

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

(назва факультету, інституту)

Кафедра ядерної фізики та високих енергій



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
„Прискорювачі заряджених частинок”

(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 вибіркового блок  
(за наявності)

“фізика високих енергій”

(назва спеціалізації)

вид дисципліни

вибіркова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

7

Кількість кредитів ECTS

4

Мова викладання, навчання  
та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

залік

Викладачі: канд. фіз.-мат. наук, доцент О.А.Безшийко

канд. фіз.-мат. наук, доцент Л.О. Голінка-Безшийко

(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)

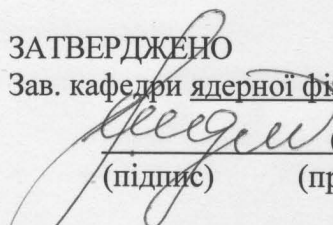
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробники: *О.А.Безшийко*, канд. фіз.-мат. наук, доцент КЯФВЕ  
*Л.О. Голінка-Безшийко*, канд. фіз.-мат. наук, доцент КЯФВЕ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ядерної фізики та високих енергій

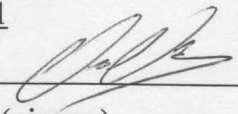
 (Ігор Каденко)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – отримання студентами глибоких та систематичних знань з курсу фізики, що включає засвоєння основних фізичних законів, які лежать в основі роботи прискорювачів, володіння методами і принципами як теоретичного розв'язку фізичних задач, так і планування та виконання фізичного експерименту на прискорювачах.

### 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:

Навчальна дисципліна „Прискорювачі заряджених частинок” є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня „бакалавр фізики”. Пучки заряджених частинок, що отримуються на прискорювачах, знайшли широке застосування в сучасній науці і техніці. Перш за все це фізика атомного ядра і елементарних частинок, фізика плазми, проблема керованого термоядерного синтезу, фізика твердого тіла, генерація надвисоких частот, накачка лазерів, а також практичне застосування в медицині, обробці матеріалів, дефектоскопії, харчовій промисловості, електронних приладах і т. д. Дисципліна “Прискорювачі заряджених частинок” є базовою для засвоєння фундаментальних знань з фізики прискорювачів, оволодіння основними поняттями, принципами і підходами до розуміння фізичних основ роботи прискорювачів та вміння використовувати пучки прискорених частинок в наукових дослідженнях та прикладних галузях

**4. Завдання (навчальні задачі)** – використовувати пучки прискорених частинок при проведенні ядерно-фізичних експериментів або при застосуванні пучків в прикладних задачах.. 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:

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК4. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

#### Фахові:

ФК1. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

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:

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	Вступ до прискорювачів, фізика прискорювачів заряджених частинок	Лекція	Тест	15
2.1	Застосовувати теоретичні знання з фізики	Лекція, практичне заняття	Тест	85

прискорювачів заряджених частинок	(лабораторні)		
-----------------------------------	---------------	--	--

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

Результати навчання дисципліни	1.1	2.1
<b>Програмні результати навчання</b>		
ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.	+	
ПРН4. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.		+
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.	+	+
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:

Навчальна дисципліна „Прискорювачі заряджених частинок” 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 ви- ставляється 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

N	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин		
		Лекції	Семінари	Самостійна роб.
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Вступ до фізики прискорювачів				
1	Вступ. Призначення прискорювачів. Найважливіші характеристики. Класифікація. Каскадні прискорювачі. Електростатичні генератори. Тандем.	4	2	8
2	Джерела іонів.Формування іонних пучків. Основи вакуумної техніки. Вимірювання вакууму.	4		8
3	Індукційні методи прискорення. Бетатрон. Лінійні індукційні прискорювачі.Резонансні методи прискорення. Резонансні лінійні прискорювачі важких та легких частинок. Циклічні прискорювачі. Циклотрон. Ізохронний циклотрон	4		8
4	Автофазування. Синхротрон. Фазотрон. Синхрофазотрон (протонний синхротрон). Мікротрон.	4		8
5	Метод зустрічних пучків. Накопичувальні кільця. Емітанс. Світність зустрічних пучків. Застосування прискорювачів в інших галузях науки і техніки.	4		8
Модульна контрольна робота 1				
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. «Вступ до фізики прискорювачів»				
6	Взаємодія гамма-випромінювання з речовиною. Фотоефект.	4	2	8
7	Комптонівське розсіяння гамма-квантів, утворення пар.	2		8
8	Взаємодія гамма-випромінювання з речовиною. Фотоефект.	2		8
9	Комптонівське розсіяння гамма-квантів, утворення пар.	2		6
Модульна контрольна робота 2				
Всього			14	75

