

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет
(назва факультету, інституту)

Кафедра ядерної фізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана з навчальної роботи
Момот О.В.
«22» березня 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МЕТОДИ КОНТРОЛЮ СТАНУ ЯДЕРНИХ РЕАКТОРІВ**

(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

Ядерна енергетика

(назва освітньої програми)

спеціалізація

(назва спеціалізації)

(за наявності)

вид дисципліни

обов'язкова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2021/2022

Семестр

1

Кількість кредитів ECTS

3

Мова викладання, навчання
та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

залік

Викладачі: к. ф.-м. н., доцент КЯФ Р.В. Єрмоленко.

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)

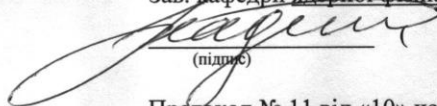
КИЇВ – 2021

Розробники: канд. фіз. мат. наук, доцент каф. ядерної фізики Єрмоленко Р.В.

Робоча програма дисципліни Методи контролю стану ядерних реакторів
затверджена на засіданні кафедри ядерної фізики

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ядерної фізики



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

ВСТУП

1. Мета дисципліни – Метою дисципліни Методи контролю стану ядерних реакторів є надання студентам:

- необхідних відомостей про застосування сучасних методів неруйнівного контролю для експлуатаційного контролю обладнання ядерних енергетичних установок.
- базової інформації щодо вимог нормативних документів в сфері ядерної енергетики;

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- Успішне опанування основних курсів фізики: «Механіка», «Молекулярна фізика», «Електрика», «Оптика», «Математична фізика», спеціального курсу «Основи теплогідравліки реакторних установок».
- Вміти розв'язувати задачі з основних курсів фізики.
- Знати склад, призначення та характеристики основних систем ЯЕУ.
- Володіти елементарними навичками роботи на комп'ютері по пошуку інформації в мережі Інтернет.

2. Анотація навчальної дисципліни:

Професійно-орієнтована навчальна дисципліна "Методи контролю стану ядерних реакторів" є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня „магістр”, є необхідною для виконання кваліфікаційних магістерських робіт за освітньою програмою "Ядерна енергетика".

Курс "Методи контролю стану ядерних реакторів" дозволяє підсилити професійну підготовку студентів кафедри ядерної фізики, які навчаються за освітньою програмою "Ядерна енергетика", оскільки на АЕС України, та в організаціях, які здійснюють науково-технічну підтримку АЕС, існує попит на фахівців в області оцінки стану обладнання, визначення та продовження його ресурсу, здатних виконувати розрахунки на міцність, аналізувати їх результати, проводити комплексні експертизи великих проектів.

3. Завдання (навчальні цілі) – Спецкурс "Методи контролю стану ядерних реакторів" надасть студентам базові знання щодо методів розрахунку НДС, критеріїв міцності конструкцій, вимог чинних нормативних документів, світової практики оцінювання стану обладнання та визначення його залишкового ресурсу, навчить студентів аналізувати можливості сучасних методів контролю для задач ядерної енергетики. 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:

ЗК06.Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

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.

4.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 поверхневі методи неруйнівного контролю та об'ємні методи	лекція	Колоквіум, тест	50
2.1	Вміти проводити розрахунки вихрострумового, ультразвукового та радіографічного контролю та виконувати оцінку та атестацію неруйнівного контролю.	лекції, самостійна робота, лабораторні роботи	Контрольна робота, тест	50

5. 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.	+	
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.	+	+
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.		
РН15. Планувати наукові дослідження з урахуванням цілей та обмежень, обирати ефективні методи дослідження, робити обґрунтовані висновки за результатами дослідження.		+
РН16. Брати продуктивну участь у виконанні експериментальних та/або теоретичних досліджень в області фізики та астрономії.	+	+

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:

Змістовий модуль 1

1. Усна відповідь за завданням самостійної роботи або відповідь на запитання протягом лекції (максимум – 4 бали).
2. Виконання лабораторної роботи (самостійна робота) (максимум – 16 балів)
3. Модульна контрольна робота – максимум 10 балів

Змістовий модуль 2

1. Усна відповідь за завданням самостійної роботи або відповідь на запитання протягом лекції (максимум – 4 бали).
2. Виконання лабораторної роботи (самостійна робота) (максимум – 16 балів)
3. Колоквіум – максимум 10 балів

- Підсумкове оцінювання у формі іспиту (підсумкова кількість балів з дисципліни (максимум 100 балів), яка визначається як сума (проста або зважена) балів за систематичну роботу впродовж семестру.

