

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет  
(назва факультету, інституту)

Кафедра ядерної фізики та високих енергій



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ЯДЕРНІ МАТЕРІАЛИ**

(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

денна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

2

Кількість кредитів ECTS

3

Мова викладання, навчання  
та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

іспит

Викладачі: к. ф.-м. н., доцент кафедри механіки суцільних середовищ

О.Г. Куценко.

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

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

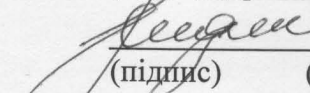
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробник: *О.Г. Куценко*, к. ф.-м. н, доцент кафедри механіки суцільних середовищ

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

  
(підпис)

(Олег Оліх)

(прізвище та ініціали)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## **ВСТУП**

**1. Мета дисципліни** – Метою дисципліни **“Ядерні матеріали”** є надання студентам:

- базових знань про фізико-механічні властивості матеріалів, що застосовуються при конструюванні обладнання та трубопроводів ядерних енергетичних установок (ЯЕУ), основ методів розрахунку напружено-деформованого стану (НДС) та оцінки їх допустимості;
- навичок раціонального вибору матеріалів в залежності від експлуатації вимог, що ґрунтуються на умовах міцності, надійності та довговічності, практичних навичок виконання розрахунків на міцність.
- вмінні розраховувати напружено-деформівний стан елементів конструкцій за допомогою стандартних скінченно-елементних кодів.

**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.

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Професійно-орієнтована вибіркова навчальна дисципліна **“Ядерні матеріали”** є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня „магістр”, є необхідною для виконання кваліфікаційних магістерських робіт за спеціалізацією "ядерна енергетика".

Курс “Ядерні матеріали” дозволяє підсилити професійну підготовку студентів кафедри ядерної фізики, спеціалізації „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, аналізувати їх результати, проводити комплексні експертизи великих проектів.

В курсі приділяється увага основним положенням опору матеріалів, теорії пружності, механіки руйнування, з урахуванням специфіки їх застосування до обладнання ЯЕУ, врахованої в чинних нормативних документах.

**4. Завдання (навчальні цілі)** – Спецкурс “Ядерні матеріали” 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. 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.

**ЗК04.**Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

**ЗК06.**Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Фахових:

**СК04.** Здатність комунікувати із колегами усно і письмово державною та англійською мовами щодо наукових досягнень та результатів досліджень в області фізики та астрономії.

**СК12.** Здатність запропонувати фізичні реалізації окремих конструкторських рішень ядерно-енергетичних установок.

#### 4. 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	<i>Знати основи опору матеріалів, теорії пружності, механіки руйнування.</i>	<i>лекція</i>	<i>Колоквіум, тест</i>	<i>50</i>
2.1	<i>Вміти проводити розрахунки напружено-деформованого стану елементів та трубопроводів ЯЕУ та виконувати оцінку їх міцності та залишкового ресурсу</i>	<i>лекції, самостійна робота, лабораторні роботи</i>	<i>Контрольна робота, тест</i>	<i>50</i>

#### 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>		
<b>РН05.</b> Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та астрономічних явищ, об'єктів та процесів.	+	
<b>РН07.</b> Оцінювати новизну та достовірність наукових результатів з обраного напрямку фізики та астрономії, оприлюднених у формі публікацій чи усної доповіді.		+
<b>РН12..</b> Розробляти та застосовувати ефективні алгоритми та спеціалізоване програмне забезпечення для дослідження моделей фізичних та астрономічних об'єктів і процесів, обробки результатів експериментів і спостережень.	+	+
<b>РН14.</b> 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.	+	+
<b>РН16.</b> Брати продуктивну участь у виконанні експериментальних та/або теоретичних досліджень в області фізики та астрономії.	+	+
<b>РН21.</b> Вміти вимірювати радіаційний фон та дозу іонізуючого випромінювання; володіння основними принципами радіаційного захисту;	+	+
<b>РН22.</b> Вміти розробляти програмне забезпечення для керування експериментальним обладнанням	+	+
<b>РН23.</b> Вміти використовувати методи розрахунку радіаційного захисту для медичних установок та іншого обладнання, яке використовує джерела іонізуючого випромінювання .	+	+

#### 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

№ теми	Назва теми II семестр	Кількість годин			
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Інші форм и конт ролю
Змістовий модуль 1 „Стандартні коди моделювання фізичних полів”					
1	Огляд САЕ пакетів	6		8	
2	Засоби побудови моделей	8		14	
3	Засоби розрахунку та виводу фізичних полів	8		14	
Модульна контрольна робота 1					2
Змістовий модуль 2 „Властивості сталей”					
4	Механічні та теплофізичні властивості сталей	4		12	
5	Сталі з спеціальними властивостями	4		8	
Модульна контрольна робота 2					2
Всього годин за семестр		30		56	4

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

Лекцій – **30 год.**

Семінари – **0 год.**

Практичні заняття – **0 год.**

Лабораторні заняття - **0 год.**

Тренінги - **0 год.**

Консультації – **0 год.**

Самостійна робота - **60 год.**

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### а) основна:

ANSYS Mechanical User's Guide. Rel. 15.0. / ANSYS Inc. Southpointe, 2013. – 1832 p.

Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах / Под общ. ред. Д.Г.Красковского. – М.: Компьютер пресс, 2002. – 224 с.

Яхно Б.О. ABAQUS у задачах механіки. Київ : НТУУ "КПІ", 2011. – 128 с.

Dhondt G. The Finite Element Method for Three-Dimensional Thermomechanical Applications. Hoboken: Wiley, 2004. – 362 p.

Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.  
Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. ANSYS для инженеров. М.: Машиностроение, 2004. – 512 с.  
Арзамасов Б.Н. и др. Материаловедение: Учебник для вузов / Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др.; Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. – 8-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 648 с.  
Бернштейн М.Л., Займовский М.А. Механические свойства металлов. – М.: Металлургия, 1979. – 496 с.  
Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов – М. : Мир, 1983. – 446 с.

**б) додаткова:**

Офіційний сайт компанії ANSYS Inc. URL: <http://www.ansys.com>.  
Офіційний сайт компанії Abaqus, Inc. URL: <http://www.simulia.com>.  
Сайт проекту CalculiX URL: <http://www.calculix.de>.  
Сайт проекту WARP3D URL: <http://www.warp3d.net>.  
Морозов Е.М., Муйземнек А.Ю., Шадский А.С. ANSYS в руках инженера. Механика разрушения. М: ЛЕНАНД, 2014. – 456 с.  
Жидков А.В. Применение системы ANSYS к решению задач геометрического и конечно-элементного моделирования. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2006. – 115 с.  
Золочевский А.А., Беккер А.А. Введение в ABAQUS. Харьков: 2011. – 49 с.  
Макклиток Ф., Аргон А. Деформация и разрушение материалов. - М: Мир, 1970. - 443 с.  
ПНАЭ Г-7-002-86 «Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок». - М.: Энергоатомиздат. - 1989.  
Зражевський Г.М., Кепич Т.Ю., Куценко О.Г. Основи теорії міцності, деформації та механіки руйнування.-К.: ЛОГОС, 2005.-169с.