

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет  
(назва факультету, інституту)

Кафедра ядерної фізики та високих енергій



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Динаміка ядерних реакторів**

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

**10 Природничі науки**

(шифр і назва)

**104 – “Фізика та астрономія”**

(шифр і назва спеціальності)

**магістр**

(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

**Ядерна енергетика**

вибіркова

галузь знань

спеціальність

освітній рівень

освітня програма

вид дисципліни

Форма навчання

Навчальний рік

Семестр

Кількість кредитів ECTS

Мова викладання, навчання  
та оцінювання

Форма заключного контролю

денна

2022/2023

3

6

українська

екзамен

Викладач: докт. техн. наук, В.І.Борисенко

(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)

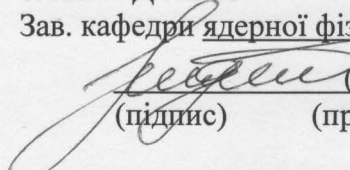
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробник: *Борисенко Володимир Іванович, доктор технічних наук*

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 базових знань, щодо розрахунків динаміки ядерних реакторів.

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

1. Успішне опанування загальних курсів "Математичний аналіз", "Аналітична геометрія", "Теорія ймовірностей", "Диференціальні рівняння", а також наступних спеціальних курсів: "Обладнання ядерних енергетичних установок" та "Ядерна безпека АЕС".
2. Вміти розв'язувати задачі в рамках загальних математичних курсів, а також курсів фізики та спеціальних курсів.
3. Володіти навичками роботи на комп'ютері щодо інформаційного пошуку в мережі Інтернет, а також числового вирішення математичних задач..

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна "Динаміка ядерних реакторів" є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "магістр".

Курс "Динаміка ядерних реакторів" дозволить значно покращити професійну підготовку студентів кафедри ядерної фізики, що пов'язано з набуттям нових навичок студентами для розрахунку параметрів ядерних реакторів та систем ядерних енергетичних установок для забезпечення використання ядерної енергії в енергетиці, медицині, прикладних та фундаментальних дослідженнях.

*Структура курсу:* робота з вивчення програмного матеріалу поділяється на два змістові модулі. У першому змістовному модулі вивчається матеріал за темою «*Динаміка ядерного реактора нульової потужності*», у другому – «*Динаміка ядерного реактора зі зворотними зв'язками*».

**4. Завдання (навчальні цілі)** – Сформувані у студентів уявлення про сучасні галузі застосування ядерної енергії.

**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>
Код	Результат навчання			
1.1	Знати особливості розрахунку різних типів реакторів та підходи до динаміки ядерних реакторів	<i>лекція</i>	<i>Контрольні завдання</i>	50
2.1	Вміти розв'язувати основні типи задач з ядерної енергетики.	<i>лекція</i>	<i>Контрольні завдання</i>	50

**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>		
PH01. 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.	+	
PH07. Оцінювати новизну та достовірність наукових результатів з обраного напрямку фізики та астрономії, оприлюднених у формі публікацій чи усної доповіді.		+
PH08. Презентувати результати досліджень у формі доповідей на семінарах, конференціях тощо, здійснювати професійний письмовий опис наукового дослідження, враховуючи вимоги, мету та цільову аудиторію.		+
PH11. Застосовувати теорії, принципи і методи фізики та астрономії для розв'язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач.	+	+
PH12. Розробляти та застосовувати ефективні алгоритми та спеціалізоване програмне забезпечення для дослідження моделей фізичних та астрономічних об'єктів і процесів, обробки результатів експериментів і спостережень.	+	
PH13. 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.		+
PH14. Розробляти та викладати фізичні навчальні дисципліни у закладах вищої, фахової передвищої, професійної (професійно-технічної), загальної середньої та позашкільної освіти, застосовувати сучасні освітні технології та методики, здійснювати необхідну консультативну та методичну підтримку здобувачів освіти.	+	+
PH15. Планувати наукові дослідження з урахуванням цілей та обмежень, обирати ефективні методи дослідження, робити обґрунтовані висновки за результатами дослідження.	+	+
PH18. Володіти основами фізики реакторів, ядерної безпеки АЕС, експлуатації ядерних енергоблоків	+	+
PH19. Застосовувати фізичні моделі та прийоми аналізу достовірності фізичних моделей для розв'язання прикладних задач в області ядерної енергетики;	+	+
PH22. Вміти розробляти програмне забезпечення для керування експериментальним обладнанням	+	+
PH23. Вміти використовувати методи розрахунку радіаційного захисту для медичних установок та іншого обладнання, яке	+	+

використовує джерела іонізуючого випромінювання .

