



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)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити (120 годин): лекції – 36 год., лабораторні роботи -18 год., самостійна робота – 66 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>М.к.р, екзамен</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua/</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>https://ecampus.kpi.ua/</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 модулю (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).

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);
- Здатність реалізувати багаторівневу обчислювальну модель на основі архітектури клієнт-сервер, включаючи бази даних, знань і сховища даних, виконувати розподілену обробку великих наборів даних на кластерах стандартних серверів для забезпечення обчислювальних потреб користувачів, у тому числі на хмарних сервісах (ФК9).

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 дисциплін: «Аналітична геометрія та лінійна алгебра», «Дискретна математика».

Постреквізити дисципліни. Даний кредитний модуль є передумовою вивчення наступних кредитних модулів: «Технології розробки програмного забезпечення», «Технології паралельних обчислень в енергетичних комплексах».

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. Відшукування 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. Сплайн-інтерполяція.

Тема 5.2 Задачі апроксимації. Метод найменших квадратів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Волонтир Л.О, Зелінська О.В., Потапова Н.А., Чіков І.А. Чисельні методи: Навчальний посібник. Вінницький національний аграрний університет. – Вінниця: ВНАУ, 2020 – 322 с.
2. Haksun Li. Numerical Methods Using Java: For Data Science, Analysis, and Engineering. 2022. Apress. 1196p.
3. Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник – Львів: видавництво «Новий світ – 2000», 2017. – 470с.
4. Верлань А.Ф., Лук'яненко С.О. Числові методи розв'язування диференціальних рівнянь: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 184 с.
5. Лук'яненко С.О. Числові методи в інформатиці: навч. посіб. /Вид. 2 ге, доп. та випр. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 160 с.

Додаткова література

1. George F. Pinder. Numerical Methods for Solving Partial Differential Equations: A Comprehensive Introduction for Scientists and Engineers. Wiley. 2018. 309 p.
2. Alex Gezerlis. Numerical Methods in Physics with Python. Edition 1. Cambridge University Press. 2020. 606 p.
3. Qingkai Kong, Timmy Siau, Alexandre Bayen. Python Programming and Numerical Methods: A Guide for Engineers. Academic Press and Scientist. 2020. 480 p.

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
Розділ 1. Основні поняття теорії похибок		
1	ЛЕКЦІЯ 1. Джерела та класифікація похибок. Елементи теорії похибок. Правила наближених обчислень і оцінка похибок при обчисленнях. Похибка суми, різниці та добутку.	2
2	ЛЕКЦІЯ 2. Деякі елементарні факти теорії похибок. Правила наближених обчислень і оцінка похибок при обчисленнях. Обчислення значень функцій	2
Розділ 2. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь		
3	ЛЕКЦІЯ 3. Метод Гаусса. Прямі методи розв'язання СЛАР. Умови застосування методу Гаусса. Метод Гаусса з вибором головного елемента по стовпцю та по полю	2
4	ЛЕКЦІЯ 4. Прикладне застосування методу Гауса. Обчислення визначника методом Гаусса з вибором головного елемента, обернених матриць. Метод прогону	2
5	ЛЕКЦІЯ 5. Ітераційні методи розв'язування СЛАР. Теорема збіжності. Методи послідовних наближень та простої ітерації. Методи Зейделя та Некрасова. Матричні рівняння.	2

6	ЛЕКЦІЯ 6. Модульна контрольна робота. Частина 1.	2
Розділ 3. Методи наближеного розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь		
7	ЛЕКЦІЯ 7. 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. Методи наближеного розв'язання нелінійних рівнянь (продовження). Метод січних (хорд, лінійної інтерполяції). Метод Ньютона (метод дотичних). Комбінований метод.	2
9	ЛЕКЦІЯ 9. 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. 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 задач.	2
Розділ 4. Розв'язання систем нелінійних рівнянь.		
12	ЛЕКЦІЯ 12. Розв'язання систем нелінійних рівнянь чисельними методами. Метод ітерації розв'язання систем нелінійних рівнянь. Метод Ньютона	2
13	ЛЕКЦІЯ 13. Системи НАТР. Методи Ньютона, простої ітерації, Зейделя. Проблема вибору початкового наближення	2
Розділ 5. Наближення функцій, задачі інтерполяції та апроксимації		
14	ЛЕКЦІЯ 14. Основи теорії інтерполювання 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

