



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Змішані задачі для тонкостінних конструкцій

**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-професіонал (1 рік 4 місяці)  
Магістр-науковець (1 рік 9 місяців)

**Тип дисципліни**  
Профільна, вибіркова

**Семестр**  
1

**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

Приведено основи загальної теорії та методи розрахунку змішаних задач для тонкостінних конструкцій, а також методи розрахунку технологічних процесів формоутворення оболонок. Розглянуто застосування теорії пружності та пластичності обернених задач для пластин та оболонок. Розглянуто математичні моделі втрати стійкості процесів формоутворення тонкостінних елементів конструкцій. На практичних заняттях студенти набувають досвіду використання сучасних програмних комплексів для розрахунку задач для пластин та оболонок.

### Мета та цілі дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни " Змішані задачі для тонкостінних конструкцій " є формування у студентів здатностей:

- виявляти випадки необхідності використання тих або інших методів та алгоритмів обернених задач механіки деформованого твердого тіла;
- ставити математичну задачу (виписати систему рівнянь з начальними та граничними умовами), яка буде адекватною для вирішення актуальної проблеми;

- призначити ефективний метод та алгоритм, або обирати наявну програму, що дозволить розв'язати поставлену змішану задачу на ПЕОМ;
- провести розрахунки, проаналізувати їхні результати та прийняти рішення про достатню якість отриманих результатів або про необхідність проведення змін у постановці крайової задачі або методі та алгоритмі її розв'язування;
- оформити результати розрахунків у формі звіту, з використанням відповідних стандартів, рекомендацій та вимог замовника, що заінтересована у вирішенні актуальної проблеми.

### **Формат занять**

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. 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 потрібну точність і надійність результату.

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

### **Результати навчання**

РН4. Будувати математичні моделі складних систем і вибирати методи їх дослідження, реалізовувати 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 потрібну точність і надійність результату.

РН16. Вміти розробляти математичні методи та алгоритми комп'ютерного моделювання нелінійних фізичних явищ та процесів в інноваційних технологічних системах.

### **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., самостійна робота – 72 год.

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

Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з

- теоретичної механіки;
- лінійної теорії пружності;
- теорії коливань
- навички застосування програмних засобів розв'язання математичних задач.

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

Навчальний процес включає: лекції з використанням комп'ютерно-інформаційних засобів; лабораторні роботи, 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.

Лабораторні заняття змістовних модулів плануються до кожної теми, включають підготовку до лабораторних занять за визначеним планом; виконання контрольних завдань; огляд наукових

публікацій з обраної проблеми. Використовуються такі форми і методи навчання: пояснення, дискусія, диспут.

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. Вступ**

Особливості постановок технологічних задач механіки деформованого тіла.

#### **Тема 2. Оборнені одновимірні задачі пружного деформування тонких пластин.**

Побудова геометричних співвідношень при різних типах обмежень для модулювання процесів формоутворення.

#### **Тема 3. Оборнені одновимірні задачі пружно-пластичного деформування тонких оболонок.**

Побудова фізичних співвідношень при використанні теорії пластичної течії з ізотропним та кінематичним зміцненням.

#### **Тема 4. Використання теорії пологих оболонок для постановки оборнених задач формоутворення.**

Створення критеріїв втрати стійкості пружно-пластичного деформування.

#### **Тема 5. Дослідження процесів розвантаження при формоутворенні тонкостінних елементів.**

Тема 6. Постановка задач проектуванні штампів та пуансонів для досягнення потрібної форми тонкостінних оболонкових конструкцій з урахуванням пружного розвантаження.

Тема 7. Дослідження процесів формоутворення на основі постановок контактних задач пружно-пластичного деформування пластин та оболонок.

Тема 8. Дослідження технологічних процесів високотемпературного формоутворення при повзучості.

### **Теми практичних занять**

### **Теми лабораторних робіт**

Робота 1. Рішення оборнених задач циліндричного згину пластин.

Робота 2. Оборнені задачі для осесиметричного згину круглих пластин

Робота 3. Розв'язок задач пружного деформування пластин жорстким штампом

Робота 4. Одновимірні задачі пружного деформування циліндричних оболонок при обмеженнях на переміщення.

Робота 5. Оборнені задачі пружного деформування циліндричних оболонок.

Робота 6. Чисельний розв'язок оборнених задач пружно-пластичного згину пластин

Робота 7. Чисельний розв'язок оборнених задач пружно-пластичного згину циліндричних оболонок

Робота 8. Чисельний розв'язок оборнених задач формоутворення пологих оболонок.

### **Самостійна робота**

Проведення розрахунків в програмному комплексі ANSYS відповідно своїх варіантів початкових умов. Створення звітів по лабораторних роботах.

## **Література та навчальні матеріали**

### **ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Bertram A. . Elasticity and Plasticity of Large Deformations. — Springer, 2012. — 345 с.
2. Hashiguchi K., Yamakawa Y. . Introduction to Finite Strain Theory for Continuum Elasto-Plasticity. — Wiley, 2012. — 417 с.
3. Haupt P. . Continuum Mechanics and Theory of Materials. — Springer, 2002. — 643 с. Lubliner J.

3. Механіка матеріалів: навчальний посібник / Чаусов М. Г., Пилипенко А. П., Куценко А. Г., Бондар М. М. – Ніжин : ТОВ «Видавництво «АспектПоліграф»», 2018. – 560 с.

#### ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Григоренко, Я. М. Основи теорії пластин та оболонок з елементами магнітопружності : Підручник / Я. М. Григоренко, Л. В. Мольченко. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2009. –403 с.
2. Львов Г.І. ТЕОРІЯ ПЛАСТИН І ОБОЛОНОК Конспект лекцій. Харків. НТУ «ХПІ» 2023

### Система оцінювання

#### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Для оцінювання успішності студента використовується система накопичення балів.

Максимальна кількість балів за:

- Лабораторна робота 10 балів,
- Поточна контрольна робота 10 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 ОПП (1 рік 4 місяці)  
Олексій ЛАРІН

Гарант ОНП (1 рік 9 місяців)  
Геннадій МАРТИНЕНКО