



# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



## Спеціальні розділи чисельних методів

Рівень освіти	Бакалавр	Тип дисципліни	Вибіркова. Професійна
Шифр та назва спеціальності	124 – системний аналіз	Інститут	ННІ КНІТ Навчально науковий інститут комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Назва освітньо-професійної програми	Системний аналіз і управління	Кафедра	Системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій

## ВИКЛАДАЧ



Марченко Наталя Андріївна, [Natalia.Marchenko@kspi.edu.ua](mailto:Natalia.Marchenko@kspi.edu.ua)

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій НТУ «ХПІ». Досвід роботи – 20 років. Автор понад 100 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Математична логіка», «Дискретна математика», «Чисельні методи», «Обчислювальні методи», «Основи Internet-технологій», «Геоінформаційні системи»

Персональна сторінка - <https://web.kpi.kharkov.ua/say/uk/uaabout/uaprofs/marchenkona/>

## ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ДИСЦИПЛІНУ

Анотація	Курс направлений на ознайомлення студентів зі спеціальними розділами комп'ютерної обчислювальної математики, які широко використовуються в проектуванні та розробці математичного та програмного забезпечення сучасних ЕОМ. Предметом дисципліни є технологія та реалізація типових та сучасних чисельних методів для розрахунку технічних, фізичних та економічних задач, що базуються на матричних обчисленнях.
Мета та цілі	Мета навчальної дисципліни полягає в наданні студентам методики розв'язання спеціальних задач чисельного аналізу, що базуються на матричних обчисленнях та виникають в інженерній та науковій практиці, а також навичок розв'язання чисельних задач на ЕОМ і конструювання на цій основі програмного та математичного забезпечення.
Формат	Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, курсова робота, консультації. Підсумковий контроль - екзамен
Результати навчання	За результатами вивчення дисципліни студенти повинні знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграл Фур'є, аналітичну геометрію, лінійну алгебру та векторний аналіз, функціональний аналіз та дискретну математику в обсязі, необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу; знати та вміти застосовувати базові методи якісного аналізу та інтегрування звичайних диференціальних рівнянь і систем, диференціальних рівнянь в частинних похідних, в тому

	числі рівнянь математичної фізики; вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень; розуміти і застосовувати на практиці методи статистичного моделювання і прогнозування, оцінювати вихідні дані.
<b>Обсяг</b>	Загальний обсяг дисципліни 150 год.: лекції – 32 год., лабораторні роботи – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 70 год.
<b>Пререквізити</b>	«Фізика», «Алгебра та геометрія», «Математичний аналіз», «Диференціальні та різницеві рівняння», «Чисельні методи»
<b>Вимоги викладача</b>	Студент зобов'язаний відвідувати всі заняття згідно розкладу, не спізнюватися. Дотримуватися етики поведінки. Працювати з навчальної та додатковою літературою, з літературою на електронних носіях і в Інтернеті. При пропуску лекційних занять проводиться усна співбесіда за темою. Відпрацьовувати лабораторні заняття при наявності допуску викладача. З метою оволодіння необхідною якістю освіти з дисципліни потрібно відвідуваність і регулярна підготовленість до занять. Без особистої присутності студента підсумковий контроль не проводиться.

## СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

<b>Лекція 1</b>	Типи обчислювальних задач лінійної алгебри. Типи матриць, що зустрічаються в практичних задачах. Дії з матрицями. Основні властивості дій з матрицями.	<b>Практичне заняття 1</b>	Основні дії з матрицями. Типи матриць	<b>Лабораторна робота 1</b>	Створення програмного застосунку, що виконує основні дії з матрицями.	<b>Самостійна робота</b>	Типи матриць, що зустрічаються в практичних задачах.	
<b>Лекція 2</b>	Характеристичний поліном. Власні значення матриці. Слід матриці. Мінімальний поліном. Подібні матриці. Ортогональні матриці. Нормальні матриці. Елементарні матриці обертання. Ермітові матриці.				<b>Лабораторна робота 2</b>		Створення програмного застосунку, що дозволяє перевірити матрицю на ортогональність та виконує основні дії з елементарними матрицями обертання	
<b>Лекція 3</b>	Норми векторів і матриць та їх властивості. Типи, джерела та методи розв'язання обчислювальних задач лінійної алгебри.		<b>Практичне заняття 2</b>	Норми векторів і матриць. Типи та джерела обчислювальних задач лінійної алгебри.	<b>Лабораторна робота 3</b>		Створення програмного застосунку, що дозволяє обчислити норми векторів та матриць.	Норми векторів і матриць. Типи та джерела обчислювальних задач лінійної алгебри.
<b>Лекція 4</b>	Прямі методи розв'язання систем лінійних рівнянь. Зумовленість системи лінійних рівнянь.		<b>Практичне заняття 3</b>	Число зумовленості. Обчислення визначника матриці через LU-	<b>Лабораторна робота 4</b>		Створення програмного застосунку, що дозволяє обчислити визначник матриці і вивести її LU-розклад.	Дослідження зумовленості системи лінійних рівнянь при неточності завдання елементів матриці системи