### Контроль знань і розподіл балів, які отримують студенти.

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1 - 2, а у змістовий модуль 2 (ЗМ2) – теми 3 – 4. Обов'язковим для іспиту/заліку є **виконання і захист домашніх самостійних завдань, та позитивна оцінка за кожен з модульних контрольних робіт.**

Оцінювання за формами контролю:

	ЗМ1		ЗМ2	
	Min. – 15 балів	Max. – 30 балів	Min. – 15 балів	Max. – 30 балів
Усна відповідь				
Доповнення				
Лабораторна робота				
Домашні самостійні завдання	5	10	5	10
Реферат				
Модульна контрольна робота 1	10	20	10	20
Модульна контрольна робота 2				

<sup>3</sup> – мінімальна/максимальна оцінку, яку може отримати студент.  
<sup>1</sup> – мінімальна/максимальна залікова кількість робіт чи завдань.

Для студентів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж **критично-розрахунковий мінімум – 30 балів** для одержання іспиту/заліку обов'язково: **у випадку отримання незадовільної контрольної модульної рейтингової оцінки студент повинен повторно пройти модульний контроль в установленому порядку. При повторному проходженні модульного контролю або його допуску до модульної контрольної роботи за клопотанням деканату максимальна величина контрольної модульної рейтингової оцінки зменшується на один бал у порівнянні з наведеною вище.**

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі МКР здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

При простому розрахунку отримаємо:

	Змістовий модуль1	Змістовий модуль2	іспит / залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	15	15	30/ ____	60
Максимум	30	30	40/ ____	100

**При цьому, кількість балів:**

- 1-34 відповідає оцінці «незадовільно» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни;
- 35-59 відповідає оцінці «незадовільно» з можливістю повторного складання;
- 60-64 відповідає оцінці «задовільно» («достатньо»);
- 65-74 відповідає оцінці «задовільно»;
- 75 - 84 відповідає оцінці «добре»;
- 85 - 89 відповідає оцінці «добре» («дуже добре»);
- 90 - 100 відповідає оцінці «відмінно».

**Шкала відповідності (за умови іспиту)**

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою
90 – 100	5 відмінно

**Шкала відповідності (за умови заліку)**

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 І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	Лабораторні роботи	С/Р
<b><i>Змістовий модуль 1 Динаміка ядерного реактора нульової потужності</i></b>				
1	<b>Тема 1.</b> Кінетика нейтронів в ядерному реакторі: Миттєві нейтрони; Характеристики продуктів поділу	4	3	20
2	<b>Тема 2.</b> Нейтрони, що запізнюються, та їх ядра – попередники: Нейтрони, що запізнюються; Запізніле гамма-випромінення та фотонейтрони	6	3	20
3	<b>Тема 3.</b> Рівняння обернених годин: Зв'язок між реактивністю та періодом реактора; Зв'язок між реактивністю та періодом реактора для складних систем.	6	-	20
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>		2	
<b><i>Змістовий модуль 2 . Динаміка ядерного реактора зі зворотними зв'язками</i></b>				
4	<b>Тема 4.</b> Визначення кінетичних параметрів ядерного реактора: Статистичні методи визначення реактивності; Динамічні методи визначення реактивності.	4	3	20
5	<b>Тема 5.</b> Кінетика реактора зі зворотними зв'язками: Ефекти реактивності; Кінетика реактора зі зворотними зв'язками.	6	3	20
6	<b>Тема 6.</b> Теорія стійкості ядерного реактора: Питання нелінійної динаміки; Просторова стійкість ядерного реактора..	4	3	20
	<i>Підсумкова модульна контрольна робота</i>		2	
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>45</b>	<b>15</b>	<b>120</b>

Загальний обсяг **180 год.**, в тому числі:

Лекцій – **45 год.**

Лабораторні роботи – **15 год.**

Самостійна робота - **120 год.**

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:**

***Основна: (Базова)***

1. Физические основы кинетики ядерных реакторов./ Кипин Дж. Р. - М.: Атомиздат, 1967. - 428 с
2. Динамика ядерных реакторов. / В.Ф.Колесов, П.А. Леппик, С.П.Павлов и др.-М.: Энергоатомиздат, 1990. – 518 с.
3. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов. Бартоломей Г.Г. и др.-М. Энергоатомиздат. 1989. – 512 с.

4. Физика ядерных реакторов. С.В.Широков, 1998. – 288 с.
5. ВВЭР-1000: физические основы эксплуатации, ядерное топливо, безопасность /А.М.Афров, С.А.Андрушечко, В.Ф.Украинцев и др.- М.: Университетская книга, Логос, 2006.-488 с.

***Додаткова:***

6. Ядерные энергетические реакторы. С.В.Широков, 1997. – 280 с.
7. Теория ядерных реакторов. Фейнберг С.М. и др.М.: Атомиздат, 1978. -400 с.

***В тому числі й інтернет ресурси***

1. <http://www.icjt.org/nukestat/index.html>
2. [www.worldnuclearorg/education/whyu.htm](http://www.worldnuclearorg/education/whyu.htm)
3. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>