

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Фізичний факультет
Кафедра ядерної фізики**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана з навчальної роботи
Момот О.В.
«21» червня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НЕСТАЦІОНАРНІ ПРОЦЕСИ В ЯДЕРНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ

УСТАНОВКАХ

(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

(назва освітньої програми)

обов'язкова

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

4

3

українська

залік

Викладачі: доктор 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)

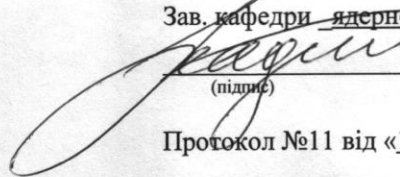
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2021

Розробники: Борисенко Володимир Іванович, доктор техн.наук

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ядерної фізики



(Каденко І.М.)

(підпис)

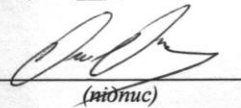
(прізвище та ініціали)

Протокол №11 від «10» червень 2021 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол від « 22 » червень 2021 року № 4

Голова науково-методичної комісії



(підпис)

(Оліх О.Я.)

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

1. Мета дисципліни – «Нестаціонарні процеси в ЯЕУ» є отримання студентами базових знань, щодо впливу зміни нейтронно-фізичних та теплогідравлічних характеристик реактору на стан його критичності. У процесі навчання викладаються аналітичні та розрахункові методи щодо дослідження нестаціонарних процесів в ЯЕУ. Студенти навчаються практичним методикам розрахунку властивостей нестаціонарних процесів в ЯЕУ.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Успішне опанування основних курсів фізики: «Ядерно-фізичні аспекти термоядерних та ядерних реакторів», «Основи фізики реакторів», «Безпека ЯЕУ», «Обладнання реакторних установок», «Динаміка ядерних реакторів»
Вміти розв'язувати задачі з основних курсів фізики.

Володіти елементарними навичками роботи на комп'ютері по пошуку інформації в мережі Інтернет.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Нестаціонарні процеси в ЯЕУ» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "магістр" й є необхідною для виконання магістерських робіт за спеціальністю "ядерна енергетика".

Курс «Нестаціонарні процеси в ЯЕУ» дозволить значно покращити професійну підготовку студентів кафедри ядерної фізики, що пов'язано з тим, що студенти будуть:

знати класифікацію нестаціонарних процесів в ядерних реакторах;
вміти проводити аналітично і за допомогою розрахункових програм розрахунок енерговиділення активної зони реактора у тому числі і після зупинки реактора.

4. Завдання (навчальні цілі) – Спецкурс «Нестаціонарні процеси в ЯЕУ» дозволить студентам засвоїти основні практичні методи властивостей нестаціонарних процесів в ЯЕУ. Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОНП «Ядерна енергетика» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей:

Інтегральних:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми дослідницького та інноваційного характеру у фізиці та астрономії.

Загальних:

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Фахові:

СК06. Здатність розробляти наукові та прикладні проекти, керувати ними і оцінювати їх на основі фактів.

СК07. Здатність організовувати освітній процес та проводити практичні та лабораторні заняття з фізичних навчальних дисциплін в закладах вищої освіти.

СК08.Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі в області фізики, вибирати відповідні методи для їх розв’язання, беручи до уваги наявні ресурси.

СК10. Здатність проводити аналіз надійності та результатів неруйнівного контролю обладнання АЕС

СК11. Розробляти математичні моделі, програмні засоби, що використовуються у сучасних комп’ютерних програмах теплогідравлічного розрахунку ядерних енергетичних установок - RELAP 5 та CATHARE

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 <ul style="list-style-type: none"> – Розуміти принципи роботи ядерних реакторів і атомних електростанцій. – Знати області застосування ядерних реакторів, особливості паливного циклу ядерної енергетики на реакторах різного типу і їхньої переваги перед іншими джерелами нейтронів і енергії – Особливості протікання проектних аварій зі зміною реактивності – Особливості протікання проектних аварій зі зміною відводу залишкових тепловиділень – Особливості протікання запроектованих аварій – Кінетика реактору з запізненими нейтронами. – Ядерний та густинний температурний ефекти реактивності – Зміна нуклідного складу палива – Шлакування та отруєння реактору 	лекція	Модуль	50
2.1	Вміти <ul style="list-style-type: none"> – Логічно і послідовно формулювати основні поняття ядерної енергетики. – Використовувати отримані теоретичні знання для виконання аналізу впливу зміни фізичних характеристик ядерних реакторів на критичність реактору – Розв’язувати основні типи задач з ядерної енергетики. – Самостійно опановувати та використовувати літературу з ядерної енергетики 	Практичні заняття	Модуль	50

