



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Математичне моделювання технологічних процесів в енергетичному обладнанні

Шифр та назва спеціальності  
142 – Енергетичне машинобудування

Інститут  
ННІ енергетики, електроніки, електромеханіки

Освітня програма  
Енергетика

Кафедра  
Парогенераторобудування (121)

Рівень освіти  
Магістр

Тип дисципліни  
Профільна, вибіркова

Семестр  
2

Мова викладання  
Українська

## Викладачі, розробники



Єфімов Олександр Вячеславович  
[Efimov.Oleksandr@khpi.edu.ua](mailto:Efimov.Oleksandr@khpi.edu.ua)  
Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри  
парогенераторобудування НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 48 років. Автор більше 200 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Комп'ютерне моделювання та САПР об'єктів й елементів устаткування атомної енергетики», «Імітаційне моделювання реакторних установок АЕС та елементів їхнього устаткування», Основи надійності котлів і реакторів

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна спрямована на формування у студентів теоретичних знань та вироблення практичних навичок застосування математичних методів для аналізу, моделювання технологічних процесів в енергетичному обладнанні з застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій..

### Мета та цілі дисципліни

Сформувані у студентів поняття чисельних і математичних моделей, які застосовуються для розрахунків на ЕОМ, як інструмент аналізу складних технічних систем, до яких відноситься енергетичне обладнання.

### Формат занять

Лекції, практичні роботи, консультації. Підсумковий контроль -залік.

### Компетентності

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

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 6. Використовувати методи моделювання, а також методи експериментальних досліджень з метою детального вивчення тепло- і масообмінних, гідравлічних та інших процесів, які відбуваються в технологічному обладнанні та об'єктах енергетичного машинобудування.

РН 7. Приймати ефективні рішення з інженерних та управлінських питань у галузі енергетичного машинобудування в склад- них 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.

### **Обсяг дисципліни**

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

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

Знання, навички, необхідні для успішного проходження курсу з дисциплін: Ядерні енергетичні реактори АЕС з реакторами різних типів.

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

Студенти повинні знати загальні характеристики та конструкції реакторів При проведенні лекцій використовуються різноманітні методи навчання: Активні, Практичні, Наочні методи навчання: ілюстрація, демонстрація та спостереження. Методи дистанційного навчання: Робота в месенджерах, найчастіше це онлайн-спілкування, відеоконференції, відеосупровід,

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми лекційних занять**

Тема 1.

Основні теоретичні відомості про чисельні методи. Математичні моделі. Історія розвинення та класифікація чисельних методів. Структура похибок чисельних методів.

Тема 2.

Математичний пакет Mathcad. Призначення математичних пакетів. Елементи математичного пакету Mathcad. Обчислення арифметичних виразів, сум, добутків, похідних та визначених інтегралів в символьній формі. Обчислення таблиць значень функцій та побудова графіків.

Тема 3.

Розв'язування нелінійних рівнянь з однією змінною. Постановка задачі. Методи знаходження коренів рівнянь. Метод ділення навпіл. Метод ітерацій. Програмування задач методів уточнювання коренів нелінійних рівнянь.

Тема 4.

Обчислення характеристик матриць.

Власні значення та вектори. Алгоритм обчислення власних значень та векторів. Обчислення визначника, сліду, норми, власних значень та векторів у Mathcad.

Тема 5.

Розв'язування систем лінійних і нелінійних рівнянь.

Постановка задачі. Прямі методи розв'язування СЛАР. Метод простих ітерацій для розв'язування СЛАР. Програмування для розв'язування систем лінійних і нелінійних рівнянь.

Тема 6.

Інтерполювання функцій.

Постановка задачі. Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Інтерполяційний многочлен Ньютона для рівно відлеглих вузлів. Похибка методу. Сплайн-інтерполяція.

#### Тема 7.

Чисельне диференціювання та інтегрування.

Чисельні методи диференціювання, програмування диференціювання у Mathcad. Обчислення визначених інтегралів методами прямокутників, трапецій та Сімпсона. Програмування методів обчислення інтегралів.

#### Тема 8.

Чисельні методи розв'язування диференціальних рівнянь в частинних похідних.

Типи диференціальних рівнянь в частинних похідних. Чисельні методи розв'язання еліптичних рівнянь. Явні різницеві схеми. Неявні різницеві схеми.

#### Тема 9.

Методи обробки експериментальних даних. Елементи математичної статистики.

Метод вирівнювання. Метод найменших квадратів. Лінійна регресія. Поліноміальна регресія.

Вибіркові оцінки випадкової величини. Кореляційний зв'язок.

#### Тема 10.

Чисельні методи розв'язування задач оптимізації.

Задачі умовної та безумовної оптимізації. Детерміновані методи безумовної оптимізації. Методи градієнтного спуску (метод поділу кроку та найшвидшого спуску). Розв'язування задачі лінійного програмування.

### **Теми практичних занять**

#### Тема 1.

Структура похибок чисельних методів.

#### Тема 2.

Математичний пакет MathCad. Обчислення таблиць значень функцій та побудова графіків.