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

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1. Основні поняття теорії похибок		
1	Джерела та класифікація похибок. Правила наближених обчислень і оцінка похибки при обчисленнях	4
Розділ 2. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь		
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	3
6	Ознайомитися з методами обчислення оберненої матриці	3
7	Проблема власних значень та векторів СЛАР та методи їх вирішення.	2
8	Підготовка до модульної контрольної роботи. Частина 1.	2
Розділ 3. Методи наближеного розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь		
9.	Підготувати програму по лабораторній роботі № 3.	2
10	Розглянути метод Ньютона для нелінійних систем.	3
Розділ 4. Розв'язання систем нелінійних рівнянь.		
11	Розглянути точність та збіжність методу середньоквадратичного наближення	2
Розділ 5. Наближення функцій, задачі інтерполяції та апроксимації		
12	Ознайомитися з використанням поліномів Ньютона. Почати готувати програму по лабораторній роботі № 4.	2
13	Ознайомитися з методами інтерполяції функцій двох змінних	3
14	Ознайомитися з методами рівномірного наближення. Ознайомитися з використанням емпіричних формул	2
15	Підготовка до модульної контрольної роботи. Частина 2.	2
16	Підготовка до екзамену.	30
Всього		66

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)

- 1) Рейтинг студента з ОК складається з балів, що він отримує за:
 - виконання та захисту 4 лабораторних робіт;
 - виконання 1 модульної контрольної роботи;
 - відповідь на екзамені.

Максимальна кількість балів за всі завдання, виконані в семестрі, дорівнює:
 $8 \text{ балів} \times 4 \text{ (лабораторні роботи)} + 2 \times 10 \text{ балів (МКР)} = 52 \text{ бали.}$

Максимальна кількість балів за кредитний модуль дорівнює:
 $52 \text{ бали (завдання, виконані в семестрі)} + 48 \text{ балів (екзамен)} = 100 \text{ балів.}$

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Максимальна оцінка за кожну лабораторну роботу складає 8 балів. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи складає 32 бали.

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 кожну модульну контрольну роботу складає 10 балів. Максимальна кількість балів за 2 МКР складає 20 балів.

На кожну модульну контрольну роботу виносяться по два теоретичних питання.

Модульна контрольна робота оцінюється наступним чином:

- коректність та повнота відповіді на 2 теоретичні питання - 8 балів (по 4 бали за кожне теоретичне питання);
- чітке обґрунтування прикладів – 2 бали.

Наявність позитивних оцінок захисту всіх лабораторних робіт, а також відповідей модульних контрольних робіт, є умовою допуску до екзамену. Максимальна кількість балів, отриманих в семестрі, дорівнює 52. Мінімальна кількість набраних балів – 33 (60%).

3. Максимальна кількість балів за складання екзамену дорівнює $16 \text{ балів} \times 3 = 48 \text{ балів.}$

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Екзаменаційний білет складається з двох теоретичних та одного практичного завдання. Ваговий бал кожного питання – 16 балів.

Теоретичне завдання оцінюється наступним чином:

- «відмінно», правильна чітко викладена, повна відповідь – (не менше 90% потрібної інформації) – 15-16 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) – 12-14 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 9-11 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Практичне завдання оцінюється наступним чином:

- «відмінно», повне, безпомилкове розв'язування завдання – 15-16 балів;
- «добре», повне, розв'язування завдання із несуттєвими неточностями – 12-14 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 9-11 балів;

- «незадовільно», завдання не виконано.

Студент, який у семестрі отримав менш ніж 33 бали, не отримує допуск на екзамен.

Сума стартових балів, отриманих студентом протягом семестру, і балів, отриманих на екзамені, визначає оцінку згідно з таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доцентом Залевської Ольгою Валеріївною

Ухвалено кафедрою ЦТЕ (протокол № 20 від 10.05.2023)

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