



# ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ В МОДЕЛЮВАННІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>122 Комп'ютерні науки</i>
Освітня програма	<i>Цифрові технології в енергетиці</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,5 кредити (135 годин): лекції – 36 год., лабораторні роботи -18 год., самостійна робота – 81 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен, модульна контрольна, РГР</i>
Розклад занять	<i><a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н. Залевська Ольга Валеріївна, o.zalevska@kpi.ua Лабораторні: к.т.н. Залевська Ольга Валеріївна, o.zalevska@kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=437">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=437</a>, <a href="https://ecampus.kpi.ua/">https://ecampus.kpi.ua/</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Актуальність кредитного модуля спирається на основу будь-якого натурального експерименту – обчислення та побудову алгоритмів математичного апарату.*

*Кредитний модуль мотивує студентів до практичного застосування знань та вмінь набутих впродовж вивчення дисциплін, що передують заданій. Зміст кредитного модуля забезпечує розвиток аналітичного мислення та зв'язок чисельних методів з математичними методами.*

***Метою кредитного модуля є формування у студентів розуміння принципів побудови, застосування і теоретичного обґрунтування алгоритмів наближеного розв'язування різноманітних класів математичних задач з орієнтацією на використання сучасної обчислювальної техніки. Зміст кредитного модуля дозволяє виділити основні групи родинних методів для розв'язання визначеного класу різнопрофільних задач, що характеризуються їх математичною моделлю.***

*Інтегральною компетентністю є здатність розв'язувати задачі прикладного характеру у сфері комп'ютерних наук.*

#### **Загальні компетентності кредитного модуля (ЗК)**

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1);*
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2)*

- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК3)
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК6);
- Здатність діяти на основі етичних міркувань (ЗК13);
- Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя (ЗК15)

#### **Фахові компетентності кредитного модулю (ФК)**

- Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування (ФК1).
- Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування (ФК4).

#### **Програмні результати навчання кредитного модулю (ПР)**

- Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук (ПР1);
- використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації (ПР2)
- використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів (ПР6)
- вміти складати алгоритми чисельних розрахунків та комп'ютерні моделі фізичних явищ і процесів (ПР22)

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

**Пререквізити дисципліни.** Передумовою вивчення кредитного модуля «Чисельні методи в моделюванні енергетичних систем» є успішне засвоєння наступних кредитних модулів за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»:

- Аналітична геометрія та лінійна алгебра (I семестр, згідно навчального плану підготовки бакалаврів)
- Дискретна математика (I семестр, згідно навчального плану підготовки бакалаврів)
- Лінійна алгебра (II семестр, згідно навчального плану підготовки бакалаврів)

**Постреквізити дисципліни.** Даний кредитний модуль є передумовою вивчення наступних кредитних модулів за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»:

- Чисельні методи для розв'язання енергетичних задач (V семестр згідно навчального плану підготовки бакалаврів)

- *Геоінформаційні системи в енергетиці (IV семестр згідно навчального плану підготовки бакалаврів )*

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### *Розділ 1. Основні поняття теорії похибок*