	Семестрова кількість балів	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	40	20	60
Максимум	60	40	100

8.2 Організація оцінювання:

Шкала відповідності

Зараховано	60-100
Не зараховано	0-59

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин		
		Лекції	Лабораторні роботи	Самостійна робота
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ПОВЕРХНЕВІ МЕТОДИ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ				
1	ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ТА ДІЮЧІ НОРМАТИВНІ ДОКУМЕНТИ			4
2	ВИХРОСТРУМОВИЙ КОНТРОЛЬ	2	2	4
3	ОБЛАДНАННЯ ВИХРОСТРУМОВОГО КОНТРОЛЮ		2	4
4	АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ.	2		10
5	КАПІЛЯРНИЙ, МАГНІТОПОРОШКОВИЙ ТА ВІЗУАЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ.	2	2	8
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ОБ'ЄМНІ МЕТОДИ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ				
6	УЛЬТРАЗВУКОВИЙ КОНТРОЛЬ	2	2	5
7	ОБЛАДНАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ.	2	2	5
8	АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ	2		5
9	РАДІОГРАФІЧНИЙ КОНТРОЛЬ		2	5
10	ПЕРСПЕКТИВНІ МЕДОДИ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ	2		5
11	АТЕСТАЦІЯ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ	2	2	5
Всього		16	14	60

Загальний обсяг **90 год.**, в тому числі:

Лекцій – **16 год.**

Лабораторні роботи – **14 год.**

Самостійна робота – **60 год.**

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

- [1] Joseph R. Davis and etc. Nondestructive Evaluation and Quality Control. ASM Handbook. 1992. 795 pp.
- [2] Robert C. McMaster, Paul McIntire, Michael L. Mester. Nondestructive Testing Handbook. Electromagnetic Testing. ASNT. V.4. 1986. 665 pp.
- [3] Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник под ред. Клюева В.В.-М.: Машиностроение 1995. 488 с.
- [4] И.Н. Ермолов, Н.П.Алешин, А.И. Потапов. Неразрушающий контроль. Книга 2. Акустические методы контроля. М. «Высшая школа» 1991. 287 с.
- [5] С.В. Румянцев, В.А. Добромислов, О.И. Борисов, Н.Т. Азаров. Неразрушающие методы контроля сварных соединений. -М.: Машиностроение 1976. 335 с.
- [6] Б.Н. Епифанцев, Е.А. Гусев, В.И. Матвеев, Ф.Р. Соснин. Неразрушающий контроль. Книга 4. Контроль излучениями. М. «Высшая школа» 1992. 321 с.
- [7] НП 306.2.113-2005 Вимоги до проведення атестації систем експлуатаційного неруйнівного контролю обладнання та трубопроводів АЕС.
- [8] ПНАЭ Г-7-010-89 Оборудование и трубопроводы атомных электростанций. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля.
- [9] ПНАЭ Г-7-014-89 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Ультразвуковой контроль. Часть I. Контроль основных материалов (полуфабрикатов).
- [10] ПНАЭ Г-7-016-89 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Визуальный и измерительный контроль.
- [11] ПНАЭ Г-7-030-91 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Ультразвуковой контроль. Часть II. Контроль сварных соединений и наплавки.
- [12] ПМ-Т.0.03.061-04. Типовая программа периодического контроля за состоянием основного металла, сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных электростанций с реакторами ВВЭР – 1000». (АИЭУ-9-04).
- [13] METHODOLOGY FOR QUALIFICATION OF IN-SERVICE INSPECTION SYSTEMS FOR WWER NUCLEAR POWER PLANTS//IAEA-EBP-WWER-11// IAEA, VIENNA – 1998;
- [14] European methodology for qualification of non-destructive tests (third issue)// EUR 22906 EN// ENIQ Report nr. 31 – 2007;
- [15] QUALIFICATION PROCEDURE FOR THE PILOT STUDY// EUR 18117 EN// ENIQ Report nr. 9 – 1998;
- [16] Maintenance, Surveillance and In-service Inspection in Nuclear Power Plants// IAEA SAFETY STANDARDS SERIES// No. NS – G – 2.6// VIENNA – VIENNA - 2002;
- [17] ENIQ RECOMMENDED PRACTICE 1: INFLUENTIAL/ESSENTIAL

