



НАЗВА КУРСУ

Алгоритми і методи обчислень

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>123 Комп'ютерна інженерія</i>
Освітня програма	<i>"Комп'ютерна інженерія"</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 год, 4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Істит</i>
Розклад занять	http://roz.kpi.ua
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н.,с.н.с., доцент, Боярінова Юлія Євгенівна, boiarinova.yuliia@lil.kpi.ua Лабораторні: к.т.н.,с.н.с., доцент, Боярінова Юлія Євгенівна, boiarinova.yuliia@lil.kpi.ua
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна "Алгоритми та методи обчислення" є фундаментальною складовою підготовки фахівців у сфері комп'ютерної інженерії. Вона спрямована на вивчення основних принципів побудови алгоритмів, їхньої ефективності, а також методів чисельних обчислень, що використовуються для вирішення складних задач у програмуванні та моделюванні.

У межах курсу студенти ознайомлюються з різними класами алгоритмів, включаючи сортування, пошук, рекурсивні методи, а також алгоритми оптимізації та обчислювальної математики. Значна увага приділяється аналізу складності алгоритмів та вибору оптимальних методів розв'язання конкретних завдань.

Знання, отримані в межах дисципліни, є основою для подальшого вивчення штучного інтелекту, машинного навчання, комп'ютерного моделювання та розробки ефективних програмних рішень у різних галузях науки та техніки.

Вивчення дисципліни "Алгоритми та методи обчислення"» сприяє формуванню у студентів наступних компетентностей.

Загальні компетентності (ЗК)

З К 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

ФК 13 Здатність вирішувати проблеми у галузі комп'ютерних та інформаційних технологій, визначати обмеження цих технологій

ФК 15 Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення

Програмні результати навчання(ПРН)

ПРН 1 Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж

ПРН 6 Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних

задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

Мета кредитного модуля.

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- аналізувати вимоги до математичної задачі, що підлягає розв'язанню;
- обирати й ефективно застосовувати відповідні методи отримання наближеного розв'язку;
- оцінювати обчислювальну складність обраного методу;
- забезпечувати потрібну точність розв'язку.

Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння кредитного модуля «Алгоритми і методи обчислень» мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- основних положень теорії похибок;
- загальну характеристику чисельних методів, які застосовується для розв'язку задач даного типу;
- основних положень об'єктно-орієнтованого програмування;
- оцінки обчислювальної складності чисельних методів;
- способи автоматичного вибору кроку, що забезпечує потрібну точність;

уміння:

- виконувати аналіз складності алгоритмів та їх оптимізацію;
- отримувати оцінку точності, яку забезпечує метод, що використовується для розв'язку задачі;
- обирати алгоритм, який є найбільш ефективним для розв'язку даної задачі;
- конструювати алгоритми розв'язку прикладних математичних задач;
- виконувати порівняльний аналіз алгоритмів, які застосовуються для розв'язання певного класу задач;

досвід:

- розробки, налагодження й тестування обчислювальних алгоритмів;
- розроблення програмних додатків для розв'язання певного класу задач.

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

Успішному вивченню дисципліни «Алгоритми та методи обчислень» передують вивчення дисципліни «Структури даних і алгоритми», «Програмування» навчального плану підготовки бакалаврів за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Отримані в результаті засвоєння дисципліни «Алгоритми та методи обчислень» теоретичні знання та практичні уміння можуть бути корисні при розв'язанні задач математичного моделювання та при проведенні наукових досліджень.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Вступ до теорії алгоритмів

Тема 1.1. Алгоритми. Теорія алгоритмів.. Сучасні обчислювальні засоби. Дії з наближеними числами. Класифікація похибок, головні теореми про похибки

Тема

Тема 1.2. Обчислення функцій за допомогою степеневих рядів

Розділ 2. Розв'язання рівнянь з одним невідомим

Тема 2.1. Відокремлення коренів. Методи уточнення коренів: бісекції, хорд, дотичних, простої ітерації, комбінований

Тема 2.2. Збіжність, оцінка точності, геометрична інтерпретація.

