



ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАДАЧ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Освітня програма	Цифрові технології в енергетиці
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС / 120 год.: лекції- 36, лабораторні роботи – 18 год., самостійна робота – 66 год
Семестровий контроль/ контрольні заходи	м.к.р., залік
Розклад занять	http://roz.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н. Каленюк Олександр Сергійович, email: o.kaleniuk@kpi.ua Лабораторні заняття: к.т.н. Каленюк Олександр Сергійович, email: o.kaleniuk@kpi.ua
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна спрямована на вивчення алгоритмів, термінології та загальних підходів чисельних методів розв'язання диференційних і інтегральних рівнянь. Особливістю дисципліни є фокус на впровадженні чисельних методів саме в енергетичній сфері. Так в рамках курсу розглядаються приклади застосування чисельних методів при розв'язанні задач енергетики. Вивчення дисципліни потребує попереднього ознайомлення із диференціальним численням, теорією функції однієї змінної, а також чисельними методами моделювання енергетичних процесів. Результатом вивчення дисципліни має бути готовність застосовувати ти чи інші методи розв'язку диференційних та інтегральних рівнянь для реальних прикладних задач.

Задачею кредитного модуля є ознайомлення студентів із арсеналом існуючих чисельних методів, а також формування цілісного розуміння принципів їх побудови і застосування. Зміст кредитного модуля спрямований на практичну реалізацію цих методів засобами комп'ютерного програмування. Інтегральною компетентністю є здатність розв'язувати задачі прикладного характеру які потребують наближеного чисельного розв'язку у сфері комп'ютерних наук.

Отже, метою кредитного модуля є формування у студентів компетентностей у відповідності до ОПП.

ЗК 01	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
ЗК 02	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
ЗК 03	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
ЗК 06	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
ЗК 11	Здатність приймати обґрунтовані рішення

ФК 01	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
ФК 04	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

В результаті засвоєння кредитного модуля студенти мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

ПРН 01	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.
ПРН 02	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.
ПРН 06	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.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

Знання методів чисельного диференціювання та ігнорування, методів наближеного розв'язку диференціальних і інтегральних рівнянь.

вміння:

Наближено розв'язувати диференціальні і інтегральні рівняння і системи рівнянь тими чи іншими чисельними методами. Обирати оптимальний метод розв'язання для кожної конкретної прикладної задачі. Застосовувати надбані навички у задачах енергетики: моделювання електромереж, електромагнітних полів, теплопереносу тощо.

досвід:

- використання методів чисельного диференціювання і інтегрування;
- застосування чисельних методів розв'язання звичайних диференціальних рівнянь;
- застосування чисельних методів розв'язання диференціальних рівнянь у частинних похідних;
- застосування чисельних методів розв'язання інтегральних рівнянь.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Вивчення дисципліни спирається на знання, отримані за програмою попередніх років навчання за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Пререквізити дисципліни. Передумовою вивчення кредитного модуля «Чисельні методи для розв'язання енергетичних задач» є успішне засвоєння наступних дисциплін: «Чисельні методи в моделюванні енергетичних процесів», «Програмування алгоритмічних структур».

Постреквізити дисципліни. Даний кредитний модуль не є обов'язковою передумовою вивчення жодних наступних кредитних модулів.

3. Зміст навчальної дисципліни

В дисципліні вивчаються такі теми:

Розділ 1. Чисельне диференціювання і інтегрування

Тема 1.1. Чисельне диференціювання функцій

Тема 1.2. Чисельне інтегрування функцій

Розділ 2. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь

Тема 2.1 Звичайні диференціальні рівняння

Тема 2.2 Диференціальні рівняння з частинними похідними

Розділ 3. Чисельні методи розв'язання інтегральних рівнянь

Тема 3.1 Поняття та класифікація інтегральних рівнянь

Тема 3.2. Методи розв'язання інтегральних рівнянь

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Лук'яненко С.О. Числові методи в інформатиці: навч. посіб. / – Вид. 2-ге, доп. та випр. К.: НТУУ “КПІ”, 2012. – 160 с.
2. Чисельні методи : навчальний посібник / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 180 с.
3. Чисельні методи в інформатиці / Фельдман Л. П., Петренко А. І., Дмитрієва О. А. – Київ: Видавнича група BVH, 2006. – 480 с.
4. Кампус КПІ ім.Ігоря Сікорського <http://login.kpi.ua/>
5. Науково-технічна бібліотека КПІ ім.Ігоря Сікорського <http://library.kpi.ua/>

