



# Обчислювальна математика 1.

## Розв'язання рівнянь та систем, проблема власних значень

### Робоча програма кредитного модуля (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>Системи штучного інтелекту</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна/дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>II курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Кількість кредитів 4,5, годин 135</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	<i>Щотижня лекція, один раз на тиждень комп'ютерний практикум</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.ф.-м.н., Шубенкова Ірина Анатоліївна, shubenkova1959@gmail.com</i> Лабораторні: <i>.ф.-м.н., Шубенкова Ірина Анатоліївна, shubenkova1959@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/MjYxMDU0MDg0MTM5">https://classroom.google.com/c/MjYxMDU0MDg0MTM5</a></i>

#### Програма навчальної дисципліни

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

Предмет вивчення дисципліни становлять, головним чином, чисельні методи (основним інструментом розв'язування сучасних прикладних задач), а також вивчаються питання побудови, застосування та теоретичного обґрунтування алгоритмів наближеного розв'язання різних класів математичних задач. Метою вивчення дисципліни є оволодіння теоретичними основами методів обчислень, здатність аналізувати та обирати необхідний конкретний чисельний метод для розв'язування математичної задачі, розробляти алгоритми, створити відповідну комп'ютерну програму, виконувати аналіз отриманих результатів.

У процесі навчання студент має оволодіти такими компетентностями: ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, ЗК 8 Здатність генерувати нові ідеї (креативність), ЗК 10 Здатність бути критичним і самокритичним, ЗК 11

Здатність приймати обґрунтовані рішення, ЗК 12 Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**По завершенню курсу студент має набуті наступні програмні результати навчання:** ПР 5 Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій, ПР6 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.

Студенти після засвоєння даного кредитного модуля отримують знання основних чисельних методів розв'язання нелінійних рівнянь, лінійних та нелінійних систем рівнянь, методів розв'язування проблеми власних значень; здобувають уміння проаналізувавши задачу, правильно обрати наближений метод її розв'язування; уміння запрограмувати відповідний алгоритм та отримати числовий результат, оцінити похибку, що виникла в результаті розв'язку і проінтерпретувати одержані результати; отримують досвід застосування методів обчислювальної математики для розв'язання конкретних прикладних задач.

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

Вивчення обчислювальної математики базується на знаннях, отриманих при вивченні математичного аналізу, вищої алгебри, дискретної математики.

Вивчення кредитного модуля формує навички застосування підходів і методів обчислювальної математики для аналізу та розв'язання прикладних задач, які необхідні при проведенні наукових досліджень під час виконання бакалаврських та магістерських дипломних робіт.

## 3. Зміст навчальної дисципліни (кредитного модуля)

Назви розділів і тем	Всього	Лекції	Комп. практи.	СРС
Розділ 1. Вступ до обчислювальної математики				
Тема 1. Чисельні методи та їх особливості. Дії з наближеними числами, класифікація похибок	2	2		
Разом за розділом 1	2	2		
Розділ 2. Розв'язання нелінійних алгебраїчних рівнянь				
Тема 1. Знаходження області границь коренів та їх кількості. Відокремлення коренів	10	2	4	4
Тема 2. Методи бісекції, простої ітерації, хорд, січних, Ньютона, комбіновані	14	4	4	6
Разом за розділом 2	24	6	8	10
Розділ 3. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР)				
Тема 1. Прямі методи розв'язання СЛАР	18	6	6	6
Тема 2. Ітераційні методи розв'язання СЛАР.	11	4	3	4

Тема 3. Градієнтні методи.	15	4	3	8
Разом за розділом 3	44	14	12	18
Розділ 4. Розв'язання систем нелінійних алгебраїчних рівнянь				
Тема 1. Метод простої ітерації. Метод Ньютона та модифікований метод Ньютона.	12	2	6	4
Разом за розділом 4	12	2	6	4
Контрольна робота	1			1
Розділ 5. Пошук власних чисел та векторів				
Тема 1. Повна та часткова проблеми власних значень.	6	2		4
Тема 2. Метод Крилова, метод Левер'є, метод Фадєєва-Левер'є.	6	2		4
Тема 3. Метод Данилевського	9	2	2	5
Тема 4. Часткова проблема власних значень. Пошук максимального та мінімального за модулем власних чисел. Степеневий метод та метод скалярних добутків.	8	2	2	4
Тема 5. Розв'язання спектральної задачі для симетричних матриць. Метод Якобі.	8	2	2	4
Тема 6. Розв'язання спектральної задачі для несиметричних матриць. QR метод розв'язання повної проблеми власних значень	10	2	4	4
Разом за розділом 5	47	12	10	25
Контрольна робота	2			2
Екзамен	3			3
<b>Всього годин</b>	<b>135</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>63</b>