*Тема 1.1. Джерела і класифікація похибок*

*Тема 1.2. Деякі елементарні факти теорії похибок*

#### *Розділ 2. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь*

*Тема 2.1. Метод Гаусса*

*Тема 2.2. Умови застосування методу Гаусса*

*Тема 2.3. Метод Гаусса з вибором головного елемента*

*Тема 2.4. Обчислення визначника методом Гаусса з вибором головного елемента*

*Тема 2.5. Обернення матриць*

*Тема 2.6. Метод прогону*

*Тема 2.7. Ітераційні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь*

#### *Розділ 3. Методи наближеного розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь*

*Тема 3.1. Метод поділу відрізка навпіл (метод бісекції, діхотомії)*

*Тема 3.2. Метод простої ітерації (послідовних наближень)*

*Тема 3.3. Класичні ітераційні методи*

*Тема 3.4. Метод січних (хорд, лінійної інтерполяції)*

*Тема 3.5. Метод Ньютона (метод дотичних)*

*Тема 3.6. Комбінований метод*

*Тема 3.7. Розв'язання алгебраїчних рівнянь*

*Тема 3.8. Відшукання коренів алгебраїчних рівнянь методом вилучення множників*

*Тема 3.9. Метод Ліна вилучення множників*

*Тема 3.10. Вилучення квадратичного множника за методом Хічкока*

#### *Розділ 4. Розв'язання систем нелінійних рівнянь*

*Тема 4.1. Метод ітерації розв'язання систем нелінійних рівнянь*

*Тема 4.2. Метод Ньютона*

*Тема 4.3. Інші методи розв'язання*

#### *Розділ 5. Наближення функцій, задачі інтерполяції та апроксимації.*

*Тема 5.1 Задачі інтерполяції. Інтерполяційні многочлени Лагранжа та Ньютона.*

*Слайн-інтерполяція.*

*Тема 5.2 Задачі апроксимації. Метод найменших квадратів.*

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

#### **Основна література**

1. Лук'яненко С.О. Числові методи в інформатиці: навч. посіб. / ге, доп. та випр. – К.: НТУУ “КПІ”, 2012. – 160 с. Коряшкіна Л.С., Одново М.М. Числові методи. – Д.: НГУ, 1998. – 268 с. – Вид. 2
2. Верлань А.Ф., Лук'яненко С.О. Числові методи розв'язування диференційних рівнянь: навч. посіб. – К.: НТУУ “КПІ”, 2013. – 184 с.
3. Chapra S., Canale R. Numerical Methods. – 7th Edition. – McGraw-Hill Education, 2014. – 992 p. <http://libgen.io/book/index.php?md5=4B1C96F1187FBDC0184EB1856D06A1E4>
4. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи в інформатиці. К.: Видавнича група ВНУ, 2006. – 480 с. <http://libgen.io/book/index.php?md5=5475B82B820C68F91C62B481CA6EA2D4>

#### **Допоміжна література**

1. Шаповаленко В. А. Чисельні методи та моделювання на ЕОМ: Навч. посібник. / В.А.Шаповаленко, Л. М.Буката, О. Г.Трофименко.- Одеса: ОНАЗ, 2009. - С.95.
2. Чисельні методи в прикладній фізиці : навч. посіб. / В. О. Катрич, Д. В. Майборода, С. О. Погарський, С. Л. Просвірнін. –Харків : Харківський нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна, 2011. – 172 с.
3. Андруник В. А. Чисельні методи в комп'ютерних науках / В. А. Андруник. – Львів : Новий світ-2000, 2019. – Т. 1. – 470 с. 2

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
<b>Розділ 1. Основні поняття теорії похибок</b>		
1	ЛЕКЦІЯ 1. Тема: Елементи теорії похибок Правила наближених обчислень і оцінка похибок при обчисленнях. Джерела та класифікація похибок. Похибка суми, різниці та добутку.	2
2	ЛЕКЦІЯ 2. Тема: Деякі елементарні факти теорії похибок Правила наближених обчислень і оцінка похибок при обчисленнях. Обчислення значень функцій	2
<b>Розділ 2. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь</b>		
3	ЛЕКЦІЯ 3. Тема: Прямі методи розв'язання СЛАР. Метод Гауса. Умови застосування методу Гауса, метод Гауса з вибором головного елемента по стовпцю та по полю	2
4	ЛЕКЦІЯ 4. Тема. Прикладне застосування методу Гауса Обчислення визначника методом Гауса з вибором головного елемента, обернених матриць. Метод прогону	2
5	ЛЕКЦІЯ 5. Тема: Ітераційні методи розв'язування СЛАР Теореми збіжності. Методи послідовних наближень та простої ітерації. Методи Зейделя та Некрасова. Матричні рівняння.	2
6	ЛЕКЦІЯ 6. Модульна контрольна робота. Частина 1.	2
<b>Розділ 3. Методи наближеного розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь</b>		
7	ЛЕКЦІЯ 7. Тема: Методи наближеного розв'язання нелінійних рівнянь. Загальна постановка питання. Метод поділу відрізка навпіл (метод бісекції, діхотомії). Метод простої ітерації (послідовних наближень). Класичні ітераційні методи.	2
8	ЛЕКЦІЯ 8. Тема: Методи наближеного розв'язання нелінійних рівнянь (продовження) Метод січних (хорд, лінійної інтерполяції). Метод Ньютона (метод дотичних). Комбінований метод.	2
9	ЛЕКЦІЯ 9. Тема: Розв'язання алгебраїчних рівнянь Відшукання коренів алгебраїчних рівнянь методом вилучення множників. метод Ліна вилучення множників, Вилучення квадратичного множника за методом Хічкока	2
10	ЛЕКЦІЯ 10. Розв'язання алгебраїчних рівнянь (продовження) Ітераційні методи уточнення коренів скалярних нелінійних рівнянь.	2
11	ЛЕКЦІЯ 11. Тема: Теореми встановлення границь існування дійсних коренів рівняння. Умови існування комплексних коренів, теореми встановлення верхньої та нижньої меж для дійсних коренів. Приклади розв'язування нелінійних рівнянь та систем в енергетичних задачах.	2

