



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Математичні методи розсіяної пошкоджуваності

Шифр та назва спеціальності  
113 – Прикладна математика

Інститут  
ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма  
Комп'ютерне та математичне моделювання

Кафедра  
Математичне моделювання та інтелектуальні обчислення в інженерії (161)

Рівень освіти  
Магістр-науковець (1 рік 9 місяців)

Тип дисципліни  
Науково-професійна, вибіркова

Семестр  
3

Мова викладання  
Українська

## Викладачі, розробники



**Львов Геннадій Іванович**

[Gennadiy.Lvovl@khpі.edu.ua](mailto:Gennadiy.Lvovl@khpі.edu.ua)

Доктор технічних наук, професор

Сфера наукових інтересів:

- дослідження нелінійних задач динаміки і міцності структур;
- чисельні методи розв'язання задач теорії пружності, пластичності і вібрації;
- чисельні методи гомогенізації композитів.

Scopus: Scopus Author ID: 6506190655

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0297-9227>

ResearcherID: U-8774-2017

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна спрямована на оволодіння базовими знаннями про теоретичні основи континуальної механіки пошкоджуваності, проблеми та напрямки розвитку; узагальнені постановки крайових задач континуальної механіки пошкоджуваності матеріалів; чисельні методи та алгоритми розв'язування крайових нелінійних задач механіки пошкоджуваності із застосуванням ПЕОМ.

### Мета та цілі дисципліни

Формування у студентів здатностей: виявляти випадки необхідності використання для вирішення актуальної проблеми тих або інших методів континуальної механіки пошкоджуваності матеріалів ставити крайову задачу (виписати систему рівнянь з початковими та граничними умовами), яка буде адекватною для вирішення актуальної проблеми; призначити ефективний метод та алгоритм, або обирати наявну програму, що дозволить розв'язати поставлену крайову задачу на ПЕОМ; провести розрахунки, проаналізувати їхні результати та прийняти рішення про достатню якість отриманих результатів або про необхідність проведення змін у постановці

початково-крайової задачі; оформити результати розрахунків у формі звіту, з використанням відповідних стандартів, рекомендацій та вимог замовника (фізичного або юридичного лица), що заінтересована у вирішенні актуальної проблеми.

### **Формат занять**

Навчання включає лекції, практичні заняття, виконання обов'язкових домашніх завдань та розрахункового завдання. Підсумковий контроль – залік.

### **Компетентності**

СК1. Здатність розв'язувати задачі й проблеми, які можуть бути формалізовані, потребують оновлення й інтеграції знань, зокрема в умовах неповної інформації.

СК2. Здатність проводити наукові дослідження з розробки нових та адаптації існуючих математичних та комп'ютерних моделей для дослідження різноманітних процесів, явищ і систем, здійснювати відповідні експерименти та аналізувати одержані результати.

СК4. Здатність розробляти та досліджувати математичні та комп'ютерні моделі, проводити обчислювальний експеримент та розв'язувати формалізовані задачі за допомогою спеціалізованих програмних засобів.

СК9. Здатність математично формалізувати постановку наукових та практичних задач, обирати математичний аналітичний або чисельний метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.

СК10. Здатність розробляти математичні методи та алгоритми комп'ютерного моделювання нелінійних фізичних явищ та процесів в інноваційних технологічних системах.

СК12. Здатність виявляти сутність науково-технічних проблем в професійній діяльності, застосовувати відповідні математичні моделі для дослідження механічних об'єктів та процесів.

### **Результати навчання**

РН4. Будувати математичні моделі складних систем і вибирати методи їх дослідження, реалізувати побудовані моделі програмно та перевіряти їх адекватність за допомогою комп'ютерних технологій.

РН14. Мати знання математично формалізувати постановку наукових та практичних задач, обирати математичний аналітичний або чисельний метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.