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

Результати навчання дисципліни	1.1	2.1
Програмні результати навчання		
РН04. Вибирати та використовувати відповідні методи обробки та аналізу даних в фізичних та астрономічних дослідженнях і оцінювання їх достовірності.	+	
РН09. Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики та астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємокорисно спілкуючись із колегами.		+
РН10. Відшукувати інформацію і дані, необхідні для розв'язання складних задач фізики та астрономії, використовуючи різні джерела, наукові видання, наукові бази даних тощо, оцінювати та критично аналізувати отримані інформацію та дані.	+	
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.		+
РН17. Володіти сучасними комп'ютерними технологіями у фізиці ядра та елементарних частинок	+	+
РН22. Вміти розробляти програмне забезпечення для керування експериментальним обладнанням	+	+
РН23. Вміти використовувати методи розрахунку радіаційного захисту для медичних установок та іншого обладнання, яке використовує джерела іонізуючого випромінювання .		+

7. Схема формування оцінки:

7.1 Форми оцінювання студентів: (зазначається перелік видів робіт та форм їх контролю / оцінювання із зазначенням Min. – рубіжної та Max. кількості балів чи відсотків)

Оцінювання знань 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 є **виконання і захист лабораторних робіт, розробка питань проблемних тем (реферат), та позитивна оцінка за кожною з модульних контрольних робіт.**

Оцінювання за формами контролю: (як приклад)

	ЗМ1		ЗМ2	
	<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	5	10	5	10

Домашні самостійні завдання	5	10		
Реферат			5	10
Модульна контрольна робота 1	5	10		
Модульна контрольна робота 2			5	10
³ – мінімальна/максимальна оцінку, яку може отримати студент. ¹ – мінімальна/максимальна залікова кількість робіт чи завдань.				

7.2 Організація оцінювання:

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
85 – 89	4	добре
75 – 84		
65 – 74	3	задовільно
60 – 64		
35 – 59	2	не задовільно
1 – 34		

Шкала відповідності (за умови заліку)

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою
90 – 100	Зараховано
85 – 89	
75 – 84	
65 – 74	
60 – 64	
1 – 59	не зараховано

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	Практичні заняття	С/Р
Змістовий модуль 1 Аналіз проектних аварій				
1	Тема 1 Проектні аварії зі зміною реактивності	2	2	10
2	Тема 2 Проектні аварії зі зменшенням витрати теплоносія через реактор	2	2	10
3	Тема 3 Проектні аварії зі зміною маси теплоносія першого контуру	2	1	10
4	Тема 4 Проектні аварії зі зміною тепловідводу через другий контур	2	1	10
	Модульна контрольна робота 1		2	
Змістовий модуль 2. Аналіз запроектних аварій				
5	Тема 5. Запроектні аварії зі зміною маси теплоносія першого контуру.	4	2	10
6	Тема 6. Запроектні аварії з течами з першого у другий контур.	4	2	10
	Підсумкова модульна контрольна робота		2	
	ВСЬОГО	16	14	60

Загальний обсяг 90 год.,

в тому числі:

Лекцій – 16 год.

Практичні заняття – 14 год.

Семінари – 0 год.

Лабораторні заняття - 0 год.

Тренінги - 0 год.

Консультації – 0 год

Самостійна робота - 60 год.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна: (Базова)

1. 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.
2. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов. Бартоломей Г.Г. и др.-М. Энергоатомиздат. 1989. – 512 с.
3. АЭС с ВВЭР: Режимы, характеристики, эффективность. Р.З Аминов, В.А. Хрусталева. А.С.Духовенский и др. .М.: Энергоатомиздат. 1990. – 264.
4. Эксплуатационные режимы водо-водяных энергетических реакторов. Овчинников Ф.Я., Семенов В.В. М.: Энергоиздат, 1988. - 359 с.

Додаткова:

5. Ядерные энергетические реакторы. С.В.Широков, 1997. – 280 с.
6. Теплофизика аварий ядерных реакторов. А.А. Ключников, И.Г Шараевский, Н.М. Фиалко и др. НАН Украины. Ин-т проблем безопасности АЭС., 2012. – 528.

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/>