#### Тема 3.

Розв'язування нелінійних рівнянь з однією змінною. Метод ітерацій. Програмування задач методів уточнювання коренів нелінійних рівнянь.

#### Тема 4.

Обчислення характеристик матриць.

Обчислення визначника, сліду, норми, власних значень та векторів у MathCad.

#### Тема 5.

Розв'язування систем лінійних і нелінійних рівнянь.

Метод простих ітерацій.

#### Тема 6.

Інтерполювання функцій.

Похибка методу. Сплайн-інтерполяція.

#### Тема 7.

Чисельне диференціювання та інтегрування.

Обчислення визначених інтегралів методами прямокутників, трапецій та Сімпсона.

Програмування методів обчислення інтегралів.

#### Тема 8.

Типи диференціальних рівнянь в частинних похідних.

#### Тема 9.

Методи обробки експериментальних даних.

#### Тема 10.

Чисельні методи розв'язування задач оптимізації.

Розв'язування задачі лінійного програмування.

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені

### **Теми лабораторних робіт**

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені

### **Самостійна робота**

Курс передбачає виконання індивідуального завдання. Розрахунково-графічна робота. Студентам рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу..

## Література та навчальні матеріали

- 1.Возняк Л.С., Шарин С.В. Чисельні методи: Методичний посібник для студентів. – Івано-Франківськ: «Плай», 2001. – 64 с.
- 2.Шаповаленко В.А., Буката Л.М., Трофименко О.Г. Чисельні методи та моделювання на ЕОМ. Чисельне обчислення функцій, характеристик матриць і розв'язування нелінійних рівнянь та систем рівнянь: Навч. посібник. – Модуль 1, Ч. 1. – Одеса: ВЦ ОНАЗ, 2010. – 88 с.
- 3.Шаповаленко В.А., Буката Л.М., Трофименко О.Г. Чисельні методи та моделювання на ЕОМ. Чисельні методи моделювання об'єктів: метод. вказівки для лаб. та практ. занять. Модуль 2. – Одеса: ВЦ ОНАЗ, 2011. 72 с.
- 4.Шаповаленко В.А., Буката Л.М., Трофименко О.Г. Чисельні методи та моделювання на ЕОМ: Чисельне обчислення функцій, характеристик матриць і розв'язування нелінійних рівнянь та систем рівнянь: метод. вказівки для лаб. та практ. занять. Модуль 1. – Одеса: ВЦ ОНАЗ, 2010. – 72 с.
5. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи в інформатиці: Підручник. – К.: Видавнича група ВНУ, 2006. – 480 с.
- 6.Єщенко А.І., Єщенко І.А. Основи програмування в математичному пакеті Mathcad. – Одеса: УДАЗ, 2000, – 285 с.
7. Єфімов О.В., Пилипенко М.М., Потаніна Т.В., Каверцев В.Л., Єсипенко Т.О., Гаркуша Т.А. Схеми, процеси, матеріали, конструкції і моделі реакторних і парогенераторних установок енергоблоків АЕС і газо-паротурбінних установок ТЕС / за ред. О.В. Єфімова – Харків: ТОВ „В справі”. – 2023 –560 с.
8. Реактори і парогенератори енергоблоків АЕС: схеми, процеси, матеріали, конструкції, моделі/ О.В. Єфімов, М.М. Пилипенко, Т.В. Потаніна та ін.: за ред. О.В. Єфімова - Харків: ТОВ «В СПРАВІ», 2017 – 420 с.

### ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. library.kpi.kharkov.ua – бібліотека НТУ «ХПІ». Електронний каталог та репозитарій електронних ресурсів.
2. <https://ela.kpi.ua>, <https://www.library.kpi.ua> – науково-освітні сайти бібліотек НТУ України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», які містять репозитарій електронних підручників, тощо.
3. [https://ooer.kpi.ua/downloads/disc/inf\\_t/posibn\\_Krav\\_Myk.pdf](https://ooer.kpi.ua/downloads/disc/inf_t/posibn_Krav_Myk.pdf) – Кравченко І.В., Микитенко В.І. Інформаційні технології: Системи комп'ютерної математики (Електронний ресурс). – К.: КПІ ім. І Сікорського, 2018. – 243 с.
4. [http://ahv.kpi.ua/wp-content/uploads/Osnovi\\_roboti\\_z\\_MathCad.pdf](http://ahv.kpi.ua/wp-content/uploads/Osnovi_roboti_z_MathCad.pdf) –Ситніков О.В. Основи роботи з MathCad. Методичні вказівки до виконання комп'ютерного практикуму з дисципліни «Комп'ютерні технології та програмування -2. Програмні засоби для числового аналізу». – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 103с..

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Критерії та система оцінювання знань та вмінь студентів.

Контрольні роботи 2 x 20= 40

Практичні заняття 30

Залік 30

Сума 100 балів

### 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

20.08.2023 р.

Завідувач кафедри ПГБ  
Олександр ЄФІМОВ

20.08.2023 р

Гарант ОП  
Оксана ЛИТВИНЕНКО