	Сингулярні числа матриці. Число зумовленості. Метод виключення Гаусса. LU-розклад. Нижні й верхня трикутні матриці. LU-теорема. LDU-теорема.		розклад. Обернена матриця. Додатно визначені матриці. Метод квадратних коренів. Стрічкові матриці. LU-теорема для стрічкових матриць.			
<b>Лекція 5</b>	Обчислювальна погрішність методу Гаусса. Вибір провідного елемента виключення. Обчислення визначника й оберненої матриці за допомогою LU-розкладу.			<b>Лабораторна робота 5</b>	Створення програмного застосунку, що дозволяє обчислити обернену матрицю, число зумовленості матриці та розв'язати систему лінійних рівнянь за допомогою LU-розкладу	Обчислювальна погрішність методу Гаусса. Вибір провідного елемента виключення.
<b>Лекція 6</b>	Додатно визначені матриці. Метод квадратних коренів. Стрічкові матриці. LU-теорема для стрічкових матриць.			<b>Лабораторна робота 6</b>	Створення програмного застосунку, що дозволяє перевірити матрицю на додатну визначеність та розв'язати систему лінійних рівнянь з додатно визначеною матрицею	
<b>Лекція 7</b>	Ітераційні методи розв'язання систем лінійних рівнянь. Принципи побудови ітераційних процесів. Алгоритм узагальненого ітераційного процесу рішення системи лінійних рівнянь. Метод послідовних наближень (простой ітерації).	<b>Практичне заняття 4</b>	Контрольна робота № 1. Чисельні методи розв'язання систем лінійних рівнянь.	<b>Лабораторна робота 7</b>	Створення програмного застосунку, що дозволяє розв'язати систему лінійних рівнянь методом послідовних наближень.	Алгоритм узагальненого ітераційного процесу рішення системи лінійних рівнянь.
<b>Лекція 8</b>	Оцінки погрішності в методі послідовних наближень. Метод Зейделя для розв'язання системи лінійних рівнянь.			<b>Лабораторна робота 8</b>	Створення програмного застосунку, що дозволяє розв'язати систему лінійних рівнянь методом Зейделя.	Метод послідовних наближень (простой ітерації). Теореми про збіжність методу послідовних наближень

	Збіжність методу Зейделя.					
<b>Лекція 9</b>	Класичні методи знаходження власних значень і векторів. Класифікація методів знаходження власних значень і векторів. Стійкість проблеми власних значень. Локалізація власних значень.	<b>Практичне заняття 5</b>	Стійкість проблеми власних значень. Локалізація власних значень. Класичні методи знаходження власних значень і векторів	<b>Лабораторна робота 9</b>	Створення програмного застосунку, що дозволяє локалізувати власні значення та оцінити їх стійкість.	Стійкість проблеми власних значень. Локалізація власних значень. Класичні методи знаходження власних значень і векторів
<b>Лекція 10</b>	Метод А.М. Крилова визначення власних значень і векторів. Метод Леверьє-Фадеева визначення власних значень і векторів.			<b>Лабораторна робота 10</b>	Створення програмного застосунку, що дозволяє визначити коефіцієнти характеристичного полінома за методом Леверьє—Фадеева та визначити власні значення.	
<b>Лекція 11</b>	Метод А.М. Данилевського визначення власних значень і векторів.			<b>Лабораторна робота 11</b>	Створення програмного застосунку, що дозволяє визначити коефіцієнти характеристичного полінома за методом А.М. Данилевського, визначити власні значення та вектори матриці.	
<b>Лекція 12</b>	Ітераційні методи розв'язання проблеми власних значень і векторів. Характеристика ітераційних методів. Приведення матриці до майже трикутного виду. Розкладання матриці на добуток ортогональної й трикутної.	<b>Практичне заняття 6</b>	Приведення матриці до майже трикутного виду. Розклад матриці на добуток ортогональної й трикутної.	<b>Лабораторна робота 12</b>	Створення програмного застосунку, що дозволяє привести матрицю до майже трикутного виду та знайти її QR-розклад.	Ітераційні методи розв'язання проблеми власних значень і векторів
<b>Лекція 13</b>	QR-алгоритм визначення власних значень.	<b>Практичне заняття 7</b>	QR-алгоритм визначення власних значень і векторів	<b>Лабораторна робота 13</b>	Створення програмного застосунку, що дозволяє знайти власні значення матриці QR-алгоритмом.	Знаходження власних векторів
<b>Лекція 14</b>	Прискорення збіжності QR-алгоритму.			<b>Лабораторна робота 14</b>	Створення програмного застосунку, що дозволяє знайти	Неявний QR-алгоритм з подвійним зрушенням.

