



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

# Сучасні методи дослідження температурного стану

**Шифр та назва спеціальності**

G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією)

**Інститут**

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

**Спеціалізація**

-

**Кафедра**

Теплотехніки та енергоефективних технологій (123)

**Освітня програма**

Теплоенергетика

**Тип дисципліни**

Обов'язкова

**Рівень освіти**

Третій (освітньо-науковий)

**Форма навчання**

Денна

**Семестр**

2

**Мова викладання**

Українська

## Викладачі, розробники

**Кошельнік Олександр Вадимович**

[Oleksandr.Koshelnik@khi.edu.ua](mailto:Oleksandr.Koshelnik@khi.edu.ua)

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій

Досвід роботи – 28 років. Автор понад 220 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: "Сучасні методи досліджень температурного стану", "Ексергетичні методи аналізу".

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

**Анотація**

Дисципліна спрямована на оволодіння основами сучасних методів проведення розрахункових досліджень теплового стану елементів теплотехнологічного та енергетичного обладнання промислових підприємств для визначення ефективних та надійних режимів їх роботи.

**Мета та цілі дисципліни**

Одержання здобувачами необхідних знань щодо застосування сучасних методів моделювання та розрахунку теплового стану елементів промислових теплотехнологічних комплексів різного цільового призначення з метою забезпечення ефективних та стійких режимів їх експлуатації.

**Формат занять**

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

**Компетентності**

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК03. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері теплоенергетики на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукові результати, які створюють нові знання у сфері теплоенергетики та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з теплоенергетики та суміжних галузей.

СК03. Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті з теплоенергетики.

СК04. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у сфері теплоенергетики, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СКС01. Здатність розуміти сучасні проблеми науково-технічного розвитку енергетики, знати сучасні технології енерго- та ресурсозбереження.

## **Результати навчання**

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з теплоенергетики і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з теплоенергетики, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, спостережень, тощо і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у теплоенергетиці та дотичних міждисциплінарних напрямів.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з теплоенергетики та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН07. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

РН08. Створювати методичне забезпечення, організовувати та проводити викладання професійно-орієнтованих дисциплін теплоенергетики на рівні, що відповідає вимогам вищої школи.

РНС01. Знати та розуміти основні поняття і закони тепло та масообміну, технічної термодинаміки та перетворення енергії, гідроаеродинаміки, методи розрахунків тепломасообмінних апаратів різного типу та призначення

РНС02. Обґрунтувати способи керування та автоматизації теплотехнологічних процесів різного призначення.

РНС03. Знати та розуміти методи теплофізичного експерименту, математичного, імітаційного та чисельного моделювання, системного аналізу.

РНС04. Знати та розуміти сучасні методи інтенсифікації процесів тепломасообміну.

## **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 20 год., практичні заняття – 20 год., самостійна робота – 80 год.

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

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички галузі фізики та математики.

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

При проведенні лекційних занять методи готових знань поєднуються з дослідницьким методом, який передбачає активну самостійну роботу студентів при засвоєнні знань: аналіз явищ,

формулювання проблеми, самостійне формулювання висновків. У викладанні лекційного матеріалу переважає пояснювальний метод, при виконання індивідуального завдання використовується спонукальний метод навчання.

## Програма навчальної дисципліни

### Навчальні заняття

#### Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
<b>Тема 1. Основні положення теорії теплопровідності. Теплопровідність тіл в стаціонарному тепловому стані.</b>	4
Механізм передачі теплоти теплопровідністю. Температурний градієнт. Розподіл температур в тілі. Розрахунок теплопровідності в стаціонарному тепловому стані.	
<b>Тема 2. Теплопровідність тіл в нестаціонарному тепловому стані.</b>	6
Основні закономірності в теорії симетричного нагріву. Розрахунок тривалості нагрівання. Нагрівання в рідких середовищах. Розрахунок нагрівання "тонких" тіл за аналітичними рішеннями. Використання наближених методів моделювання теплових процесів при нестаціонарному тепловому стані.	
<b>Тема 3. Використання методів кінцевих різниць для рішення задач теплопровідності.</b>	10
Використання методів кінцевих різниць для рішення багатомірних задач теплопровідності з постійними фізичними константами. Використання методів кінцевих різниць для рішення багатомірних задач теплопровідності із змінними фізичними константами. Особливості розрахунків при наявності внутрішніх джерел теплоти. Облік руху між фазної границі.	
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>20</b>

#### Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти $a$
<b>Тема 1. Аналіз закономірностей передачі тепла в стаціонарному тепловому режимі</b>	6	0,5
<b>Тема 2. Аналіз зміни теплового стану тіл різної форми при нестаціонарному тепловому режимі</b>	14	1,5
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>20</b>	$\sum_{i=1}^n 2$

#### Лабораторні заняття

Лабораторні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

#### Контрольні роботи

Теми контрольних робіт	Вагові коефіцієнти $b$
<b>Тема 1. Розрахунок процесів теплопровідності тіл в стаціонарному режимі</b>	1
<b>Загалом</b>	$\sum_{i=1}^m 1$

## Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу.