<b>Розділ 4. Розв'язання систем нелінійних рівнянь.</b>		
12	ЛЕКЦІЯ 12. Тема: Розв'язання систем нелінійних рівнянь чисельними методами. Метод ітерації розв'язання систем нелінійних рівнянь. Метод Ньютона	2
13	ЛЕКЦІЯ 13. Тема: Системи НАТР. Методи Ньютона, простої ітерації, Зейделя. Проблема вибору початкового наближення	2
<b>Розділ 5. Наближення функцій, задачі інтерполяції та апроксимації</b>		
14	ЛЕКЦІЯ 14. Основи теорії інтрерполювання та апроксимації. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Вибір вузлів інтерполювання	2
15	ЛЕКЦІЯ 15. Інтерполяційні поліноми Інтерполяція функцій. Поліном Ньютона. Середньоквадратична інтерполяція, . Інтерполяція за Чебишевим. Інтерполяція в середині таблиці	2
16	Лекція 16. Методи інтерполяції. Збіжність методів. Збіжність ітераційного процесу. Інтерполяція сплайнами. Метод найменших квадратів. Метод рівнянь нормальної форми. Приклади застосування методів інтерполяції в енергетиці	2
17	Лекція 17. Модульна контрольна робота. Частина 2.	2
18	Лекція 18. Задачі прикладного характеру з використанням чисельних методів. Оголошення екзаменаційного рейтингок	2

### Лабораторні роботи

<i>n</i>	Назва лабораторної роботи	Кільк. ауд.год.
<b>Розділ 2. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь</b>		
1.	Прямі методи розв'язування СЛАР	5
2.	Наближені методи розв'язання СЛАР	4
<b>Розділ 3. Методи наближеного розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь</b>		
3.	Наближені методи знаходження коренів нелінійних рівнянь	4
<b>Розділ 5. Наближення функцій, задачі інтерполяції та апроксимації</b>		
4.	Інтерполяція функції .	5

## 6. Самостійна робота здобувача вищої освіти

### Розрахунково-графічна робота

В межах часу, виділеного для самостійної роботи студента, він готує РГР, що полягає у порівнянні точних та наближених методів розв'язку СЛАР та порівняння наближених методів знаходження розв'язку нелінійних рівнянь

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
<b>Розділ 1. Основні поняття теорії похибок</b>		
1	Джерела та класифікація похибок. Правила наближених обчислень і оцінка похибки при обчисленнях	2
<b>Розділ 2. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь</b>		
2	Підготувати програму по лабораторній роботі № 1.	2

