

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

(назва факультету, інституту)

Кафедра ядерної фізики та високих енергій



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Перехідні процеси в ядерних реакторах**

(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)

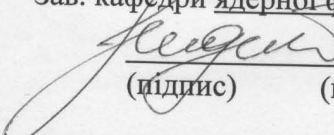
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробник: *Борисенко Володимир Іванович*, доктор технічних наук

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ядерної фізики та високих енергій

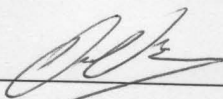
 (Ігор Каденко)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

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 перехідних процесів в ядерних реакторах

**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 "Перехідні процеси в ядерних реакторах" є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "магістр".

Курс " Перехідні процеси в ядерних реакторах " 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)** – Сформувати у студентів уявлення про сучасні галузі застосування ядерної енергії.

**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 особливості розрахунку різних типів реакторів та підходи до динаміки ядерних реакторів	лекція	Контрольні завдання	50
2.1	Вміти розв'язувати основні типи задач з ядерної енергетики.	лекція	Контрольні завдання	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>		
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.	+	
РН03. Застосовувати сучасні теорії наукового менеджменту та ділового адміністрування для організації наукових та прикладних досліджень в області фізики та астрономії.		+
РН05. Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та астрономічних явищ, об'єктів та процесів.		+
РН06. Обирати ефективні математичні методи та інформаційні технології та застосовувати їх для здійснення досліджень та/або інновацій в області фізики та астрономії	+	+
РН07. Оцінювати новизну та достовірність наукових результатів з обраного напрямку фізики та астрономії, оприлюднених у формі публікацій чи усної доповіді.	+	
РН13. 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.		+
РН14. 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.	+	+
РН17. Володіти сучасними комп'ютерними технологіями у фізиці ядра та елементарних частинок	+	+
РН18. Володіти основами фізики реакторів, ядерної безпеки АЕС, експлуатації ядерних енергоблоків	+	+
РН24. Знати основи теорії теплопровідності, конвективного теплообміну в однофазних та двофазних потоках, основні моделі та методи дослідження теплогідравлічних процесів.	+	+

**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:**

	<b>ЗМ1</b>		<b>ЗМ 2</b>	
	<i>Min. – 15 балів</i>	<i>Max. – 30 балів</i>	<i>Min. – 15 балів</i>	<i>Max. – 30 балів</i>
Усна відповідь				
Доповнення				
Лабораторна робота				
Домашні самостійні завдання	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
Реферат				
Модульна контрольна робота 1	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>20</b>
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 отримуємо:**

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	іспит / залік	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>30/___</i>	<i>60</i>
<b>Максимум</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40/___</b>	<b>100</b>

**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 заліку)**

**Шкала відповідності (за умови**

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 І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

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

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/>