Розділ 3. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

Тема 3.1. Точні методи розв'язання систем: схема єдиного поділу, схема з вибором головного елемента.

Тема 3.2. Ітераційні методи: простої ітерації, ітерації Зейделя

Розділ 5. Наближення функцій – інтерполяція.

Тема 5.1. Формулювання задачі. Інтерполяційний поліном

Лагранжа. Похибка інтерполяції у точці та на інтервалі.

Інтерполяційні полиноми Ньютона, Гаусса, Стерлінга
Тема 5.2. Зворотня інтерполяція, розв'язання рівнянь з одним невідомим.

Розділ 6. Чисельне диференціювання та інтегрування

Тема 6.1. Чисельне диференціювання. Інтерполяційні формули чисельного інтегрування, їх похибки. Узагальнені квадратурні формули трапецій

Розділ 7. Наближене розв'язання задачі Коші.

Тема 7.1. Методи розв'язання задачі Коші: аналітичний - метод степеневих рядів, чисельні – методи Рунге-Кутта

Тема 7.2. Методи Адамса. Збіжність, оцінка похибки.

Принцип подвійного перерахунку.

Розділ 8. Наближення функцій – метод найменших квадратів.

Тема 8.1. Формулювання задачі. Наближення функції, заданої на інтервалі. Поліноми Лежандра та Чебишева

Тема 8.2. Наближення функції, заданої у точках. Наближення періодичних функцій

Розділ 9. Інтерполяційні кубічні сплайни.

Тема 9.1. Наближення функцій за допомогою натуральних кубічних сплайнів

Розділ 10. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь методом Монте-Карло.

Тема 10.1. Ідея методів Монте-Карло. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь методом Монте-Карло

Розділ 11. Розв'язання систем нелінійних алгебраїчних рівнянь.

Тема 11.1. Метод Ньютона. Умови та швидкість збіжності

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові літературні джерела

1. Ю.М.Зорін. Методи та алгоритми обчислень: навчальний посібник [Текст] / Ю.М.Зорін, В.П.Тарасенко К.: Вид-во “Корнійчук”- 2016. – 168 с.
2. М. А. Новотарський алгоритми та методи обчислень/М. А. Новотарський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4648 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 407 с.
3. Попов В. В. Методи обчислень: конспект лекцій / В. В. Попов. – К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. – 303 с.

Додаткові літературні джерела:

1. Самборська О. М. Числові методи : навч. посібник / О. М. Самборська, Б. Г. Шелестовський. – Тернопіль : ТДТУ ім. Івана Пулюя, 2008. – 140 с.
2. О. К. Молодід Середньоквадратичне наближення функцій/ О. К. Молодід. – Електронні текстові дані (1 файл:1,00 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 55 с.

Інформаційні ресурси

1. Web-сайт. – Режим доступу : <https://scs-kpi.pp.ua/course/view.php?id=80>
2. Електронний кампус НТУУ «КПІ». Матеріали з дисципліни «Алгоритми та методи обчислень». – Режим доступу : <http://campus.kpi.ua>

