

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

Фізико-механічного інституту

М.Г.В. Карпенка НАН України

академік НАН України

Зіновій НАЗАРЧУК

28 листопада 2023 р.



**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
КРАЙОВІ ЗАДАЧІ ФІЗИКИ МІЦНОСТІ ТА
ПЛАСТИЧНОСТІ МАТЕРІАЛІВ**

галузь знань: 11 Математика та статистика

спеціальність: 113 Прикладна математика

кваліфікація: доктор філософії

Львів 2023

Силабус розроблено з дисципліни «Крайові задачі фізики міцності та пластичності матеріалів» для аспірантів за спеціальністю 113 – Прикладна математика.

Викладач: Іваницький Ярослав Лаврентійович, завідувач лабораторією, д.т.н., проф.

Контактний телефон: (032) 2296544; E-mail: ivanytskii@gmail.com

Наукові інтереси: механіка деформівного твердого тіла; механіка руйнування.

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 – 3	Галузь знань: 11 Математика та статистика Спеціальність: 113 Прикладна математика Кваліфікація: доктор філософії	Нормативна	
Змістових модулів – 3		Рік підготовки:	
		2-й	–
Індивідуальне науково-дослідне завдання: презентація результатів дисертаційного дослідження		Семестр	
		2-й	–
Загальна кількість годин – 90		Лекції	
		32 год	
Тижневих годин для денної форми навчання: – 2,5		Аспірантура	Практичні, семінарські
	8 год		-
	Лабораторні		
	-		-
	Самостійна робота		
	50		-
	Індивідуальні завдання: –		
	Вид контролю: екзамен		

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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

2.2. Завдання навчальної дисципліни:

- ознайомити аспірантів з основними рівняннями математичної фізики;
- розглянути крайові задачі фізики пластичності матеріалів;
- ознайомити аспірантів з основними методами розв’язування крайових задач теорії пружності для тіл з тріщинами;
- розглянути застосування підходів фізики твердого тіла до оцінювання міцності елементів конструкцій з дефектами типу тріщин.

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

Знати:

- основні положення фізики твердого тіла;
- основні математичні методи розв'язування крайових задач математичної фізики та теорії пружності для тіл з тріщинами;
- основні результати щодо розв'язування задач механіки руйнування.

Вміти:

- застосовувати рівняння математичної фізики до розв'язування конкретних задач 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. Задачі фізики міцності та пластичності матеріалів.

Тема 1.1. Основні рівняння математичної фізики.

Тема 1.2. Крайові задачі фізики пластичності матеріалів.

Тема 1.3. Крайові задачі фізики міцності та механіки руйнування.

Змістовий модуль 2. Лінійні задачі фізики міцності матеріалів.

Тема 2.1. Напружено-деформований стан та задачі руйнування матеріалів.

Тема 2.2. Рівняння Пуассона та Гельмгольца як математичні моделі фізико-хімічної механіки матеріалів.

Тема 2.3. Математичне моделювання дифузійних процесів переносу.

Тема 2.4. Хвильове рівняння для акустичних та електромагнітних хвиль.

Тема 2.5. Диференціальне рівняння задачі Гріффітса та її узагальнення.

Змістовий модуль 3. Нелінійні задачі фізики міцності та пластичності матеріалів.

Тема 3.1. Нелінійні задачі фізики та механіки руйнування.

Тема 3.2. Задачі теорії дислокацій.

Тема 3.3. Нелінійні рівняння хвильових процесів.

4. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
----------	------------	--------------------

1	Диференціальні рівняння в застосуванні до задач механіки.	2
2	Дельта-функція та її властивості.	2
3	Задача Штурма-Ліувілля.	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 з теоретичними засадами фізики твердого тіла.	12
2	Ознайомитися з енергетичними, силовими та деформаційними критеріями механіки руйнування.	12
3	Ознайомитися з методами розв'язування задач математичної фізики.	13
4	Освоїти методи оцінки тензора напружень в околі вершин гострокінцевих концентраторів.	13
	Разом	50

6. Методи навчання: лекції, мультимедійні лекції, робота в Інтернет-мережі.

7. Методи контролю: поточне тестування; підсумковий письмовий тест.

8. Критерії оцінювання результатів навчання здобувачів освіти

Максимальна оцінка в балах				
Поточний контроль (ПК)		Екзаменаційний контроль		Разом за дисципліну
Захист звітів про виконання лабораторних (10 балів) та практичних (20 балів) робіт шляхом усного опитування або тестового контролю теоретичного матеріалу.	Разом за ПК	письмова компонента	усна компонента	
	30	60	10	100

Порядок та критерії виставляння балів та оцінок

Критерії оцінювання знань та вмінь аспіранта за результатами вивчення навчального матеріалу модуля у 100-бальній шкалі та шкалі ECTS:

- 100–88 балів – оцінка А («відмінно») виставляється за високий рівень знань (допускаються деякі неточності) навчального матеріалу, що міститься в основних і додаткових рекомендованих літературних джерелах, вміння аналізувати явища, які вивчаються, у їхньому взаємозв'язку і розвитку, чітко, лаконічно, логічно, послідовно відповідати на поставлені запитання, вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;

- 87–80 балів – оцінка В («дуже добре») виставляється за знання навчального матеріалу вище від середнього рівня, включаючи розрахунки, аргументовані відповіді на поставлені запитання (можлива невелика кількість неточностей), вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;

- 79–71 бал – оцінка С («добре») виставляється за загалом правильне розуміння навчального матеріалу модуля, включаючи розрахунки, аргументовані відповіді на поставлені запитання, які, однак, містять певні (неістотні) недоліки, за вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;

- 70–61 бал – оцінка D («посередньо») виставляється за посередні знання навчального матеріалу модуля, мало аргументовані відповіді, слабе застосування теоретичних положень під час розв'язання практичних задач;

- 60–50 балів – оцінка Е («задовільно») виставляється за слабкі знання навчального матеріалу модуля, неточні або мало аргументовані відповіді, з порушенням послідовності викладення, за слабе застосування теоретичних положень під час розв'язання практичних задач;

- 49–0 балів – оцінка F виставляється за незнання значної частини навчального матеріалу, істотні помилки у відповідях на запитання, невміння орієнтуватися під час розв'язання практичних задач, незнання основних фундаментальних положень. Методика розподілу та нарахування балів здобувачам вищої освіти регламентована

9. 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 воднево-вмісних 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

проф. д.т.н.

Оксана ГЕМБАРА