



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Моделювання термодинаміки та тепломасообміну

Шифр та назва спеціальності  
113 - Прикладна математика

Інститут  
ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної  
фізики та математики

Освітня програма  
Комп'ютерне та математичне моделювання

Кафедра  
Теоретична механіка та опір матеріалів  
(166)

Рівень освіти  
Бакалавр

Тип дисципліни  
Технічного спрямування. Вільного вибору за  
спрямуванням "Моделювання 1"

Семестр  
7

Мова викладання  
Українська

## Викладачі, розробники



### Лавінський Денис Володимирович

Denys.Lavinskiy@khp.edu.ua

Доктор технічних наук, завідувач кафедри теоретичної механіки та опору матеріалів НТУ «ХПІ», доцент

Автор та співавтор понад 120 наукових і навчально-методичних публікацій. Провідний лектор з курсів «Теоретична та аналітична механіка», «Теоретична механіка» (українською та англійською), «Опір матеріалів» (англійською), "Моделювання термодинаміки та тепломасообміну"

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

В межах курсу навчальної дисципліни "Моделювання термодинаміки та тепломасообміну" здобувачі вищої освіти ознайомлюються з законами термодинаміки, вивчають основні принципи передачі та використання теплоти, знайомляться з основними підходами до моделювання термодинамічних та тепломасообмінних процесів.

### Мета та цілі дисципліни

Мета курсу "Моделювання термодинаміки та тепломасообміну" полягає у формуванні знань в області термодинаміки та тепломасообміну, засвоєння теоретичних основ вказаних процесів. Також закладаються фундамент для оволодіння прийомами математичного моделювання процесів термодинаміки та тепломасообміну у твердих тілах та рідинах.

### Формат занять

Лекції, лабораторні заняття, консультації. Індивідуальне розрахункове завдання. Підсумковий контроль - залік

## Компетентності

ФК13. Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних.

ФК14. Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.

ФКС1. Здатність створювати математичні моделі в контексті механіки твердого деформівного тіла.

## Результати навчання

РН12. Розв'язувати окремі інженерні задачі та/або задачі, що виникають принаймні в одній предметній галузі: в соціології, економіці, екології та медицині.

РНС1. Вміти створювати математичні моделі для механіки твердого деформівного тіла.

## Обсяг дисципліни

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

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Математичний аналіз", "Аналітична геометрія" " Диференціальні рівняння " "Фізика"

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться з використанням інтерактивних мультимедійних технологій. На лабораторних заняттях використовується проектний підхід до навчання, акцентується увага на застосуванні комп'ютерних і інформаційних технологій.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

#### Тема 1.

Предмет термодинаміки і її завдання. Кількісні характеристики, які описують термодинамічний стан твердого тіла. Внутрішня енергія, потенціал Гібса.

#### Тема 2.

Перший закон термодинаміки. Ентальпія.

#### Тема 3.

Другий закон термодинаміки. Ентропія.

#### Тема 4.

Основні балансові співвідношення у термодинаміці. Закон збереження маси. Закон збереження кількості руху і моменту кількості руху. Рівняння балансу енергії та ентропії. Одержання рівнянь термодинамічного стану.

#### Тема 5.

Теплопровідність. Основи теорії тепломасообміну. Температурне поле. Температурний градієнт.

#### Тема 6.

Основний закон теплопровідності. Коефіцієнт теплопровідності. Диференціальне рівняння теплопровідності. Умови однозначності

#### Тема 7.

Граничні задачі та методи їх розв'язання. Конвекційний теплообмін. Коефіцієнт тепловіддачі. Тепловий потік.

#### Тема 8.

Променевий теплообмін. Складний теплообмін. Теплообмін при контакті твердих тіл.

#### Тема 9.

Постановка граничних задач теплофізики. Аналітичні методи розв'язання задач теплопровідності. Метод Фур'є. Метод функцій Грина. Метод інтегральних перетворень.

### Тема 10.

Чисельні методи розв'язання задач теплопровідності. Метод скінченних різниць.

### Тема 11.

Метод скінченних елементів та його застосування до моделювання процесів теплопровідності.

## Теми практичних занять

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені

## Теми лабораторних робіт

### Тема 1.

Аналітичне та чисельне моделювання теплопровідності напів-нескінченного стержня при різних видах граничних умов.

### Тема 2.

Аналітичне та чисельне моделювання нестационарної теплопровідності вісесиметричного циліндра та кулі при різних видах граничних умов.

### Тема 3.

Чисельне моделювання нестационарної теплопровідності двовимірних тіл (диски, прямокутні пластини) при різних видах граничних умов.

### Тема 4.

Чисельне моделювання нестационарної теплопровідності тривимірних тіл при різних видах граничних умов.

## Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання за темою: Визначення нестационарного розподілу температури у вісесиметричному диску за допомогою методів скінченних різниць та скінченних елементів.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. Маляренко В. А. Тепломасообмін в об'єктах альтернативної енергетики : підручник / В. А. Маляренко, О. В. Сенецький ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 311 с.
2. Venkateshan, S.P.. Heat Transfer. Німеччина, Springer International Publishing, 2021.
3. Lienhard, John H. A Heat Transfer Textbook: Fifth Edition. Сполучені Штати Америки, Dover Publications, 2019.
4. Karwa, Rajendra. Heat and Mass Transfer. Німеччина, Springer Nature Singapore, 2020.
5. Bergman, Theodore L., et al. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. Велика Британія, Wiley, 2020.
6. Lewis, Gilbert Newton, et al. Thermodynamics. Courier Dover Publications, 2020.
7. Turns, Stephen R., and Laura L. Pauley. Thermodynamics: concepts and applications. Cambridge University Press, 2020.
8. Borgnakke, Claus, and Richard E. Sonntag. Fundamentals of thermodynamics. John Wiley & Sons, 2020.

### Додаткова література

1. Heat Transfer: Design, Experimentation and Applications. Велика Британія, IntechOpen, 2021.
2. Омельченко О.В., Цвіркун Л.О. Тепломасообмін : навч. посіб. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2021. 100 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді заліку (30%) та поточного оцінювання (70%).

Залік: письмове завдання (2 запитання з теорії) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: 4 лабораторні роботи (по 10%) та розрахункове завдання (30%)

### 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

Сілабус погоджено

28.08.2023

Завідувач кафедри  
Денис Лавінський

Дата погодження, підпис

Гарант ОП  
Геннадій Львов