**Загальний обсяг 120 год., в тому числі**

Лекцій - **30 год.**

Лабораторні заняття - **14 год.**

Семінари – **0 год.**

Практичні заняття – **0 год.**

Тренінги - **0 год.**

Консультації – **1 год.**

Самостійна робота - **75 год.**

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

**Основна:** (Базова)

1. А.Н.Лебедев, А.В.Шальнов. Основы физики и техники ускорителей.-М.:1991.-528 с.
2. Гольдин Л.Л. Физика ускорителей.-М.,1983.-144 с.
3. Комар Е.Г. Основы ускорительной техники.-М.,1975.-368 с.
4. Ливингуд Дж. Принципы работы циклических ускорителей.-М.,1963.-494 с.
5. Быстров Ю.А., Иванов С.А. Ускорители и рентгеновские приборы.-М.,1976.-207 с.
6. Форрестер А.Т. Интенсивные ионные пучки.- М.,1992.-358 с.
7. Вальднер О.А., Глазков А.А. Столкновители заряженных частиц - коллайдеры. М.,1991.-108 с.

8. Коломенский А.А. Физические основы методов ускорения заряженных частиц.-М.:Изд-во Моск.ун-та,1980.-302 с.
9. Кучеренко Е.Т. Справочник по физическим основам вакуумной технике.- К.: Вища школа,1981.-264 с.

### ***Додаткова:***

1. Manual for troubleshooting and upgrading of neutron generators.,-IAEA-TECDOC-913, November, 1996.
2. Guide to video clip “Procedures related to the maintenance of neutron generators”. Visul aid to IAEA-TECDOC-913, (1997).
3. CMS. The Compact Muon Solenoid . Muon technical Design Report. CERN/LHC 97-32, CMS TDR 3, 15 December 1997.; CMS Collaboration. March 1998 (CERN).
4. IAEA Report. Technical Committee Meeting on Accelerator based Neutron Sources, 5-8 October 1999, Debrecen, Hungary. Working Material.
5. GSI. An International Accelerators Facility for Beams of Ions Antiprotons. Conceptual Design Report.
6. ALICE. Technical proposal for A Large Ion Collider Experiment at the CERN LHC. CERN/LHCC/95-71, LHCC/P3, 15 December 1995.
7. Физика быстрых нейтронов (монография). Под ред. В.И. Стрижака. М., Атомиздат, 1977, 288 с. Авт.: Стрижак В.И., Гуртовой М.Е., Лещенко Б.Е., Прокопец Г.А., Ситько С.П.,
8. Leshchenko B.E., Onishchuk Yu.N., Litovchenko P.G., Kolomiets N.F., Dryapachenko I.P., Koval G.N. The accelerator based neutron sources in Ukraine and their application for nuclear physical and applied utilization. Report IAEA, Technical Committee Meeting on Application of Accelerator Based Neutron Sources, Debrecen, Hungary, 2000.
9. P. Sortals, ECR ion source developments at GANIL, Nuclear Physics News, Vol. 6, No. 4, 1996, p. 6-8.
10. В.А.Бабенко, Л.Л.Енковский,В.Н.Павлович, Ядерная энергетика. Тенденции в мире и особенности Украины. Физика элементарных частиц и атомного ядра. 2007. т.38. вып. 6, с.1517-1581. ( с. 1564- 1569 про ADS ).
11. Seiji Shiroya, Hironobu Unesaci, Yohichi Kawase, Hirotake Moriyama and Makoto Inoue, BASIC STUDY ON NUCLEAR CHARACTERISTICS OF ACCELERATOR DRIVEN SUBCRITICAL REACTOR AS FUTURE NEUTRON SOURCE. Report IAEA, Technical Committee Meeting on Application of Accelerator Based Neutron Sources, Debrecen, Hungary, 2000.

### **Інтернет-ресурси**

- 12.<http://nuclphys.sinp.msu.ru/>; <http://atom.univ.kiev.ua/>; <http://pdg.lbl.gov>;
- 13.<http://www.webelements.com/>
- 14.<http://www.jinr.ru/>
- 15.<http://www.cern.ch/>
- 16.<http://www.gsi.de/>
- 17.<http://www.desy.de/>
- 18.<http://www.slac.stanford.edu/>
- 19.<http://www.kek.jp/>