## Базова

- Л.П. Фельдман, А.І. Петренко, О.А. Дмитрієва. Чисельні методи в інформатиці. – К.: Видавнича група ВНУ, 2006. – 480 с.
- Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І.В. Стеценко; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.
- Коваль А.В. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів: навч. посібник / А.В. Коваль. Житомир : ЖДТУ, 2018. - 133 с.
- Я.І. Виклюк, Р.М. Камінський, В.В. Пасічник Моделювання складних систем: посібник / – Львів: Видавництво «Новий Світ – 2000», 2020. – 404 с.
- Імітаційне моделювання систем та процесів: Електронне навчальне видання. Конспект лекцій / В. Б. Неруш, В. В. Курдеча. – К.: НН ІТС НТУУ «КПІ», 2012. – 115 с.
- Madala H.R., Ivakhnenko A.G. Inductive Learning Algorithms for Complex Systems Modeling. CRC Press, 1994 - 368p.

## Навчальний контент

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

#### Лекції

	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Чисельні методи та їх особливості. Дії з наближеними числами, класифікація похибок
2	Відокремлення коренів. Теореми оцінювання меж розташування коренів. Визначення кількості дійсних коренів рівняння.
3	Теореми про стисле відображення. Чисельні методи пошуку коренів рівняння: метод половинного ділення
4	Чисельні методи пошуку коренів рівняння: метод хорд, метод січних, метод Ньютона і його модифікації, метод простої ітерації
5	Норми векторів та матриць. Обумовленість СЛАР. Прямі методи розв'язання СЛАР. Метод Гаусса. Модифікації метода Гаусса.
6	LU-розклад матриць. Розв'язання СЛАР за допомогою LU-розкладу
7	Метод квадратного кореня. Схема Холецкого. Метод прогонки для розв'язання систем з трьохдіагональними матрицями.
8	Ітераційні методи розв'язання СЛАР. Метод простої ітерації. Метод Якобі
9	Метод Зейделя. Метод релаксації. Умови збіжності методів.
10	Гradientні методи. Методи по координатного та найшвидшого спуску.
11	Метод спряжених градієнтів
12	Розв'язання систем нелінійних рівнянь. Метод простої ітерації. Метод Ньютона та модифікований метод Ньютона. Умови збіжності методів.
13	Власні числа та вектори. Повна та часткова проблеми власних чисел.
14	Знаходження власних чисел як розв'язку характеристичного рівняння. Метод Крилова, метод Леверьє, метод Фадєєва-Леверьє
15	Метод Данилевського
16	Часткова проблема власних значень. Пошук максимального та мінімального за модулем власних чисел. Степеневий метод та метод скалярних добутків.
17	Симетрична проблема власних значень. Метод Якобі.
18	Розв'язання спектральної задачі для несиметричних матриць. LR та QR методи для несиметричних матриць

#### Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	Методи розв'язання нелінійних алгебраїчних рівнянь	8
2	Прямі методи розв'язання СЛАР	6
3	Ітераційні методи розв'язання СЛАР	6
4	Ітераційні методи розв'язання систем нелінійних рівнянь	6
5	Пошук власних чисел та векторів симетричних матриць	10

#### 5. Самостійна робота студента

№ з/п		Кількість годин СРС
1	Опрацювання лекційного матеріалу	12
2	Виконання практичних завдань	20
3	Підготовка до контрольних робіт	8
4	Підготовка до екзамену	12
5	<b>Самостійне опрацювання тем:</b>	

	Метод спряжених градієнтів	6
	LR-розклад для пошуку власних чисел несиметричних матриць	5
		<b>Всього 63</b>

## Політика та контроль

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

Політика щодо відвідування: студент має бути обов'язково присутнім на контрольних роботах, та на захистах лабораторних робіт (окрім випадків наявності поважних причин – хвороба та ін.) . Політика щодо дедлайнів: роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. За несвоєчасне подання та захист лабораторної роботи без поважної причини – 1 бал за запізнення до одного тижня, -2 бали більше одного тижня; за невчасне написання контрольної роботи без поважної причини – 2 бали.