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1 Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Предмет та методи обчислювальної математики Сучасні обчислювальні засоби та їх зв'язок один на одне. Дії з наближеними числами. Класифікація похибок, головні теореми про похибки
2	Обчислення елементарних функцій Схема Горнера. Обчислення функцій за допомогою степеневих рядів.
3	Розв'язання рівнянь з одним невідомим. Відокремлення коренів. Методи уточнення коренів: бісекції, хорд, дотичних.
4	Методи уточнення коренів. Метод простої ітерації, Комбінований метод. Умови збіжності, оцінка точності, геометрична інтерпретація.
5	Прямі методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Схема єдиного поділу. Схема з вибором головного елемента
6	Ітераційні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод простої ітерації. Метод ітерації Зейделя.
7	Наближення функцій за допомогою інтерполяції. Формулювання задачі. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Похибка інтерполяції у точці та на інтервалі.
8	Інтерполяційні полиноми Ньютона. Гаусса. Зворотня інтерполяція. Розв'язання рівнянь з одним невідомим.
9	Чисельне диференціювання та інтегрування Інтерполяційні формули чисельного інтегрування. Їх похибки. Узагальнені квадратурні формули трапецій і Сімпсона. Принцип подвійного перерахунку.
10	Методи розв'язання задачі Коші. Аналітичний метод степеневих рядів. Чисельні методи Рунге-Кутта.
11	Методи Адамса. Збіжність, оцінка похибки. Принцип подвійного перерахунку.
12	Метод найменших квадратів Формулювання задачі. Наближення функції, заданої на інтервалі. Поліноми Лежандра та Чебишева.
13	Наближення функцій заданих у точках й періодичних функцій. Наближення функцій заданих у точках Наближення періодичних функцій.
14	Наближення функцій за допомогою натуральних кубічних сплайнів. Визначення інтерполяційного кубічного сплайну.
15	Наближення функцій за допомогою натуральних кубічних сплайнів Розрахунок коефіцієнтів кубічного сплайну. Завдання крайових умов.
16	Метод Монте-Карло. Ідея методів Монте-Карло. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь методом Монте-Карло.
17	Розв'язання систем нелінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Ньютона. Умови та швидкість збіжності.

5.2 Лабораторні роботи (комп'ютерні практикуми)

Основне завдання циклу лабораторних робіт циклу лабораторних робіт є комп'ютерна реалізація й дослідження особливостей алгоритмів і методів обчислень.

№ з/п	Назва та завдання лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	Обчислення функцій за допомогою степеневих рядів. Завдання: Дослідити залежність довжини ряду, що забезпечує точність не меншу за задане значення. Дослідити залежність похибки від значення аргументу функції.	2
2	Розв'язання рівнянь з одним невідомим. Завдання: Обчислити корені рівняння із заданою точністю. Дослідити кількість ітерацій, необхідних для досягнення заданої точності.	4
3	Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Завдання: Знайти корені системи прямим методом. Знайти корені системи ітераційним методом з наперед заданою точністю.	4
4	Чисельне інтегрування. Завдання: Аналітично визначити крок інтегрування, який забезпечує задану точність. Обчислити інтеграл з визначеним кроком. Оцінити похибку. За допомогою подвійного перерахунку визначити крок, який забезпечує задану точність. Обчислити інтеграл з визначеним кроком. Оцінити похибку.	2
5	Середньоквадратичне наближення функцій. Завдання: Написати програму побудови узагальненого многочлена. За допомогою програми визначити степінь узагальненого многочлена, який забезпечує для функції на проміжку згідно варіанта середньоквадратичне відхилення не гірше ніж $O(10^{-2})$. Побудувати графіки функції, що апроксимується, та узагальненого многочлена визначеного степеня.	4
6	Наближення функцій за допомогою кубічних сплайнів. Завдання: Написати програму побудови натуральних кубічних сплайнів. За допомогою програми виконати інтерполяцію функції на заданому проміжку. відповідно до варіанту. Побудувати графік функції, що апроксимується, та інтерполяційного сплайну.	2

6. Самостійна робота

Цілями самостійної роботи є засвоєння студентами знань з тем навчальної дисципліни та їх закріплення, а також розвиток у студентів навичок самостійної роботи. Видами самостійної роботи є: - поглиблене вивчення додаткового матеріалу з тематики лекцій навчальної дисципліни; - підготовка звіту за результатами виконання лабораторних робіт; - підготовка до захисту лабораторних робіт за заданою темою; - надання деталізованих описів процедур розв'язання поставлених задач, пояснень щодо аналізу отриманих результатів та особливостей їх реалізації. Терміни і час, які відводяться на виконання видів самостійної роботи визначаються згідно з розподілом навчального часу відповідного виду навчального заняття у структурі навчальної дисципліни