### Опрацювання теоретичного матеріалу

#### Теми для самостійного вивчення

#### Кількість годин

#### Тема 1. Теплопередача в критичній точці поперечно обтічної труби

25

Постановка задачі. Інтегральне рівняння теплового пограничного шару. Математичний опис задачі. Виведення співвідношень для критичної точки та приведення рівнянь до безрозмірного виду. Отримання розрахункових залежностей.

#### Тема 2. Зворотні задачі теплообміну

55

Розподіл задач на прямі та зворотні. Роль обернених задач в теплових процесах. Обернені задачі теплопровідності. Унікальність рішення обернених задач теплопровідності. Аналітичні форми граничних обернених задач теплопровідності. Визначення нестационарних граничних умов у одномірній постановці. Аналітичні форми рішення багатовимірних задач. Прямий алгебраїчний метод розрахунку нестационарних теплових навантажень.

#### Загальна кількість годин

80

#### Тематика індивідуальних завдань

Індивідуальне завдання не передбачено.

#### Теми індивідуального завдання

#### Тема.

#### Загальна кількість годин

-

## Неформальна освіта

Можливість для даного освітнього компонента не передбачена.

## Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

### Основна література

1. Лабай В.Й. Тепломасообмін: підручник для ВНЗ. Львів: Тріада Плюс, 2004. 260 с.
2. Погорелов А.І. Тепломасообмін (Основи теорії і розрахунку). Навч. посібник. Львів: Новий світ-2000, 2004. 144 с.
3. Димніч А.Х., Троянський О.А. Теплопровідність: навч. посібник. Донецьк: Норд Прес, 2004. 370 с.
4. Теорія теплопровідності: навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. / А.В.Гільчук, А.А.Халатов, Т.В.Доник; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 153 с. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/83acae59-9dcd-4ad7-af4c-83aa3671a374/content>

### Додаткова література

1. Математичне моделювання теплових процесів в енергетиці та промисловості. Частина 1. - [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. третього рівня вищої освіти (PhD) спеціальності 144 «Теплоенергетика» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Д.В. Риндюк, 2020. 69 с. <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41558/1/Mat-model-tepl-protsesiv-v-enerhetyysi-ta->

[promyslovosti Praktykum.pdf](#)

2. Кошельник О.В., Хавін Є.В., Павлова В.Г. Моделювання роботи теплообмінних апаратів систем енерго- та тепlopостачання високотемпературних технологічних установок Інтегровані технології та енергозбереження // Харків: НТУ «ХПІ», 2015. № 1. С.14-18.

<https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&cluster=15768344593634132731&btnI=1&hl=uk>

3. Збірник задач з тепломасообміну : навчальний посібник /А.Ю. Дреус, К.Є. Лисенко, В.О. Сясев. Д., 2016. 124 с.

4. Станжицький О.М. Таран Є.Ю. Гординський Л.Д. Основи математичного моделювання // ВПЦ «Київський університет», 2006. 197 с.

## Інформаційні ресурси

1. Електронний репозитарій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (eNTUKhPIIR). <https://repository.kpi.kharkov.ua/home>

## Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників  $k$ :

Поточний контроль (практичні заняття), $k_1$	Контрольні роботи, $k_2$	Індивідуальне завдання, $k_3$	Підсумковий контроль, $k_4$
---	--------------------------	----------------------------------	--------------------------------

0,5

0,1

-

0,4

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю:  $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$ . Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = \Pi \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + \Pi k \cdot k_4$$

де:  $\Pi$  – середньозважена середня оцінка за поточний контроль

$I$  – оцінка за виконання індивідуального завдання

$K$  – середньозважена оцінка за контрольні роботи

$\Pi k$  – оцінка за підсумковий контроль

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де:  $a_i$  - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + \dots + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

де:  $b_i$  - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову ( $\Pi, K, I, \dots$ ) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з [положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ»](#).

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої  $O$  з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

## 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	FX

(потрібне додаткове вивчення)

## Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти 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

30.06.2025



**Завідувач кафедри**  
Микола КУНДЕНКО

30.06.2025



**Гарант ОП**  
Антон ГАНЖА