



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Комп'ютерне моделювання теплового стану елементів енергетичного обладнання

Шифр та назва спеціальності  
142 – Енергетичне машинобудування

Інститут  
ННІ Енергетики, електроніки та  
електромеханіки

Освітня програма  
Енергетика

Кафедра  
Турбінобудування (122)

Рівень освіти  
Магістр

Тип дисципліни  
Профільна, вибіркова

Семестр  
1

Мова викладання  
Українська

## Викладачі, розробники



### Тарасов Олександр Іванович,

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри  
турбінобудування НТУ «ХПІ».

[Oleksandr.Tarasov@khp.edu.ua](mailto:Oleksandr.Tarasov@khp.edu.ua)

Досвід роботи – 38 років. Автор понад 90 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Системи охолодження газових турбін», «Конструкції газових турбін», «Методи дослідження процесів теплообміну», «Тепломасообмін», «Вогнетехічні установки та процеси», «Тепловий стан елементів енергетичного обладнання»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Для чисельного вирішення задач теорії поля використовуються загальноприйнятими є використання програмних продуктів, таких як: ANSYS, CFX, FLUENT. Для тривимірної побудови геометричних образів об'єктів використовують SolidWorks, Unigraphics та інші продукти. Студенту важко самостійно розібратися у всьому цьому різноманітті можливостей. Тому в даному курсі розглядаються найзагальніші принципи роботи з подібними програмами. Крім того розглядаються теоретичні основи методу кінцевих елементів, який використовується для вирішення завдань теорії теплопровідності. Таким чином дисципліна спрямована насамперед на освоєння практичних прийомів використання універсальних комп'ютерних програм для аналізу теплового стану елементів машин та механізмів.

## Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни – навчання студентів навичками використання сучасних комп'ютерних програм мультифізики для термічного аналізу теплових машин і енергетичного обладнання.

## Формат занять

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

## Компетентності

СК 02. Здатність критично осмислювати проблеми і перспективи розвитку у сфері енергетичного машинобудування та дотичних міждисциплінарних проблем

СК 03. Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем, пов'язаних з проектуванням та експлуатацією енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

СК 04. Здатність аналізувати, оцінювати та застосовувати науково-технічну інформацію в галузі енергетичного машинобудування.

СК 05. Здатність розробляти та впроваджувати інноваційні проекти і програми, забезпечувати конкурентоздатність продукції, здійснювати техніко-економічне обґрунтування проєктів у галузі енергетичного машинобудування.

СК 06. Здатність проектувати та експлуатувати енергетичне і теплотехнологічне обладнання.

СК 09. Здатність застосовувати математичні моделі, розрахункові методи, методології та спеціалізоване програмне забезпечення, для розв'язання інженерних задач в галузі енергетичного машинобудування

СК 10. Здатність опановувати та використовувати знання сучасних технологій, методів при дослідженні, проектуванні, модернізації та експлуатації енергетичного обладнання та аналізувати отримані результати

## Результати навчання

РН 1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у галузі енергетичного машинобудування для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН 2. Здійснювати пошук необхідної інформації у науково-технічній і патентній літературі, базах даних, інших джерелах з технологій і процесів у галузі енергетичного машинобудування, на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію.

РН 3. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або дослідницькі задачі під час проектування, виготовлення і експлуатації енергетичного обладнання та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у інноваційних проєктах.

РН 4. Розробляти і реалізовувати проекти у галузі енергетичного машинобудування та пов'язані з нею міждисциплінарні проекти з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

РН 5. Створювати новітні технології та процеси і обґрунтовувати вибір обладнання та інструментів, з урахуванням обмежень в енергетичному машинобудуванні на основі сучасних знань в енергетичній та суміжних галузях.

РН 7. Приймати ефективні рішення з інженерних та управлінських питань у галузі енергетичного машинобудування в складних і непередбачуваних умовах, у тому числі із застосуванням сучасних методів та засобів оптимізації, прогнозування та прийняття рішень.

РН 8. Розробляти, обирати та застосовувати ефективні розрахункові методи розв'язання складних задач енергетичного машинобудування.

РН 9. Формулювати та вирішувати інноваційні задачі галузі енергетичного машинобудування з урахуванням вимог до результатів, технічних стандартів, а також нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, інтелектуальна власність, навколишнє середовище, економіка і виробництво) аспектів.

РН 10. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів досліджень та інновацій.

РН 11. Презентувати результати досліджень та інновацій, зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію до фахівців і нефахівців.

PH 13. Управляти складними робочими процесами у галузі енергетичного машинобудування, у тому числі такими, що є непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.  
PH 14. Обирати і застосовувати сучасні технології, спеціалізовані пакети програм, інструменти і методи дослідження, формулювати і перевіряти гіпотези, аргументувати висновки, за результатами досліджень надавати практичні рекомендації.  
PH 15. Використовувати та аналізувати методи оптимізації для розв'язання складних інженерних задач в галузі енергетичного машинобудування.