Додаткова література

1. Методичні вказівки до розділів “Розв’язання нелінійних алгебраїчних рівнянь”, “Чисельне інтегрування та диференціювання” курсу “Чисельні методи в інформатиці” / Укл. С.О.Лук'яненко.-К.: НТУУ “КПІ”, 2005 – 58с.
2. Chapra, S. C., Canale R., Numerical Methods for Engineers, Seventh Edition / McGraw-Hill, Inc., 2015. – 970 p.
3. Chasnov J. R., Numerical Methods / The Hong Kong University of Science and Technology Department of Mathematics Clear Water Bay, Kowloon Hong Kong, 2012. – 60 p.
4. Tabatabaei N. M., Bizon N., Numerical Methods for Energy Applications / Cham, Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2021. – 1028 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кільк. ауд.год.
Розділ 1. Чисельне диференціювання і інтегрування		
Тема 1.1. Чисельне диференціювання функцій		
1	ЛЕКЦІЯ 1. Тема: Чисельне диференціювання функцій Формули чисельного диференціювання: пряме, обернене, симетричне диференціювання. Символьне диференціювання у SymPy, чисельне у SciPy. Порівняння підходів.	2
Тема 1.2. Чисельне інтегрування функцій		
2	ЛЕКЦІЯ 2. Тема: Чисельне інтегрування функцій Формула трапецій, формула Сімпсона. Символьне інтегрування у SymPy, чисельне у SciPy.	2
3	Модульна контрольна робота (ч.1)	0.5
Розділ 2. Чисельні методи розв’язання диференціальних рівнянь		
Тема 2.1 Звичайні диференціальні рівняння		
4	ЛЕКЦІЯ 3. Тема: Розв’язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь Задача Коші. Метод Ейлера. Метод Рунге–Кутта четвертого порядку.	2
5	ЛЕКЦІЯ 4. Тема: Багатокрокові методи розв’язання звичайних диференціальних рівнянь Поняття багатокрокового методу, Метод Адамса–Бошфорда, Метод Адамса–Мултона, Метод прогнозу та корекції	2
6	ЛЕКЦІЯ 5. Тема: Крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь Постановка крайової задачі. Метод кінцевих різниць для лінійних диференціальних рівнянь другого порядку. Метод кінцевих різниць для нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку.	2
7	ЛЕКЦІЯ 6. Тема: Неявні методи розв’язання жорстких задач Коші Поняття жорсткої системи диференціальних рівнянь. Неявний метод Ейлера. Неявний методі Рунге–Кутта.	2
8	ЛЕКЦІЯ 7. Тема: Моделювання енергетичної системи з використанням модифікованого	2

	принципу Телегена Рівняння стану-простору для моделювання замкненої електромережі. Теорема Телегена. Перетворення подібності. Приклад моделювання потужності і енергії системи.	
9	Модульна контрольна робота (ч.2)	0.5
Тема 2.2 Диференційні рівняння з частинними похідними		
10	ЛЕКЦІЯ 8. Тема: Класифікація диференціальних рівнянь з частинними похідними Рівняння Лапласа, Пуассона, теплопровідності, хвильові, бігармонічні. Приклади їх застосування.	2
11	ЛЕКЦІЯ 9. Тема: Метод кінцевих різниць для розв'язання диференціальних рівнянь із частинними похідними Побудова сітки вузлових точок. Використання диференційного рівняння для отримання різницевого виразу. Побудова системи.	2
12	ЛЕКЦІЯ 10. Тема: Застосування методу кінцевих різниць для моделювання зони розплаву при 3Д-друці. Задача моделювання теплопереносу у неоднорідному середовищі. Застосування методу кінцевих елементів. Паралельна імплементація методу на GPGPU.	2
13	ЛЕКЦІЯ 11. Тема: Метод кінцевих елементів для розв'язання диференціальних рівнянь із частинними похідними Поділ тіла на елементи (мешінг). Інтерполяція всередині елементів. Визначення взаємозв'язку між вузлами. Побудова і розв'язок системи рівнянь.	2
14	ЛЕКЦІЯ 12. Тема: Застосування методу кінцевих елементів для моделювання екранування магнітного поля Магнітно-статичні і часо-гармонійні магнітні екрани. Формулювання кінцевих елементів. Застосування аналізу кінцевих елементів для розрахунку магнітного поля біля високовольтної лінії.	2
15	ЛЕКЦІЯ 13. Тема: Розв'язання параболічних, гіперболічних і еліптичних рівнянь Розв'язання параболічних рівнянь. Розв'язання гіперболічних рівнянь. Розв'язання еліптичних рівнянь.	2
16	Модульна контрольна робота (ч.3)	0.5
Розділ 3.Чисельні методи розв'язання інтегральних рівнянь		
Тема 3.1 Поняття та класифікація інтегральних рівнянь		
17	ЛЕКЦІЯ 14. Тема: Поняття та класифікація інтегральних рівнянь. Інтегральні рівняння першого і другого роду, рівняння Фердгольма, рівняння Вольтера. Рівняння з виродженим ядром.	2
Тема 3.2. Методи розв'язання інтегральних рівнянь		
18	ЛЕКЦІЯ 15. Тема: Метод квадратурних сум і послідовних наближень. Застосування чисельного інтегрування і розв'язку СЛАР для розв'язку інтегральних рівнянь. Застосування ітеративного методу.	2
19	ЛЕКЦІЯ 16. Тема: Методи апроксимуючих функцій і метод моментів. Метод колокацій, метод найменших квадратів. Метод моментів (Гальоркіна).	2
20	Модульна контрольна робота (ч.4)	0.5
21	ЛЕКЦІЯ 17. Тема: Застосування методу моментів для моделювання електромагнітних полів Рівняння Максвелла і їх чисельний розв'язок: низькочастотні методи і високочастотні методи. Рівняння із інтегралами по поверхні. Застосування методу моментів.	2

