

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Факультет математики, фізики та інформаційних технологій
Кафедра оптимального керування і економічної кібернетики

Силабус курсу

ВВ08 Алгоритми та методи обчислень

Ступінь вищої освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальності: 123 – Комп'ютерна інженерія

Освітньо-професійна програма: Комп'ютерна інженерія, 2022 р.

Обсяг	4 кредитів ECTS, 120 годин
Семестр, рік навчання	4 семестр, 2 рік навчання
Дні, час, місце	За розкладом занять
Викладач (-і)	Таїрова Марія Сергіївна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри оптимального керування і економічної кібернетики.
Контактний телефон	
E-mail	mason@onu.edu.ua
Робоче місце	ауд. 80, кафедра оптимального керування і економічної кібернетики, Головний корпус ОНУ, вул. Дворянська, 2, м. Одеса
Консультації	Очні консультації – за розкладом в приміщенні кафедри, онлайн – за потреби - за посиланням Google Meet, яке створюється для групи здобувачів, які обрали цю вибіркову дисципліну

КОМУНІКАЦІЯ

Комунікація зі студентами відбувається під час лекційних та практичних занять, а також консультацій засобами Google Meet або через електронну пошту.

АНОТАЦІЯ КУРСУ

Предмет вивчення дисципліни – основні положення числових методів розв’язання задач лінійної алгебри, аналізу та диференціальних рівнянь.

Пререквізити: для вивчення дисципліни необхідна математична підготовка, зокрема з математичного аналізу, лінійної алгебри, диференційних рівнянь.

Постреквізити: після вивчення навчальної дисципліни здобувачі отримають спеціалізовані концептуальні знання, які включають сучасні наукові здобутки у предметі навчальної дисципліни..

Метою викладання навчальної дисципліни є сформувати знання, вміння та навички, необхідні для раціонального використання знань з теорії при розв’язуванні конкретних прикладних задач, ознайомити здобувачів з основними методами розв’язування алгебри, мат аналізу та інших задач практичного змісту використовуючи сучасні технології..

Основними завданнями вивчення дисципліни «Методи обчислень» є ознайомлення з:

1. основами обчислень в арифметиці з плаваючою точкою;
2. основними прямими методами розв’язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь(СЛАР);
3. основними методами розв’язання лінійної задачі найменших квадратів(ЛЗНК);
4. основними ітераційними методами розв’язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь;
5. основними методами розв’язання задач на власні значення;
6. основними методами розв’язування нелінійних рівнянь та систем;
7. основними методами наближення функцій;
8. основами числового диференціювання;
9. основами числового інтегрування;
10. основними методами розв’язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь;

Очікувані результати: У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен:

знати:

1. Методи розв’язання СЛАР;
2. Методи розв’язання ЛЗНК;
3. Методи розв’язання задач на власні значення;
4. Методи розв’язання нелінійних рівнянь та систем..
5. Інтерполяційні багаточлени Лагранжа та Ньютона;
6. Основні формули числового диференціювання;
7. Сплайни: базисні, глобальні, ермітові, лагранжеві.
8. Квадратурні формули прямокутників, трапецій та Сімпсона;
9. Квадратурні формули Гауса, Гауса-Кронрода;
10. Принцип Рунге визначення похибки числового інтегрування;

11. Методи Рунге-Кути розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних задач;

вміти:

1. вибирати числовий метод розв'язку задач алгебри, аналізу, диференціальних рівнянь виходячи з його точності та ефективності;
2. використати сучасні пакети прикладних програм для розв'язку задачі числовими методами.
3. оцінювати точність отриманого числового розв'язку;

ОПИС КУРСУ

Форми і методи навчання

Курс буде викладений у формі лекцій (34 год.) та лабораторних занять (18 год.), організації самостійної роботи здобувачів (68 год.).

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання:

Метод проблемного викладення (наукового пошуку).

Пояснювально-ілюстративні методи: лекція, пояснення, самостійне опрацювання літературних джерел, робота з електронними конспектами лекцій та презентаціями, опрацювання наукових публікацій.

Наочні методи (презентації, ілюстрації, презентації результатів власних досліджень).

Репродуктивні та практичні методи: розв'язування задач за алгоритмами конкретних методів, практичні роботи, виконання індивідуальних завдань.

Дослідницький метод. Методи формування і стимулювання пізнавальної діяльності: навчальні дискусії.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Прямі методи розв'язання СЛАР

Тема 1. Основи обчислень в арифметиці з плаваючою точкою.