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання
1	Теорія похибок. Похибка алгебраїчних операцій. Загальна формула похибки.
2	Обчислення елементарних функцій Розкладання функцій в ланцюгові дроби.
3	Розв'язання рівнянь з одним невідомим. Метод Ньютона для випадку комплексних коренів.
4	Прямі методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Схема Халецького.
5	Ітераційні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Друга й третя умови збіжності ітерації Зейделя.
6	Наближення функцій за допомогою інтерполяції. Похибка многочленної апроксимації
7	Інтерполяційні полиноми Збіжність ітераційного процесу.
8	Чисельне диференціювання та інтегрування. Екстраполяція за Річардсоном.
9	Методи розв'язання задачі Коші. Метод Чаплигіна.
10	Методи розв'язання задачі Коші. Різницеві методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.
11	Метод найменших квадратів Рівномірне наближення.
12	Метод Монте-Карло. Обчислення кратних інтегралів.
13	Розв'язання систем нелінійних алгебраїчних рівнянь. Метод найшвидшого спуску.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу;
- на лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом;
- на лекції не заборонено відволікати викладача від викладання матеріалу питаннями, уточненнями та ін., але бажано, щоб студенти задавали питання в кінці лекції у відведений для цього час;
- лабораторні роботи захищаються у два етапи: перший етап – студенти виконують завдання, оформлюють електронний звіт і надсилають викладачу; другий етап – захист лабораторної роботи на лабораторному занятті з демонстрацією її працездатності та відповідями на питання викладача;
- бали за лабораторні роботи нараховуються лише після їхнього захисту на занятті;
- штрафні бали нараховуються за: невчасне виконання лабораторних робіт. Граничний термін захисту лабораторної роботи без нарахування штрафних балів визначається для кожної лабораторної роботи і надається студенту разом із завданням. Загальна кількість штрафних балів не більше 4;
- усі роботи повинні відповідати політиці та принципам академічної доброчесності. 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>.

Оцінювання студентів здійснюється згідно рейтингової оцінки рівня підготовки студентів з дисципліни. Поточний стан успішності студенти можуть бачити в системі «Кампус»

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

8.1 Поточний контроль

Поточний контроль результатів навчання передбачає виконання студентами лабораторних робіт, МКР.

Контроль здійснюється шляхом опитування на заняттях, під час захисту лабораторних робіт тощо.

Семестровий рейтинг з дисципліни обчислюється як $RC_{\text{сем}} = (48 \text{ балів} + 12 \text{ бал}) = 60 \text{ балів}$ (максимум). Поточні атестації: на першій атестації студент отримує «зараховано», якщо він захистив 1 та 2 лабораторні роботи; на другій атестації студент отримує «зараховано» якщо захищені 4 лабораторні роботи.

8.1.1 Бали за виконання та захист лабораторних робіт

Протягом семестру студенти виконують 6 лабораторних робіт.

Максимальна кількість балів за лабораторні роботи 8 балів.

Для лабораторних робіт бали нараховуються за:

відповідь під час захисту лабораторної роботи: 0-3 бали;

якість програмної реалізації та тестових наборів: 0-2 бали;

своєчасне представлення роботи до захисту: 0-2 бали;

якість оформлення електронного звіту: 0-1 бал.

8.1.2 Бали за виконання контрольних робіт

Під час навчання проводиться 2 контрольні роботи.

Кожна контрольна робота включає одне теоретично-практичне завдання. Максимальна кількість балів за контрольні роботи: 6 балів відповідно.

Критерії оцінювання

6 балів — рішення правильне;

4-5 бали — рішення має недоліки;

2-3 бали — у рішенні є помилки, але хід рішення правильний;

0-1 балів — немає рішення або рішення здебільшого або повністю неправильне

8.1.3 Штрафні бали

Штрафні бали нараховуються за несвоєчасне виконання лабораторних робіт. Несвоєчасним вважається виконання лабораторної роботи після дедлайну, визначеного викладачем під час видачі завдання на лабораторну роботу. На наступний день після дедлайну нараховується 0,1 штрафний бал, після чого за кожен наступний тиждень протермінування нараховується ще по 0,5 штрафному балу

