

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

(назва факультету, інституту)

Кафедра ядерної фізики та високих енергій



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Сучасні методи реєстрації іонізуючого випромінювання**

(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**

освітня програма

(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

**Фізика**

(назва освітньої програми)

спеціалізований вибірковий блок  
(за наявності)

**фізика високих енергій; ядерна енергетика**

(назва спеціалізації)

вид дисципліни

**вибіркова**

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

6

Кількість кредитів ECTS

3

Мова викладання, навчання  
та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

іспит

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

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

(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)

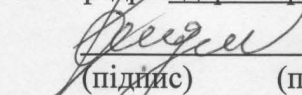
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

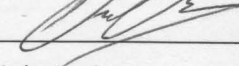
Зав. кафедри ядерної фізики та високих енергій

 (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** – надання студентам глибоких та систематичних знань з цього курсу, що включає засвоєння основних фізичних закономірностей та методів реєстрації іонізуючого випромінювання в сучасних експериментах.

### **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. Успішне опанування курсу «Методи реєстрації іонізуючого випромінювання».

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

“Сучасні методи реєстрації іонізуючого випромінювання” – основні методи реєстрації іонізуючого випромінювання різних типів для сучасних експериментів.

*Структура курсу:* робота з вивчення програмного матеріалу поділяється на **два змістові модулі**. У першому – “Базові характеристики основних детекторних систем фізики високих енергій і елементарних частинок.”, у другому модулі – “Основні характеристики експериментальних установок на великих наукових прискорювальних комплексах”.

**4. Завдання (навчальні задачі)** – Основними завданнями вивчення дисципліни є засвоєння основних методів і знань з фізики сучасних детекторів іонізуючого випромінювання, оволодіння методами і принципами як теоретичного розв’язку фізичних задач детекторних систем, так і планування та виконання ядерно-фізичного експерименту. 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 техніці сучасних детекторів.

#### Загальних:

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК7. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК12. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

#### Фахові:

ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і техніки сучасних детекторів при вивченні та дослідженні фізичних та технічних детекторних явищ і процесів.

ФК7. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об’єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

ФК8. Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.

ФК11. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

ФК14. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

| Результат навчання<br>(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  | Фізика реєстрації та техніка детекторів іонізуючого випромінювання  | Лекція                                  | Тест              | 15   |
| 2.1  | Застосовувати теоретичні знання з фізики реєстрації та техніки сучасних детекторів іонізуючого випромінювання | Лекція, практичне заняття (лабораторні) | Тест              | 85   |

## 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>  |     |     |
| ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних 8 фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та астрономії. | +   |     |
| 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.   |     | +   |
| 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.  | +   | +   |
| ПРН28. Мати уявлення про трансдисциплінарний шлях розвитку науки та його значення для вибору майбутньої освітньої траєкторії.   | +   | +   |

## 8. Схема формування оцінки:

Навчальна дисципліна „Сучасні методи реєстрації іонізуючого випромінювання” 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 Міп. – рубіжної та Мах. 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 іспиту (максимум –30 балів)

- Підсумкове оцінювання у 6 семестрі – у формі іспиту (підсумкова кількість балів з дисципліни (максимум 100 балів), яка визначається як сума (проста або зважена) балів за си-

*стематичну роботу впродовж семестру. Оцінка виставляється за результатами роботи студента впродовж усього семестру.*

|                 | Семестрова кількість балів | ПКР (підсумкова контрольна робота) чи/або чи іспит (залік) | Підсумкова оцінка |
|-----------------|----------------------------|--|-------------------|
| <i>Мінімум</i>  | 30                         | 0  | 60                |
| <b>Максимум</b> | <b>70</b>                  | <b>30</b>  | <b>100</b>        |

## 8.2 Організація оцінювання:

**Шкала відповідності** (за умови іспиту)

**Шкала відповідності** (за умови заліку)

| 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                  |                        |               |

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

| N   | НАЗВА ТЕМИ  | Кількість годин |               |                 |
|---|---|-----------------|---------------|-----------------|
|   |   | Лекції          | Лабор. роботи | Самостійна роб. |
| <b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. «Детектори.ч1»</b> |   |                 |               |                 |
| 1   | Трекові детектори. Вершинні детектори.  | 2               |               | 4               |
| 2   | Черенковські детектори (детектори Вавілова-Черенкова).  | 2               | 2             | 4               |
| 3   | Дрейфові камери. Багатодротинкові пропорційні камери.   | 2               |               | 4               |
| 4   | Кріогенні детектори.  | 2               | 2             | 4               |
|   | Модульна контрольна робота 1  |                 |               | 4               |
| <b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. «Детектори.ч2»</b> |   |                 |               |                 |
| 5   | Нейтронні детектори.  | 2               | 2             | 4               |
| 6   | Методи визначення типу іонізуючого випромінювання   | 2               |               | 4               |
| 7   | Формування сигналів з детекторів. Шуми електронних схем.  | 2               | 2             | 4               |
| 8   | Методи часової прив'язки.   | 2               |               | 4               |
| 9   | Часопроекційні камери. Дрейфові трубки.   | 2               |               |                 |
| 10  | Газові детектори з високою «гранулярністю». Детектори перехідного випромінювання. Калориметри. Мюонні детектори | 2               | 2             | 5               |
| 11  | Сучасні детекторні системи фізики високих енергій. Загальний огляд.   | 2               |               |                 |
| 12  | Сучасні детекторні системи фізики високих енергій. Експериментальні установки на LHC.                           | 2               | 2             |                 |
| 13  | Сучасні детекторні системи фізики високих енергій. Експериментальні установки на RHIC.                          | 2               |               |                 |
| 14  | Сучасні детекторні системи фізики високих енергій. Експериментальні установки на FAIR.                          | 4               | 2             |                 |
|   | Модульна контрольна робота 2  |                 |               | 4               |
| <b>Всього</b>                             |   | <b>30</b>       | <b>14</b>     | <b>45</b>       |

