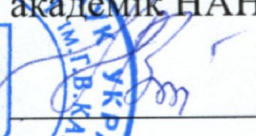


ЗАТВЕРДЖЕНО

Директор Фізико-механічного
інституту ім. Г.В. Карпенка НАН

України
академік НАН України



 Зіновій Назарчук

»  2022 р.

М.П.

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ЗАРОДЖЕННЯ ТА ПОШИРЕННЯ ТРІЩИН В МАТЕРІАЛАХ

галузь знань: 11 Математика та статистика

спеціальність: 113 Прикладна математика

кваліфікація: доктор філософії

Львів

Робоча програма розроблена з дисципліни «Фізико-математичні моделі зародження та поширення тріщин в матеріалах» для аспірантів за спеціальністю 113 – Прикладна математика.

Викладач: *Гембара Оксана Володимирівна*, д.т.н., старший науковий співробітник. Контактний телефон: (032) 229-63-79;
oksana.hembara@gmail.com

Наукові інтереси: розроблення підходів кількісного оцінювання міцності та довговічності елементів конструкцій з використанням підходів механіки руйнування; оцінювання залишкового ресурсу теплоенергетичного та нафтопереробного устаткування та розроблення методів його продовження.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Пререквізити навчальної дисципліни: знати основні поняття механіки руйнування та фізичних основ діагностування конструкцій; дефектності матеріалів; мати знання про напружено-деформований стан твердих тіл; володіти поняттями крайових та початкових умов; знати диференціальне та інтегральне числення; володіти поняттями коливань та хвильових процесів; мати знання про критерії макроруйнування твердих тіл; володіти поняттям імовірності в математиці; володіти основами планування та опрацювання результатів експерименту.

Постреквізити: у результаті вивчення дисципліни будуть отримані знання про тріщиностійкість матеріалів і їх воднево-корозійну деградацію; методи оцінювання залишкового ресурсу елементів конструкцій за тривалих навантажень, а також впливу воднево-корозійних середовищ; крайові задачі математичної фізики; застосування основних методів (розділення змінних, аналітико-числових, числових) до розв'язування задач математичної фізики; числові методи досліджень математичних моделей діагностичних систем; збіжність, точність і похибки обчислень; фізичні поля у засобах сучасної діагностики матеріалів і конструкцій; поширення хвиль в однорідному середовищі; рівняння Ламе, рівняння Максвелла, рівняння Гельмгольца для потенціалів; типи хвиль; розсіювання хвиль тілами обмежених розмірів та канонічної форми; релеєвське розсіювання; методи інтегральних перетворень та рівнянь; методичні основи одержання дефектоскопічної інформації; методи вироблення рекомендацій, прийняття рішень за результатами діагностики; акустичні методи як методи технічного діагностування матеріалів і елементів конструкцій; визначення пружних і міцнісних характеристик матеріалів

ультразвуком; моделі сигналів у технічній діагностиці; періодичні і перехідні сигнали; стаціонарні та нестаціонарні випадкові сигнали, їх характеристики.

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 2	Галузь знань: 11 Математика та статистика Спеціальність: 113 Прикладна математика Кваліфікація: доктор філософії	Нормативна	
Змістових модулів – 3		Рік підготовки:	
		1-й	—
Індивідуальне науково-дослідне завдання: презентація результатів дисертаційного дослідження		Семестр	
		2-й	—
Загальна кількість годин – 60		Лекції	
		32 год	
Тижневих годин для денної форми навчання: 2,5	Аспірантура	Практичні, семінарські	
		8 год	-
		Лабораторні	
		-	-
		Самостійна робота	
		20	-
		Індивідуальні завдання: –	
	Вид контролю: екзамен		

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Мета навчальної дисципліни – ознайомлення аспірантів з основними фізико-математичними моделями руйнування пружних тіл.

2.2. Завдання навчальної дисципліни:

- ознайомити аспірантів з основними явищами процесу руйнування та принципами його математичного моделювання;
- розглянути основні підходи механіки руйнування;
- ознайомити аспірантів з основними методами розв’язування крайових задач теорії пружності для тіл з тріщинами;

- розглянути застосування підходів механіки руйнування до оцінювання міцності елементів конструкцій з дефектами типу тріщин.

2.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти повинні:

Знати:

- основні положення теорії міцності матеріалів;
- основні математичні методи розв'язування крайових задач теорії пружності для тіл з тріщинами;
- основні результати розв'язування задач механіки руйнування.

Вміти:

- застосовувати математичні методи до розв'язування конкретних задач математичної теорії пружності та механіки руйнування;
- здійснювати аналіз міцності елементів конструкцій з тріщинами;
- розробляти нові фізико-математичні моделі до опису процесів зародження та поширення тріщин в матеріалах.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Основні поняття фізико-математичного моделювання міцності матеріалів.

Тема 1.1. Предмет фізико-математичного моделювання зародження та поширення тріщин в матеріалах. Руйнування як бажане та небажане явище.

Тема 1.2. Єдність процесів деформування та руйнування твердих тіл. Особливості розрахункових моделей твердого тіла в механіці руйнування.

Тема 1.3. Класичні і некласичні підходи до оцінки міцності матеріалів.

Змістовий модуль 2. Теорія Гріффітса та її узагальнення.

Тема 2.1. Міцність ідеального і реального кристалів. Поняття про поверхневу енергію тіла.

