

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет
(назва факультету)

Кафедра ядерної фізики та високих енергій



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Нейтринна фізика

(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

3

Кількість кредитів ECTS

3

Мова викладання, навчання
та оцінювання

англійська

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)

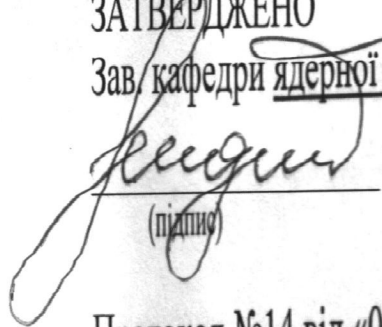
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ядерної фізики та високих енергій



(підпис)

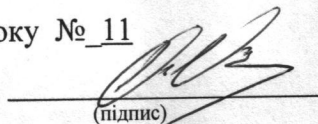
(Каденко І.М.)
(прізвище та ініціали)

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 – Метою дисципліни «Нейтринна фізика» є ознайомлення студентів з сучасними дослідженнями в нейтринній фізиці.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Успішне опанування основних курсів фізики: «Квантова механіка» , «Ядерна фізика» , «Фізика високих енергій».
2. Вміти розв'язувати задачі з основних курсів фізики.
3. Володіти навичками роботи на комп'ютері по пошуку інформації в мережі Інтернет та писати програми аналізу даних і моделювання процесів методами Монте-Карло.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна "Нейтринна фізика" є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "магістр".

Курс «Нейтринна фізика» дозволить значно покращити професійну підготовку студентів кафедри ядерної фізики, що пов'язано з тим, що студенти будуть розумітися в сучасних напрямках досліджень із нейтрино різних процесів в провідних лабораторіях світу.

4. Завдання (навчальні цілі) – Сформувати у студентів уявлення про сучасні дослідження в нейтринній фізиці і знати ключові експерименти в цій області в даний час і найближчі десятиліття. Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», 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:

ЗК03.Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК04.Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Фахових:

СК02. Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем в області фізики та астрономії.

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.

СК11. Здатність застосовувати сучасні експериментальні методи дослідження елементарних частинок та каналів їх розпаду.

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	Знати основи фізики нейтрино, основні задачі і проблеми цієї області та основні сучасні експерименти.	лекція	тест	50
2.1	Вміти інтерпретувати фізичні результати, розробити основні вимоги до експерименту для вирішення конкретних задач по фізиці	Лекція	тест	50

	нейтрини.			
--	-----------	--	--	--

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

Результати навчання дисципліни	1.1	2.1
Програмні результати навчання		
РН01. Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної і експериментальної фізики та/або астрономії для розв'язання складних задач і практичних проблем.	+	
РН02. Проводити експериментальні та теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.		+
РН04. Вибирати та використовувати відповідні методи обробки та аналізу даних в фізичних та астрономічних дослідженнях і оцінювання їх достовірності.		+
РН06. Обирати ефективні математичні методи та інформаційні технології та застосовувати їх для здійснення досліджень та/або інновацій в області фізики та астрономії	+	+
РН09. Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики та астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємодіючи спілкуючись із колегами.	+	+
РН11. Застосовувати теорії, принципи і методи фізики та астрономії для розв'язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач	+	+

8. Схема формування оцінки:

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. Опитування при проведенні лекційних занять (максимум – 50 балів).

2. Контрольна робота (максимум – 50 балів).

- підсумкове оцінювання (у формі заліку, у формі екзамену, у випадку комплексного екзамену)

- 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. Залік виставляється за результатами роботи студента впродовж усього семестру.