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

Лекцій - **30 год.**

Лабораторні заняття - **14 год.**

Семинари – **0 год.**

Практичні заняття – **0 год.**

Тренінги - **0 год.**

Консультації – **1 год.**

Самостійна робота - **45 год.**

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

**Основна:** (Базова)

1. О.А.Безшийко, Л.О. Голінка-Безшийко. Методи реєстрації іонізуючого випромінювання (конспект лекцій), 2011.
2. Handbook of Particle Detection and Imaging. Claus Grupen and Irene Buvat (Eds.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012.
3. <https://pdg.lbl.gov/#gsc.tab=0>
4. О.А.Безшийко, Л.О. Голінка-Безшийко, І.М. Каденко, Б.Ю. Лещенко Методи реєстрації іонізуючого випромінювання. Методичні рекомендації до лабораторного практикуму «Методи

реєстрації іонізуючого випромінювання» для студентів кафедри ядерної фізики фізичного факультету - К., 2008.

### ***Додаткова:***

1. Методичні рекомендації до лабораторного практикуму з курсу «Фізика детекторних систем» для студентів кафедри ядерної фізики фізичного факультету / Упорядн.: О.А.Безшийко, Л.О.Голінка-Безшийко, І.М.Каденко - К. : 2021. - 60 с
2. Безшийко О.А., Методичні рекомендації до лабораторного практикуму «Методи реєстрації іонізуючого випромінювання» для студентів кафедри ядерної фізики фізичного факультету / Упорядн.: О.А.Безшийко, Л.О.Голінка-Безшийко, І.М.Каденко - К. :2019. - 82 с
3. Безшийко О.А., Методичні вказівки до розв'язку задач з курсу „Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною” для студентів кафедри ядерної фізики фізичного факультету /Безшийко О.А., Голінка-Безшийко Л.О., Каденко І.М., Лещенко Б.Ю. //Сучасні печатні технології,„Бавок”, Київ, 2012, с.40
4. Безшийко О.А., Методичні вказівки до розв'язку задач з курсу „Прискорювачі заряджених частинок” для студентів кафедри ядерної фізики фізичного факультету / Безшийко О.А., Голінка-Безшийко Л.О., Каденко І.М., Применко Г.І. // Сучасні печатні технології „Бавок”, Київ, 2014,с.35
5. Безшийко О.А.,Методичні рекомендації до лабораторного практикуму „Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною” для студентів кафедри ядерної фізики фізичного факультету / Безшийко О.А., Голінка-Безшийко Л.О., Каденко І.М.,Лещенко Б.Ю. // УкрІНТЕІ, Київ,2007, с.47
6. Каденко І.М.,Плюйко В.А., Основи методів оцінок статистичних даних та функцій їх розподілу.-К: ВПЦ “Київський університет”, 2003.-145с.

### ***Додаткові ресурси:***

1. Абрамов А.І., Казанський Ю.А., Матусевич Е.С. Основи експериментальних методів ядерної фізики., 1985.
2. GEANT4. Physics Reference Manual. 2008. <http://geant4.web.cern.ch/geant4/UserDocumentation/UsersGuides/PhysicsReferenceManual/fo/PhysicsReferenceManual.pdf>
3. FLUKA: a multi-particle transport code. 2006. User Manual. <http://www.fluka.org/manual/fluka2006.manual.gz>
4. MCNP — A General Monte Carlo N-Particle Transport Code. Version 5. Volume I: Overview and Theory. [http://mcnp-green.lanl.gov/pdf/MCNP5\\_Manual\\_Volume\\_I\\_LA-UR-03-1987.pdf](http://mcnp-green.lanl.gov/pdf/MCNP5_Manual_Volume_I_LA-UR-03-1987.pdf)
5. The EGSnrc Code System: Monte Carlo Simulation of Electron and Photon Transport. User Manual. <http://www.irs.inms.nrc.ca/EGSnrc/pirs701.pdf>
6. Richard B. Firestone. Table of Isotopes. CD ROM Edition. Ver.1. 1996.