- PARAMETERS (issue 2)// EUR 21751 EN// ENIQ Report nr. 24 – 2005;
- [18] ENIQ RECOMMENDED PRACTICE 2: RECOMMENDED CONTENTS FOR A TECHNICAL JUSTIFICATION (issue 1)// EUR 18099 EN// ENIQ Report nr. 4 – 1998;
 - [19] ENIQ RECOMMENDED PRACTICE 3: STRATEGY DOCUMENT FOR TECHNICAL JUSTIFICATION (issue 1)// EUR 18100 EN// ENIQ Report nr. 5 – 1998;
 - [20] ENIQ RECOMMENDED PRACTICE 4: RECOMMENDED CONTENTS FOR THE QUALIFICATION DOSSIER (issue 1)// EUR 18685 EN// ENIQ Report nr. 13 – 1999;
 - [21] ENIQ RECOMMENDED PRACTICE 5: GUIDELINES FOR THE DESIGN OF TEST PIECES AND CONDUCT OF TEST PIECES TRIALS (issue 1)// EUR 18686 EN// ENIQ Report nr. 14 – 1999;
 - [22] ENIQ RECOMMENDED PRACTICE 6: THE USE OF MODELLING IN INSPECTION QUALIFICATION (issue 1)// EUR 19017 EN// ENIQ Report nr. 15 – 1999;
 - [23] ENIQ RECOMMENDED PRACTICE 7: RECOMMENDED GENERAL REQUIREMENTS FOR A BODY OPERATING QUALIFICATION OF NON-DESTRUCTIVE TESTS// EUR 20395 EN// ENIQ Report nr. 22 – 2002;
 - [24] ENIQ RECOMMENDED PRACTICE 8: on Qualification Levels and Qualification Approaches (issue 1)// EUR 21761 EN// ENIQ Report nr. 25 – 2005;
 - [25] ENIQ RECOMMENDED PRACTICE 11: Guidance on expert panels in RI-ISI// EUR 22234 EN// ENIQ Report nr. 34 – 2009.
 - [26] ASSESSMENT OF THE ISI SIMULATION PART OF THE ENIQ PILOT STUDY// EUR 19025 EN// ENIQ Report nr. 17 – 1999;
 - [27] FINAL REPORT OF THE FIRST ENIQ PILOT STUDY// EUR 19026 EN// ENIQ Report nr. 20 – 1999;
 - [28] TECHNICAL JUSTIFICATION PRE-TRIALS// EUR 18114 EN// ENIQ Report nr. 10 – 1998;
 - [29] ENIQ 2nd PILOT STUDY – DEFECT ASSESSMENT AND DESTRUCTIVE EXAMINATION REPORT// EUR 22908 EN// ENIQ Report nr. 32 – 2007;
 - [30] FINAL REPORT OF ENIQ 2nd PILOT STUDY// EUR 22539 EN// ENIQ Report nr. 27 – 2006;
 - [31] ENIQ 2nd PILOT STUDY, Compilation of Modelling Results And Comparison with Inspection Data//EUR 22540 EN// ENIQ Report nr. 28 – 2006;
 - [32] TECHNICAL JUSTIFICATION FOR THE ENIQ 2nd PILOT STUDY// EUR 22208 EN// ENIQ Report nr. 26 – 2005.