Політика щодо академічної доброчесності: категорично забороняється списування на контрольних заходах.

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

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що

- виконання п'ятих лабораторних робіт (10 балів  $\times$  5 =50 балів);
- виконання двох контрольних робіт (студент отримує за: 5балів  $\times$  2 =10 балів).

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Лабораторні роботи. Максимальна кількість балів за лабораторні роботи дорівнює 10 балів  $\times$  5 =50 балів.

*Критерії оцінювання.* Бали нараховуються за виконання роботи та її захист. За несвоєчасне подання та захист лабораторної роботи без поважної причини нараховується – 1 бал за запізнення до одного тижня, -2 бали, якщо запізнення більше одного тижня.

2.2. Контрольні роботи. Максимальна кількість балів за контрольні роботи дорівнює 5 балів  $\times$  2 =10 балів.

*Критерії оцінювання.* Кожна контрольна робота складається з двох завдань. Кожне завдання оцінюється в 2,5 бали.

*Критерії оцінювання завдань:*

0 балів — завдання не розв'язане;

0,5-1 бали — завдання розв'язане частково, в розв'язанні допущені грубі помилки;

1-1,5 бали — хід розв'язання правильний, однак допущені технічні помилки;

1,5-2 бали — розв'язання вірне, однак допущені технічні помилки

2 бали — повне, безпомилкове розв'язування завдання.

За невчасне написання контрольної роботи без поважної причини нараховуються – 2 штрафних бали.

За умов дистанційного навчання можливе включення в контрольну тестових завдань.

3. Додаткові/ штрафні бали.

Додаткові бали нараховуються за виконання завдань, визначених викладачем. Можна отримати до 10 додаткових балів. Штрафні бали нараховуються за несвоєчасне подання та захист лабораторної роботи без поважної причини – 1 бал за запізнення до одного тижня, -2 бали, якщо запізнення більше одного тижня; за невчасне написання контрольної роботи без поважної причини – 2 балів.

4. Умовою першої атестації є виконання всіх лабораторних робіт, які мають бути виконані на час атестації. Умовою другої атестації – отримання не менше 30 балів, виконання всіх лабораторних робіт, які мають бути виконані на час атестації.

5. Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт та стартовий рейтинг не менше 40 балів.

6. На екзамені студенти виконують письмову роботу. Кожен білет містить два теоретичних запитання (завдання) і одне практичне. Теоретичне запитання оцінюється у 14 балів, практичне завдання оцінюється в 12 балів. За мов дистанційного навчання теоретичні питання можуть бути замінені практичними завданнями.

*Критерії оцінювання теоретичного запитання:*

14 балів – повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв’язування завдання);

13-10 балів – достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв’язування завдання з незначними неточностями);

9-7 балів – неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) ;

6-0 балів – відповідь складає менше 60% потрібної інформації , містить грубі помилки.

*Критерії оцінювання практичного завдання:*

12 балів — повне, безпомилкове розв’язування завдання;

11-9 балів — хід розв’язання правильний, однак допущені технічні помилки;

8-6 балів — завдання розв’язане частково, в розв’язанні допущені помилки;

5-0 балів — завдання не розв’язане, наявні грубі помилки.

7. Сума стартових балів та балів за екзаменаційну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

<i>Кількість балів: стартова складова(бали за лабораторні + контрольні роботи)+ бали за екзаменаційну роботу</i>	<i>Оцінка</i>
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 доцент, к.ф.-м.н. Шубенкова Ірина Анатоліївна

Ухвалено кафедрою ММСА (протокол № 10 від 15.06.2022р.)

Погоджено Методичною комісією ПІСА (протокол № 9 від 17.06.2022р.)