1.</b>	<b>2.</b>
<b>Програмні результати навчання</b>		
ПРН2. Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні	+	

\*  
\*

процеси, які відбуваються в них.		
ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.		+
ПРН5. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії	+	+
ПРН8. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.	+	+
ПРН14. Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.	+	+
ПРН16. Мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних та астрономічних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів.	+	+
ПРН26. Мати базові навички самостійної оцінки рівня освітніх програм з фізики та астрономії у глобальному освітньому просторі для вибору цілеспрямованих візитів по програмі академічної мобільності.	+	+
ПРН27. Мати базові навички самостійної оцінки рівня освітніх програм із природничих наук в Україні і світі для їх вибіркового опанування в рамках міждисциплінарного шляху розвитку науки.	+	+

## 8. Схема формування оцінки.

Робота з вивчення програмного матеріалу поділяється на два змістові модулі. У межах кожного із змістовних модулів передбачається проведення тестів за темою матеріалу модуля, виконання студентами самостійних роботи. Загальна оцінка формується з оцінювання: виконання домашніх самостійних завдань, тестів та контрольних.

### 8.1. Форми оцінювання студентів.

Підсумкова форма контролю виконання студентом самостійних робіт – залік. Підсумковий контроль знань з навчальної дисципліна " Сучасні дослідження на нейтральних пучках " студентів проводиться у формі заліку з використанням модульно-рейтингової системи оцінювання.

### 8.2. Організація оцінювання:

#### Організація оцінювання заліку з самостійної роботи і поточного тестування.

Умова допуску студента до заліку — проведення наукової доповіді студентами по заданій темі " Сучасні дослідження на нейтральних пучках " з оформленням відповідних слайдів. Максимальна кількість балів, яка може бути отримана студентом за виконання самостійних робіт та поточних тестів по кожній темі прочитаних лекцій складає 40 балів.

#### Організація оцінювання на заліку з навчальної дисципліни.

Наприкінці кожного змістового модулю проводиться контроль теоретичних і практичних знань у вигляді модульної письмової контрольної роботи (за розрахунок 1 год. самостійної роботи). Максимальна кількість балів, яка може бути отримана за підсумком кожного тестування із змістовних модулів – 10. Загальна максимальна кількість балів, яка може бути отримана студентом при виконанні тестових завдань двох змістових модулів - 20. Таким чином, з урахуванням усіх тестів і виконання самостійної роботи максимальна кількість балів до проведення підсумкового заліку — 60 балів.

Підсумковий контроль знань з навчальної дисципліна " Сучасні дослідження на нейтральних пучках" студента проводиться у формі заліку, під час якого може бути отримана максимальна кількість балів – 40. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка на заліку складається з семестрової модульної та залікових оцінок і дорівнює 100 балам.

Умови допуску до підсумкового заліку — проведення наукової доповіді по визначеній темі, позитивна оцінка за кожною з модульних контрольних робіт та всіх поточних тестів по кожній темі — не менше 20 балів. У відсутність студента на модульній контрольній роботі з поважних причин, які підтверджені документально, студент повинен пройти модульний контроль у інші терміни в установленому деканатом порядку.

### 8.3 Шкала відповідності оцінок.

#### *Шкала відповідності для заліку з лабораторних робіт*

Зараховано/ Passed	60 — 100
Не зараховано / Fail	0 — 59

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин			
		лекції	практ. ан.	лаб. роб.	самоств. робота
Змістовий модуль 1.					
1	Вступ. Предмет вивчення експериментальної прикладної фізики на пучках нейтринів та фотонів. Експериментальне обладнання для досліджень і особливості проведення експериментів. Зв'язок із атомною і ядерною фізикою.	2			4
2	Різні джерела нейтронів Нейтронні пучки від реакторів та нейтронних генераторів.	2			8
3	Детектори нейтронів. Типова постановка прикладних експериментів.	2	4		8
4	Поперечні перерізи взаємодії нейтронів. Основні наукові центри для прикладних досліджень із нейтронами.	4			6
5	Фотонні пучки на електронних прискорювачах— синхротронне випромінювання.		4		4
	Модульна контрольна робота 1				2
Змістовий модуль 2.					
7	Принцип одержання когерентного випромінювання на пучках вільних електронів.		2		4
8	XFEL, LCLS та LCLS-II — рентгенівські лазери на довжинах хвиль порядку ангстремів і менше.	2			10
9	Приклади прикладних досліджень в матеріалознавстві, біомолекул		4		4
10	Особливості досліджень процесів в фемтосекундному діапазоні.	3			8
	Модульна контрольна робота 2				2
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>15</b>	<b>14</b>		<b>61</b>

Загальний обсяг год. -**90-**, в тому числі:  
 лекцій –**15 год.**;  
 лабораторні роботи – **0 год.**;  
 практичні заняття – **14 год.**;  
 самостійна робота - **61 год.**,  
 тренінги - **0 год.**,  
 консультації – **2 год.**

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

1. J.B. Murphy & C. Pellegrini, “Introduction to the Physics of the Free Electron Laser”, Laser Handbook, vol. 6 p. 9-69 (1990).
2. R. Bonifacio et al, “Physics of the High-Gain Free Electron Laser & Superradiance”, Rivista del Nuovo Cimento, Vol. 13, no. 9 p1-69 (1990) [see also Rivista del Nuovo Cimento, Vol. 15, no. 11 p1-52 (1992) ]
3. The World Wide Web Virtual Library: Free Electron Laser research and applications [http://sbfel3.ucsb.edu/www/vl\\_fel.html](http://sbfel3.ucsb.edu/www/vl_fel.html)

2. Saldin E.L., Schneidmiller E.A., Yurkov M.V. The physics of free electron lasers. - Berlin et al.: Springer, 2000. (Advanced texts in physics, ISSN 1439-2674).

**Інші корисні джерела:**

<http://www.stfc.ac.uk/astec/38749.aspx>

[https://slacportal.slac.stanford.edu/sites/lcls\\_public/Pages/Default.aspx](https://slacportal.slac.stanford.edu/sites/lcls_public/Pages/Default.aspx)

<http://xfel.riken.jp/eng/index.html>

<http://xfel.desy.de/>

The World Wide Web Virtual Library: Free Electron Laser research and applications [http://sbfel3.ucsb.edu/www/vl\\_fel.html](http://sbfel3.ucsb.edu/www/vl_fel.html)