3	Ознайомитися з поняттями стійкості, коректності, збіжності	2
4	Підготувати програму по лабораторній роботі № 2.	2
5	Ознайомитися з методами обчислення визначника матриці	2
6	Ознайомитися з методами обчислення оберненої матриці	2
7	Проблема власних значень та векторів СЛАР та методи їх вирішення.	4
8	Підготовка до модульної контрольної роботи. Частина 1.	10
<b>Розділ 3. Методи наближеного розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь</b>		
9.	Підготувати програму по лабораторній роботі № 3.	4
10	Розглянути метод Ньютона для нелінійних систем.	2
<b>Розділ 4. Розв'язання систем нелінійних рівнянь.</b>		
11	Розглянути точність та збіжність методу середньоквадратичного наближення	3
<b>Розділ 5. Наближення функцій, задачі інтерполяції та апроксимації</b>		
12	Ознайомитися з використанням поліномів Ньютона. Почати готувати програму по лабораторній роботі № 4.	2
13	Ознайомитися з методами інтерполяції функцій двох змінних	2
14	Ознайомитися з методами рівномірного наближення Ознайомитися з використанням емпіричних формул	2
15	Підготовка до модульної контрольної роботи. Частина 2.	10
16	Підготовка до екзамену.	30

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Політика щодо відвідування:** Відвідування занять не є обов'язковим компонентом оцінювання, але за активність на лекціях та лабораторних заняттях нараховуються заохочувальні бали. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в on-line формі за погодженням із керівником курсу.

**Політика щодо дедлайнів та перескладання:** Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (-1 бал кожної неділі після дедлайну). Перескладання екзамену відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний). **Політика щодо академічної доброчесності:** Усі письмові роботи перевіряються на наявність плагіату і допускаються до захисту із коректними текстовими запозиченнями не більше 20 %.

**Політика щодо захисту лабораторних робіт:** Захист лабораторної роботи складається з двох частин:

- Перевірка правильності ходу виконання та підрахунків розробленої студентом лабораторної роботи
- Проходження тесту на платформі дистанційного навчання Сікорський з теми лабораторної роботи.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

**Рейтинг студента** з освітнього компонента розраховується зі 100 балів, з них 50 балів складає стартовий семестровий рейтинг.

**Максимальна кількість балів** з дисципліни дорівнює 100.

**Стартовий рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:**

1. виконання та захист 4 лабораторних робіт по 5 балів за кожну;
2. модульну контрольну роботу (МКР) тривалістю 15 годин СРС, що складається з 2-х частин, кожна з яких оцінюється в 10 балів;
3. Розрахунково-графічну роботу, що оцінюється в 10 балів
4. За екзаменаційну роботу студент може отримати максимум 50 балів

**Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання**

1. **Максимальна оцінка за кожну лабораторну роботу складає 5 балів. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи складає 20 балів.**

**Критерії оцінювання.**

Підготовка до роботи (у відсотках від максимальної кількості балів за відповідну роботу):

- протокол відповідає вимогам, охайний – 20 %;
- протокол відповідає вимогам, але є чисельні виправлення – 10 %.

Виконання лабораторної роботи:

- робота виконана повністю і вірно протягом відведеного часу – 50 %;
- робота виконана пізніше зазначеного терміну – 20 %.

Якість захисту роботи:

- студент вірно і повністю відповів на запитання – 30 %;
- студент при відповіді допустив несуттєві неточності – 20 %;
- студент при відповіді на запитання допустив суттєві неточності, але самостійно виправив їх – 10 %.

**2. Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу – 10 балів.**

**Критерії оцінювання такі самі як для лабораторних робіт.**

**5. Бал за розрахунково-графічну роботу складає 10**

**Критерії оцінювання такі самі як для лабораторних робіт.**

Розрахунок шкали рейтингу (R).

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 40 + 40 + 20 = 100 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає  $R = 100$  балів.

**Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування усіх лабораторних робіт, а також стартовий семестровий рейтинг не менше 40% від R, тобто 20 балів. Для отримання студентом відповідних оцінок його рейтингова оцінка RD переводиться згідно з наступною таблицею.**

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

1. можливість зарахування проходження дистанційного курсу на платформі Sikorskiy чи сертифікатів онлайн курсів за відповідною тематикою;

2. можливість зарахування статей, виданих за кордоном з використанням чисельних методів.

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** к.т.н., доцентом Залевської Ольгой Валеріївной

**Ухвалено** кафедрою ЦТЕ (протокол № 20 від 10.05.2023)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІАТЕ КПІ імені Ігоря Сікорського (протокол № 9 від 26.05.2023 )