8.2.Календарний контроль

Календарний контроль (атестація) провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою першої атестації є отримання не менше 15 балів (на час атестації). Умовою другої атестації є отримання не менше 35 балів (на час атестації);

8.3.Семестровий контроль

Цей вид контролю представлено як екзамен. Білет включає 2 питання. Максимальна кількість балів за відповідь на кожне питання (правильне розв'язування задачі) - 20 балів. Критерії оцінювання (за одне питання):

18-20 балів – рішення(відповідь) вірне(а);

15-17 балів – рішення має незначні недоліки;

10-14 бали – у рішенні є помилки, але хід рішення вірний;

0-9 бал – немає рішення або рішення неповне чи невірне.

$RE_{\text{Екз}} = 20 \text{ балів} \times 2 \text{ запитання} = 40 \text{ балів (максимум).}$

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання і захист усіх 6 лабораторних робіт.

Визначення остаточної оцінки (R) з дисципліни: $R = R_{\text{Сем}} + RE_{\text{Екз}}$

Таблиця 1 — 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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри СПіСКС, к.т.н., с.н.с., Бояріною Ю.Є.

Ухвалено кафедрою СПіСКС (протокол № 11 від 12.06.2024 р.)

Перелік теоретичних питань на іспит

1. Що таке абсолютна й відносна похибка?
2. Основні теореми про похибки
3. Що таке пряма й зворотна задачі про похибки?
4. Способи відокремлення коренів рівняння.
5. Оцінка похибки кореня отриманого методом бісекції
6. Оцінка похибки кореня отриманого методами дотичних і хорд
7. Порівняйте швидкість збіжності методів уточнення коренів
8. Опишіть методи розв'язання СЛАР.
9. Наведіть оцінки обчислювальної складності прямих і ітераційних методів розв'язання СЛАР.
10. Опишіть спосіб приведення СЛАР до виду придатного до ітерації
11. В чому полягає відновлення значення функції методом інтерполяції
12. Похибка інтерполяції в точці й на інтервалі.
13. Навести визначення скінченних різниць.
14. Навести визначення розділених різниць.
15. В яких випадках доцільно застосовувати першу й другу інтерполяційні формули Ньютона?
16. Що таке зворотна інтерполяція?
17. Яку функцію називають сплайном ?
18. Які існують способи визначення крайових умов?
19. У чому полягає метод прогону?
20. У чому полягає принципова відмінність інтерполяції та середньоквадратичного наближення?
21. Яким чином оцінюють якість середньоквадратичного наближення?
22. Яким вимогам повинна відповідати система базисних функцій?
23. Яким чином будують нормальну систему у випадку, якщо функцію задано в точках?
24. Яким вимогам повинна відповідати система базисних функцій?
25. Що таке ортогональна система функцій і які переваги вона забезпечує при використанні її як базису?
26. У чому полягає загальний підхід до розв'язання задачі чисельного диференціювання?
27. Як оцінюється похибка чисельного диференціювання?
28. У чому полягає загальний підхід до розв'язання задачі чисельного інтегрування?
29. У чому полягає головний недолік інтерполяційних квадратурних формул?
30. У чому полягає ідея побудови узагальнених квадратурних формул?
31. Які переваги дають узагальнені квадратурні формули?
32. У чому полягає принцип подвійного перерахунку?
33. Які методи чисельного розв'язання задачі Коші відомі?
34. В чому полягають недоліки аналітичних методів розв'язання задачі Коші?
35. Чим характеризуються однокрокові методи розв'язання задачі Коші?
36. Чому дорівнює похибка на кроці і похибка на інтервалі для методу Рунге-Кутта четвертого порядку?
37. У чому полягає застосування методу подвійного перерахунку до розв'язання задачі Коші?
38. З яких міркувань вибирають початковий крок для подвійного перерахунку.
39. У чому полягає ідея побудови багатокрокових методів Адамса?
40. Порівняйте методи Рунге-Кутта й методи Адамса.