РН18. Розуміти сутність науково-технічних проблем в професійній діяльності, застосовувати відповідні математичні моделі для дослідження механічних об'єктів та процесів.

### **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 32 год., самостійна робота – 86 год.

### **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

Математичний аналіз, Лінійна алгебра, Диференціальні рівняння (основні поняття), Механіка деформованого тіла, Теоретична механіка

### **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Навчальний процес включає: лекції з використанням комп'ютерно-інформаційних засобів; практичні заняття, самостійна робота. При викладанні лекційного курсу використовуються методи проблемного навчання шляхом застосування таких форм навчання, як тематичні та проблемні лекції. Метою таких лекцій є розвиток у студентів логічного та самостійного розуміння матеріалу.

Самостійна робота студентів включає: підготовку до практичних занять, вивчення рекомендованої наукової літератури, написання звітів з лабораторних робіт. Завдання самостійної роботи студентів вважаються виконаними, якщо вони: подані в установлений термін і повністю виконані та не мають логічних і розрахункових помилок.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

- Тема 1 Визначення скалярної змінної пошкодження
- Тема 2 Визначення декількох скалярних змінних пошкодження
- Тема 3 Визначення тензорної змінної пошкодження
- Тема 4 Поняття про об'єктивні, індіферентні, інваріантні та ізотропні об'єкти
- Тема 5 Концепція ефективних напружень
- Тема 6 Швидкісні характеристики градієнтів руху
- Тема 7 Загальні положення термодинаміки суцільного середовища
- Тема 8 Потенціал для ізотропного пошкодження
- Тема 9 Потенціал для анізотропного пошкодження
- Тема 10 Квазі односторонні умови закриття мікродефектів
- Тема 11 Зміна ізотропної пружності
- Тема 12 Вимірювання зміни пружності ультразвуковими хвилями
- Тема 13 Зміна анізотропної пружності
- Тема 14 Зміна жорсткості
- Тема 15 Кінетичний закон ізотропного пошкодження
- Тема 16 Моделювання багатоциклової пошкоджуваності

### Теми практичних занять

- Термодинамічні рівняння ізотропної пошкоджуваності
- Термодинамічні рівняння анізотропної пошкоджуваності
- Потенціал розсіювання міцності в ізотропних матеріалах
- Кінетичні залежності для скалярної міри пошкоджуваності
- Тензорне лінійні співвідношення накопичення пошкоджень
- Моделювання крихлого руйнування при повзучості
- Кінетичні рівняння накопичення малоциклової втоми

### Теми лабораторних робіт

Немає..

### Самостійна робота

Виконання самостійних робіт, поточних контрольних та модульних робіт.

## Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Jaime A. Cano , Calvin M. Stewart. A continuum damage mechanics (CDM) based Wilshire model for creep deformation, damage, and rupture prediction. Materials Science & Engineering A 799 (2021)  
<https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.1402312>.
- 2 Lamaitre J. A. Course of Damage Mechanics / J. Lamaitre, R. Desmorat. – Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2005. – 380 p.

3. M.S. Haque, C.M. Stewart, Finite element analysis of Waspaloy using Sinh creep-damage constitutive model under triaxial stress state, J. Pressure Vessel Technol. 138 (3) (2016), <https://doi.org/10.1115/1.4032704>.

Додаткова література

1. Albrecht Bertram. Elasticity and Plasticity of Large Deformations. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2008.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Для оцінювання успішності студента використовується система накопичення балів.

Максимальна кількість балів за:

- Самостійна робота 5 балів,
- Поточна контрольна робота 10 балів.
- Модульна контрольна робота 15 балів
- ІДЗ 20 балів

В якості альтернативи системі накопичувальних балів можна скласти усний іспит

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження  
30.08.2023

Завідувач кафедри  
Олексій ВОДКА

Дата погодження  
30.08.2023

Гарант ОНП (1 рік 9 місяців)  
Геннадій МАРТИНЕНКО