Тема 2.2. Енергетична концентрація Гріффітса. Розтяг безмежної пластини з тріщиною. (Задача Гріффітса).

Тема 2.3. Задача Сака.

Тема 2.4. Узагальнення концентрації Гріффітса на випадок квазікрихких тіл (концепція Е. Орована).

Тема 2.5. Диференціальне рівняння задачі Гріффітса.

Змістовий модуль 3. Основи плоскої задачі математичної теорії пружності та оцінка напружено-деформованого стану в околі тріщини. Встановлення характеру зміни напружень навколо тріщиноподібного дефекту на основі функції Ері.

Тема 3.1. Основні рівняння теорії пружності для плоского деформованого стану та плоского напруженого стану.

Тема 3.2. Функція напружень Ері.

Тема 3.3. Встановлення характеру поведінки поля напружень у вершині тріщини на основі функції Ері (підхід Уільямса).

4. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Аналіз дослідів Йоффе та оцінка реальної міцності матеріалу.	2
2	Моделювання поверхневої енергії на основі роботи утворення нових поверхонь.	2
3	Аналіз пружної енергії тіла із тріщиною Гріффітса.	2
4	Дослідження локального поля напружень у вершинах гострокінцевих концентраторів.	2
	Разом	8

5. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ознайомитися з феноменологічними теоріями міцності.	5
2	Ознайомитися з енергетичними, силовими та деформаційними критеріями механіки руйнування.	5
3	Ознайомитися з методами розв'язування задач теорії пружності.	5
4	Освоїти методи оцінки тензора напружень в околі вершин гострокінцевих концентраторів.	5
	Разом	20

6. МЕТОДИ НАВЧАННЯ: лекції, мультимедійні лекції, робота в Інтернет-мережі.

7. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ: поточне тестування; підсумковий письмовий тест.

8. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

Поточне тестування та самостійна робота	
Змістовні модулі № 1, 2, 3	Сума

T1.1–T1.3	T2.1–T2.5	T3.1–T3.2	T3.3	
25	25	25	25	100

T1.1, T1.2 ... T4.4 – теми змістових модулів.

9. ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ

Для оцінки якості засвоєння дисципліни в РСО запроваджена 100 бальна шкала. Шкали оцінювання та визначення навчання наведені в наступній таблиці:

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
91 – 100	A	Відмінно	Зараховано
71-90	BC	Добре	
51-70	DE	Задовільно	
35-50	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основна література:

1. Дмитрах І.М., Вайман А.В., Стащук М.Г., Тот Л. Надійність та довговічність елементів конструкцій теплоенергетичного устаткування // Довідниковий посібник під заг. ред. акад. НАН України В.В. Панасюка. – Київ: ВД “Академперіодика”, 2005. – 378с.
2. Дослідження з теорії міцності та руйнування квазікрихких тіл з тріщинами . [Текст] : моногр. / В. В. Панасюк. - Львів : Простір-М, 2020.

- 216 с.: [69] іл., [2] табл. Ум. друк. арк. 13,7. Обл.-вид. арк. 13,75. Наклад 100 прим. Бібліогр.: у кінці кожної статті. ISBN 978-617-7746-81-1.
3. Datsyshyn O.P., Panasyuk V.V. Structural integrity assessment of engineering components under cyclic contact. / Cham, Switzerland. Springer Nature Switzerland AG, 2020. – 326 p. (обл.вид.арк. 26,1). ISBN 978-3-030-23068-5. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-23069-2>.
 4. Дмитрах І. М., Сиротюк А. М., Лещак Р. Л.; Руйнування та міцність трубних сталей у водневогнєтних середовищах. – /Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України/. – Львів. ПРОСТІР-М, 2020. – 222 с. (обл.-вид. арк. 14,3). – 100. – ISBN 978-617-7746-67-5.
 5. Дацишин О. П., Панасюк В. В. «Контактна довговічність і руйнування елементів конструкцій за циклічного навантаження». – Київ, Науково-виробниче підприємство «Видавництво “Наукова думка” НАН України», 2018. – с.290. Ум. друк. арк. 23,4. Тираж 200 прим. ISBN 978-966-00-1621-7. УДК 539.375:620.178..
 6. Андрейків О.Є. Заповільнене руйнування матеріалів за локальної повзучості / О.Є. Андрейків, В.Р. Скальський, І.Я. Долінська. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. – 400 с. – 11,9 ум. друк. арк. – 12,9 обл.-вид. арк. – ISBN 978-617-10-0394-1

Додаткова література:

1. Andreykiv O., Hembara O., Dolinska I., Sapuzhak Y., Yadzhak N. Prediction of Residual Service Life of Oil Pipeline Under Non-stationary Oil Flow Taking into Account Steel Degradation. In: Bolzon G., Gabetta G., Nykyforchyn H. (eds) Degradation Assessment and Failure Prevention of Pipeline Systems. Lecture Notes in Civil Engineering. Springer, Cham: 2021. – vol 102. – P. 203216.
2. Панасюк В.В. Дослідження з теорії міцності та руйнування квазікрихких тіл з тріщинами : моногр. - Львів: Простір-М, 2020. -216 с.
3. Долінська І.Я. Прогнозування залишкового ресурсу елементів конструкцій довготривалої експлуатації в екстремальних умовах. *Вісн. НАН України*. – 2021. – № 1. – С. 47–52.

ПОГОДЖЕНО

Завідувачка випускової кафедри

д.т.н., ст.н.с.

Оксана ГЕМБАРА