

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Фізичний факультет

(назва факультету, інституту)

Кафедра _____ ядерної фізики _____

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Момот О.В.

«___» _____ 2021 року

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

_____ 2021/2022

_____ 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 – 2021

Розробники: Борисенко Володимир Іванович, доктор технічних наук

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ядерної фізики

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

Протокол № 11 від «10» червня 2021 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол від « 22 » червня 2021 року № 4

Голова науково-методичної комісії _____ (Оліх О.Я.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

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) – Сформувані 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)

Програмні результати навчання	1.1	2.1
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 кожною з модульних контрольних робіт.

Оцінювання за формами контролю:

	ЗМ1		ЗМ 2	
	<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	5	10	5	10
Реферат				
Модульна контрольна робота 1	10	20	10	20
Модульна контрольна робота 2				
³ – мінімальна/максимальна оцінку, яку може отримати студент. ¹ – 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 модуль1	Змістовий модуль2	іспит / залік	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	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/заліку)

Шкала відповідності (за умови

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою
90 – 100	Зараховано
85 – 89	
75 – 84	
65 – 74	
60 – 64	

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		

1 – 59	не зараховано
--------	---------------

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
3. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>