Система чисел с плаваючою

точкою. Зображення дійсних чисел числами с плаваючою точкою. Похибки зображення дійсного числа числом с плаваючою точкою. Арифметичні операції в системі чисел з плаваючою точкою. Віднімання близьких чисел. IEEE стандарт комп'ютерної арифметики. Стійкі та нестійкі алгоритми. Майже некоректні, або погано обумовлені задачі.

Тема 2. Прямі методи розв'язку систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР).

Теорема про LU-розкладання матриці. Метод Гауса. Алгоритм LU-розкладання матриці. PLU-розкладання невинродженої матриці. Розкладання Холеського симетричної додатно визначеної матриці.

Тема 3. Лінійна задача найменших квадратів (ЛЗНК).

Перевизначена СЛАР та ЛЗНК. Розв'язання ЛЗНК за допомогою нормальних рівнянь. Розв'язок ЛЗНК за допомогою QR-розкладання. SVD-розкладання матриці. Розв'язок ЛЗНК за допомогою SVD-розкладання. Обумовленість ЛЗНК.

Змістовий модуль 2. Ітераційні методи алгебри

Тема 4. Ітераційні методи розв'язування СЛАР

Класичні ітераційні методи.

Метод простої ітерації. Достатні умови збіжності простої ітерації. Метод Зейделя. Багаточлени Чебишева та їх властивості. Метод Річардсона.

Тема 5. Числові методи розв'язування спектральних задач

Степеновий метод знаходження максимального за модулем власного значення. Зворотна ітерація знаходження мінімального за модулем власного значення. Вичерпування відніманням. Метод обертань розв'язку повної проблеми власних значень.

Тема 6. Методи розв'язку нелінійних рівнянь і систем.

Задача відділення коренів нелінійного рівняння. Метод бісекції. Метод ітерації. Метод Ньютона. Метод січних (хорд). Метод Мюллера (парабол).

Змістовий модуль 3. Числові методи аналізу

Тема 7. Інтерполяція функцій.

Існування й єдиність розв'язку задачі інтерполяції функції багаточленами. Інтерполяційний багаточлен Лагранжа. Залишковий член інтерполяційного багаточлена. Інтерполяційний багаточлен Ньютона. Інтерполяційний багаточлен Ерміта. Залишковий член формули Ерміта

Тема 8. Числове диференціювання.

Побудова формул числового диференціювання шляхом диференціювання інтерполяційного багаточлена. Обчислювальна похибка формул числового диференціювання.

Тема 9. Наближення функцій сплайнами.

Глобальний інтерполяційний кубічний сплайн. Базисний лагранжевий сплайн 1-ї степені. Базисний ермітовий сплайн 3-ї степені.

Тема 10. Найкраще середньоквадратичне наближення функцій і метод найменших квадратів

Метод найменших квадратів і апроксимація функцій. Узагальнені багаточлени найкращих середньоквадратичних наближень функцій (безперервний і дискретний випадки).

Тема 11. Числове інтегрування.

Квадратурні формули Ньютона-Котеса (прямокутників, трапеції, Сімпсона). Складені квадратурні формули Ньютона-Котеса (прямокутників, трапеції, Сімпсона). Принцип Рунге практичної оцінки похибки числового інтегрування.

Змістовий модуль 4. Числові методи диференціальних рівнянь

Тема 12. Числові методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь

Метод Ейлера. Метод Хойна. Метод середньої точки. Методи Рунге-Кута довільного порядку точності. Метод Рунге-Кута 4-го порядку точності. Принцип Рунге для формул Рунге-Кута.

Перелік рекомендованої літератури

1. Таїрова М. С., Журавльова З. Ю. Елементи теорії похибок та наближення функцій: методичні вказівки та варіанти завдань для контрольних і самостійних робіт / Таїрова М. С., Журавльова З. Ю. – Одеса: «Одеський національний університет імені І. І. Мечникова», 2015. – 78 с.
2. Таїрова М. С., Журавльова З. Ю. Чисельне інтегрування, диференціювання та розв'язання задачі Коші: методичні вказівки та варіанти завдань для контрольних і самостійних робіт / Таїрова М. С., Журавльова З. Ю. – Одеса: «Одеський національний університет імені І. І. Мечникова», 2018. – 42 с.
3. Таїрова М. С., Журавльова З. Ю. Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь: методичні вказівки та варіанти завдань для контрольних і самостійних робіт з дисципліни «Методи обчислень» / М. С. Таїрова, З. Ю. Журавльова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. – 82 с.
4. Таїрова М. С., Журавльова З. Ю. Мова програмування Python для наукових обчислень Частина 1 з дисципліни «Програмні засоби наукових обчислень» / М. С. Таїрова, З. Ю. Журавльова. – Одеса: Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2021. – 220 с.
1. Вербіцький В.В., Реут В.В. Введення в чисельні методи аналізу і диференціальних рівнянь: навчальний посібник / Одеса: Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, 2018. 116 с.
2. Beilina L., Karchevskii E., Karchevskii M. Numerical linear algebra : theory and applications / Springer, 2017. 457 p.
3. Lyche T. Numerical linear algebra and matrix factorizations / Springer, 2020. 376 p.
4. Epperson J. F. An Introduction to Numerical Methods and Analysis : Third edition / John Wiley & Sons Inc., 2021. 286 p.
5. J. van Kan, Segal A., Vermolen F. Numerical Methods of Scientific Computing / Delft Academic Press, 2014. 154 p.
6. Gupta R. K. Numerical methods. Fundamentals and applications / Cambridge University Press, 2019. 830 p.