	Семестрова кількість балів	ПКР (підсумкова контрольна робота) чи/або залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	40	20	60
Максимум	100	40	100

8.2 Організація оцінювання:

Шкала відповідності

Зараховано	60-100
Не зараховано	0-59

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		лек ції	Сам. робот
	Вступ. Основні віхи нейтринної фізики від гіпотези Паулі до сьогодення. Історія відкриття всіх видів нейтрино.	4	4
	Диференційні та повні перерізи пружних і непружних процесів за участю нейтрино. Нейтрино і ядерна фізика. Реакторні нейтрино. Експерименти із реакторними нейтрино	4	10
	Нейтрино в астрофізиці. Дослідження наднових та сонячних нейтрино.	4	4
	Фізика нейтрино при низьких енергіях. Атмосферні нейтрино. Експерименти K2K, MINOS, T2K, OPERA, NovA	4	10
	Фізика нейтринних детекторів. Часо- проекційні камери на рідкому аргоні. Водяні черенковські детектори. Експерименти Nova та SuperKamiokande.	4	10
	Осциляції нейтрино. Маса нейтрино. Подвійний бета-розпад. Експерименти Minos, KamLand,	4	10
	Нинішні та майбутні експерименти в нейтринній фізиці. Флагманські проекти найближчого десятиліття: DUNE та Hyper-Kamiokande (HK). Фізика і детектори експериментів DUNE та Hyper-Kamiokande (HK).	6	12
	ВСЬОГО	30	60

Примітка: [теми, винесені на самостійне вивчення](#)

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – 30 год.

Семінари – 0 год.

Практичні заняття – 0 год.

Лабораторні заняття - 0 год.

Тренінги - 0 год.

Консультації – 0 год.

Самостійна робота - 60 год.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

1. R. Acciarri, ..., V. Aushev et al. Long-Baseline Neutrino Facility (LBNF) and Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE) : Volume 1: The LBNF and DUNE Projects FERMILAB-DESIGN-2016-01 , e-Print: arXiv:1601.05471 [physics.ins-det] Jan 20, 2016. 63 pp.
2. B. Pontecorvo, Sov. Phys. JETP 26 (1968) 984 [Zh. Eksp. Teor. Fiz. 53, 1717 (1968)].
3. N. Cabibbo, Phys. Rev. Lett. 10 (1963) 531;
4. M. Kobayashi and T. Maskawa, Prog. Theor. Phys. 49 (1973) 652.
5. Z. Maki, M. Nakagawa and S. Sakata, Prog. Theor. Phys. 28 (1962) 870.
6. C.W. Kim and A. Pevsner, "Neutrinos in Physics and Astrophysics", Harwood Academic Press, (1993).
7. R.N. Mohapatra and P.B. Pal, "Massive Neutrinos in Physics and Astrophysics. Second Edition", World Sci. Lect. Notes Phys. 60 (1998) 1.
8. F. Boehm and P. Voegel, "Physics of Massive Neutrinos", Cambridge University Press, (1992).
9. C. Adams et al., "The Long-Baseline Neutrino Experiment: Exploring Fundamental Symmetries of the Universe," 2013, 1307.7335
10. R. Davis, A review of the homestake solar neutrino experiment. Prog. Part. Nucl. Phys. 32, 13–32 (1994)

11. B. Cleveland, T. Daily, R.D. Jr., J. Distel, K. Lande, C. Lee, P. Wildenhain, J. Ullman, Update on the measurement of the solar neutrino flux with the homestake chlorine detector. Nucl. Phys. B Proc. Suppl. 38(1–3), 47–53 (1995). Neutrino 94
12. Y. Fukuda et al., Evidence for oscillation of atmospheric neutrinos. Phys. Rev. Lett. 81, 1562– 1567 (1998)
13. Q.R. Ahmad, Direct evidence for neutrino flavor transformation from neutral-current interactions in the sudbury neutrino observatory. Phys. Rev. Lett. 89, 011301 (2002)
14. Bilenky, Giunti, Grimus: Phenomenology of Neutrino Oscillations, hep-ph/9812360
15. Akhmedov: Neutrino Physics, hep-ph/0001264
16. Grimus: Neutrino Physics – Theory, hep-ph/0307149

Textbooks:

17. Fukugita, Yanagida: Physics of Neutrinos and Applications to Astrophysics
18. Kayser: The Physics of Massive Neutrinos
19. Giunti, Kim: Fundamentals of Neutrino Physics and Astrophysics
20. Schmitz: Neutrinophysik