### **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 16 год., практичні заняття – 48, самостійна робота – 86 год.

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

Для успішного проходження курсу необхідні знання та навички, що були надбані у результаті вивчення дисциплін «Вища математика», «Основи технічної термодинаміки», «Газодинаміка», «Конструкції, міцність та експлуатація турбомашин», «Теплові та атомні електричні станції», «Тепломасообмін».

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

Дисципліна передбачає комп'ютерне узагальнення знань студентів, отриманих щодо процесів тепломасообміну, газодинаміки турбомашин. Більшість курсу проводиться у вигляді практичних занять на комп'ютерах у приміщенні кафедри турбінобудування. Крім того, проводяться заняття як у приміщенні кафедри, так і на індивідуальних комп'ютерах студентів для розширеного використання програми Excel шляхом програмування мовою BASIC завдань в галузі енергетики.

### **Програма навчальної дисципліни**

#### **Теми лекційних занять**

**Тема 1. Аналіз теплового стану теплових машин та енергетичного устаткування є запорука надійної роботи.**

Аналітичний і чисельний методи рішення задач теплопровідності. Визначення граничних умов теплообміну. Структура сучасних комп'ютерних програм для вирішення задач теорії поля.

**Тема 2. Теоретичні основи методу скінченних елементів для розв'язування задач теплопровідності.**

Використання кінцевих елементів з різним порядком апроксимації функції при вирішенні двовимірних задач теплопровідності. Пошук оптимальної кількості елементів і порядку апроксимації. Теоретичні основи чисельного рішення нестационарних задач теплопровідності. Узгодження кроку по часу і простору. Постановка завдання дослідження прогріву нескінченної пластини при постійних і змінних в часі граничних умовах.

**Тема 3. ADINA - універсальна програма для вирішення завдань напруженого і термічного стану тіл, моделювання течії рідини.**

Основні компоненти програми. Початкові відомості про моделювання геометричного образу об'єкта, створенні сітки, проведення рішення та виконання аналізу.

**Тема 4. Вивчення просунутих можливостей Excel для створення підпрограм мовою BASIC для спрощення інженерних розрахунків у галузі енергетики.**

#### **Теми практичних занять**

Теми 1,2,3. Створення розрахункових сіток, завдання граничних умов і виконання рішення, аналіз на прикладах простих двовимірних об'єктів.

Складання математичної моделі стаціонарної теплопровідності плоскої нескінченної пластини, рішення задачі, аналіз, зіставлення з теоретичним рішенням.

Складання математичної моделі стаціонарної теплопровідності нескінченного порожнього циліндра, рішення задачі, аналіз, зіставлення з теоретичним рішенням.

Складання математичної моделі нестационарної теплопровідності для плоскої нескінченної пластини, рішення задачі, аналіз, зіставлення з теоретичним рішенням.  
Чисельне рішення задачі теплопровідності для прямокутної області зі значною двовимірністю температурного поля. Пошук оптимальних кінцевих елементів та їх кількості. Аналіз результатів. Тепловий стан твердуючих бетонних блоків. Охолодження лопатки газової турбіни. Аналіз ламінарної течії у ступінчастому дифузори.  
Тема 4. Програмування задач мовою BASIC завдань в галузі енергетики та інших супутніх завдань.

## Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбаченні.

## Самостійна робота

Виконання розрахункової роботи.

## Література та навчальні матеріали

1. Володимирович Є.С. Конспект лекцій з дисципліни «Методи аналізу, моделювання та оптимізації процесів ОМТ: Теоретичні методи розрахунку процесів ОМТ» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 136 «Металургія» за освітньо-науковою програмою «Обробка металів тиском» - м. Кам'янське, вул. Дніпробудівська, 2, 2016. - 61 с.
2. Погорєлов А.І. Тепломасообмін (основи теорії і розрахунки): навчальний посібник для вузів. 4-те видання, виправлене.-Львів:"Новий Світ-2000", 2006.-144 с.
3. Копелев С.З., Слитенко А.Ф. Конструкція та розрахунок систем охолодження газових турбін – Харків.: Основа, 1994. – 239 с

Інтернет-ресурси:

1. [ANSYS — Вікіпедія \(https://uk.wikipedia.org/wiki/Ansys \)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Ansys)
2. [Ansys | Engineering Simulation Software](https://www.ansys.com/)
3. ADINA <https://www.adina.com/index.shtml>

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки (залік) складаються за результатами обов'язкового поточного оцінювання на лекційних заняттях, розрахункового завдання, оцінки самостійної роботи та оцінки під час заліку:  
 $30\%+30\%+10\%+40\%=100\%$ .

### 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<br>(потрібне додаткове вивчення) | FX   |
| 1–34       | Незадовільно<br>(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

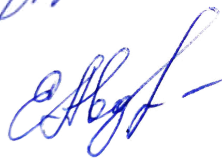
Силабус погоджено

20.08.2023р.



**Завідувач кафедри**  
Олександр УСАТИЙ

20.08.2023р.



**Гарант ОП**  
Олена АВДЕЄВА