Лабораторні роботи

N	Назва лабораторних робіт	Кільк.
---	--------------------------	--------

		ауд.год
1	Чисельне диференціювання функцій	2
2	Чисельне інтегрування функцій	4
3	Методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь	4
4	Чисельне розв'язування диференціальних рівнянь у частинних похідних	4
5	Методи наближеного розв'язування інтегральних рівнянь	4

6. Самостійна робота

Самостійна робота студента (66 годин) передбачає підготовку до аудиторних занять та контрольних заходів, проведення розрахунків та підготовка вхідних даних до роботи.

Розподіл годин СРС: підготовка до екзамену – 30 годин; підготовка до лабораторної роботи – 7.5 (1.5 години на кожну); підготовка до МКР (чотири частини) – 4 години; підготовка до лекції – 17 годин (1 година на кожну лекцію), опанування додаткової літератури - 7.5 годин.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Відвідування лекцій, а також відсутність на них, не оцінюється. Відвідування лабораторних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу;

- При захисті лабораторних робіт студент має продемонструвати звіт з лабораторної роботи, що включає в себе мету, хід, і висновки лабораторної роботи, а також за потреби розроблений програмний код та результати його виконання на тестах, як заздалегідь підготованих, так і запропонованих викладачем. У випадку дистанційної форми навчання захист відбувається на відповідній конференції шляхом демонстрації екрана.

- Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

- Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

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

1. Поточний контроль (виконання робіт в семестрі) оцінюється у 100 балів. Розподіл балів наведено в таблиці:

Роботи	Максимальна кількість балів за виконання однієї роботи	Σ
Лабораторна робота 1	12	12
Лабораторні роботи 2 - 5	14	56
Модульна контрольна робота	32	32
		100

Штрафні бали віднімаються за:

- 1) ненадану або невірну відповідь на запитання – 25% від максимальної кількості балів при здачі лабораторної роботи, або 100% при виконанні модульної контрольної роботи.
 - 2) некритичні помилки в ході виконання роботи, які не впливають на висновки – 25% від максимальної кількості балів.
2. Календарний контроль проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу:

Критерій	Перший календарний контроль	Другий календарний контроль
Термін календарного контролю	Тиждень 7-8	Тиждень 14-15
Умови отримання	≥ 24 бали	≥ 45 балів

позитивної оцінки		
-------------------	--	--

3. Умови допуску до екзамену: відсутність заборгованостей з лабораторних робіт 1-5.

Студенти, які виконали умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі студентами, які виконали умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими студентами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі проводиться семестровий контроль у вигляді заліку.

4. Заліковий рейтинг (відповідь на заліку) оцінюється в 100 балів. Залікова робота складається з чотирьох теоретичних питань та одного практичного завдання. Ваговий бал кожного теоретичного питання – 20 балів, завдання – 20 балів.

Теоретична частина оцінюється таким чином:

- правильна чітко викладена, повна відповідь на одне питання – (не менше 90% потрібної інформації) – 18-20 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) – 15-17 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 12-14 балів;
- незадовільна відповідь – 0 балів.

Практичне завдання оцінюється таким чином:

- повне, безпомилкове розв'язування завдання – 18-20 балів;
- повне, розв'язування завдання із несуттєвими невідповідностями – 15-17-балів;
- завдання виконане з певними недоліками – 12-14 балів;
- завдання не виконано – 0 балів.

5. Рейтингова оцінка за освітній компонент за бажанням студента визначається одним з таких способів:

- 1) кількість балів, отриманих за поточний контроль, або
- 2) результат виконання залікової контрольної роботи (тоді не враховуються бали, отримані в семестрі).

Таблиця переведення рейтингових балів у оцінку 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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено старшим викладачем, к.т.н. Каленюком Олександром Сергійовичем

Ухвалено кафедрою ЦТЕ (протокол № 22 від 25.06.2025)

Погоджено Методичною радою НН ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 9 від 27.06.25)