ОЦІНЮВАННЯ

Застосовуються методи поточного, періодичного та підсумкового контролю: індивідуальне усне поточне опитування, оцінювання виконання та захисту індивідуальних завдань, письмові поточні самостійні роботи.

Підсумковий контроль - **іспит**. Підсумкова оцінка визначається як сума балів за поточний та періодичний контроль - за 100-бальною системою, виставляється за результатами роботи здобувача вищої освіти впродовж всього семестру.

Розподіл балів за видами навчальної роботи

Види навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Поточний, періодичний контроль на лекціях	2	1	2
Виконання індивідуального завдання	5	4	20
Усього за змістовним модулем 1			0-22
Змістовний модуль 2			
Поточний, періодичний контроль на лекціях	1	3	3
Виконання індивідуального завдання	5	3	15
Усього за змістовним модулем 2			0-18
Змістовний модуль 3			
Поточний, періодичний контроль на лекціях	4	2	8
Виконання індивідуального завдання	16	1	16

Усього за змістовним модулем 3			0-26
Змістовний модуль 4			
Поточний, періодичний контроль на лекціях	2	2	4
Виконання індивідуального завдання	9	2	18
Усього за змістовним модулем 4			0-22
Змістовний модуль 5			
Поточний, періодичний контроль на лекціях	2	1	2
Виконання індивідуального завдання	10	1	10
Усього за змістовним модулем 3			0-12
Іспит			0-20
Підсумкова сума балів			0-100

Розподіл балів за темами

Зм. модуль 1				Зм. мод. 2			Зм. мод. 3			Зм.мод.4		ЗМ5	іспит	всього
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13		
2	6	8	6	6	6	6	6	10	10	10	12	12	20	100

Самостійна робота здобувачів.

Студентам пропонується самостійно зробити декілька практичних завдань з кожного змістового модуля. Самостійна робота оформлюється у вигляді звіту. Обговорення та оцінювання звіту здійснюється під час поточного контролю. Самостійна робота здобувачів забезпечується засобами Google Workspace for Education.

Навчально-методичне забезпечення: робоча програма навчальної дисципліни; силабус; навчально-методичні матеріали для лекцій, конспекти лекцій; мультимедійні презентації; плани практичних занять; методичні вказівки щодо самостійного вивчення дисципліни.

Критерії оцінювання виконання самостійної роботи:

- своєчасність виконання;
- добросовісність та коректність у представленні текстів, презентацій та посилань (у разі доведеного плагіату бали за роботу анулюються);
- повнота, грамотність і коректність розкриття основних положень;
- творчий підхід до постановки і реалізації завдання;
- відповідність формальним критеріям (структура, послідовність, логічність, мовна грамотність, якість оформлення тощо).
- вміння застосовувати теоретичні знання для розв'язання практичних завдань.

ПОЛІТИКА КУРСУ

Політика щодо дедлайнів та перескладання: Роботи, які здаються і захищаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (-10%).

Політика щодо академічної добросовісності: регламентується Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату у освітній та науково-дослідній роботі учасників освітнього процесу та науковців Одеського національного університету імені І.І. Мечникова ([polozhennya-antiplagiat-2021.pdf](https://onu.edu.ua/plozhennya-antiplagiat-2021.pdf) (onu.edu.ua)).

Політика щодо відвідування: Згідно з п.5.5 Положення про організацію освітнього процесу в ОНУ (poloz-org-osvit-process_2022.pdf) відвідування всіх видів навчальних занять (крім лекцій і консультацій) є обов'язковим для здлбувачів. За певних обставин навчання може відбуватись он-лайн з використанням дистанційних технологій або в комбінованій формі.

Мобільні пристрої: у беззвучному режимі та не в руках, без навушників будь якого типу.

Поведінка в аудиторії. За необхідності здобувач може вийти з аудиторії (дозвіл не потрібний). При запізненні повинен тихо зайти (дозвіл не потрібний) та зайняти робоче місце. Не заважати іншим в отриманні освітньої послуги.