	Неявний QR-алгоритм з подвійним зрушенням. Визначення власних векторів.				власні вектори матриці методом оберненої ітерації.	
<b>Лекція 15</b>	Алгоритми для симетричної проблеми власних значень. Метод Якобі. Тридіагональна QR-ітерація. RQ-ітерація.	<b>Практичне заняття 8</b>	Контрольна робота № 2. Методи знаходження власних значень і векторів.	<b>Лабораторна робота 15</b>	Створення програмного застосунку, що дозволяє знайти власні значення і власні вектори симетричної матриці.	Алгоритми для симетричної проблеми власних значень
<b>Лекція 16</b>	Алгоритм «поділяй-та-пануй». Бісекція та зворотна ітерація.			<b>Лабораторна робота 16</b>	Створення програмного застосунку, що дозволяє локалізувати власні значення симетричної матриці.	

## ЛІТЕРАТУРА ТА НАВЧАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

<b>Основна</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Шахно С. М. Практикум з чисельних методів / С. М. Шахно, А. Т. Дудикевич, С. М. Левицька. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2013. – 432 с.</li> <li>Задачин В. М. Чисельні методи / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Х.: Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 180 с.</li> <li>Кутнів М. В. Чисельні методи : навч. посібник / М. В. Кутнів. – Львів: Вид-во «Растр-7», 2010. – 288 с.</li> <li>Цегелик Г.Г. Чисельні методи / Г.Г. Цегелик. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2004. – 408 с.</li> <li>Шахно С.М. Чисельні методи лінійної алгебри: навч. посібник / С.М. Шахно. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – 245 с.</li> <li>Чисельні методи: Навчальний посібник. / Волонтир Л.О., Зелінська О.В., Потапова Н.А., Чіков І.А. – Вінниця: ВНАУ, 2020 – 322 с. URL: <a href="http://repository.vsau.org/getfile.php/27703.pdf">http://repository.vsau.org/getfile.php/27703.pdf</a> (дата звернення 20.08.2021).</li> </ol>	<b>Додаткова</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Методичні вказівки до лабораторних робіт модуля «Методи розв’язування систем лінійних рівнянь» та курсового проектування з курсів «Чисельні методи», «Обчислювальні методи» для студентів напрямків 6.040303 «Системний аналіз», 6.040302 «Інформатика» / Уклад.: Н.А. Марченко. – Х.: НТУ «ХПІ», 2010. – 64 с.</li> <li>Методичні вказівки до лабораторної роботи «Прямі методи знаходження власних значень і векторів» та курсового проектування з курсів «Чисельні методи», «Обчислювальні методи» для студентів напрямків 6.040303 «Системний аналіз», 6.040302 «Інформатика» / Уклад.: Н.А. Марченко. – Х.: НТУ «ХПІ», 2010. – 40 с.</li> <li>Методичні вказівки до лабораторної роботи «Ітераційні методи знаходження власних значень і векторів» та курсового проектування з курсів «Чисельні методи», «Обчислювальні методи» для студентів напрямків 6.040303 «Системний аналіз», 6.040302 «Інформатика» / Уклад.: Н.А. Марченко. – Х.: НТУ «ХПІ», 2011. – 56 с.</li> <li>Методичні вказівки до лабораторної роботи «Методи розв’язання симетричної проблеми власних значень і векторів. Сингулярний розклад» та курсового проектування з курсів «Чисельні методи», «Обчислювальні методи» для студентів напрямків 6.040303 «Системний аналіз», 6.040302 «Інформатика» / Уклад.: Н.А. Марченко. – Х.: НТУ «ХПІ», 2011. – 56 с.</li> <li>Возняк Л.С. Чисельні методи: Методичний посібник для студентів природничих спеціальностей / Л.С. Возняк, С.В. Шарин. – Івано-Франківськ: “Плай”, 2001. – 64 с. URL: <a href="https://kmfa.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/64/2018/03/Chys_metody_Voznjak_Sharyn.pdf">https://kmfa.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/64/2018/03/Chys_metody_Voznjak_Sharyn.pdf</a> (дата звернення 20.08.2021).</li> </ol>
----------------	---	------------------	--

## ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ІСПИТУ

Типи обчислювальних задач лінійної алгебри. Типи матриць, що зустрічаються в практичних задачах. Дії з матрицями. Основні властивості дій з матрицями. Характеристичний поліном. Власні значення матриці. Слід матриці. Мінімальний поліном. Подібні матриці. Ортогональні матриці. Нормальні матриці. Елементарні матриці обертання. Ермітові матриці. Норми векторів і матриць та їх властивості. Типи, джерела та методи розв’язання обчислювальних задач лінійної алгебри. Прямі методи розв’язання систем лінійних рівнянь. Зумовленість системи лінійних рівнянь. Сингулярні числа матриці. Число зумовленості. Метод виключення Гаусса. LU-розклад. Нижні й верхня трикутні матриці. LU-теорема. LDU-теорема. Обчислювальна погрішність методу Гаусса. Вибір провідного елемента виключення. Обчислення визначника й оберненої матриці за допомогою LU-розкладу. Додатно визначені матриці. Метод квадратних коренів. Стрічкові матриці. LU-теорема для стрічкових матриць. Ітераційні методи розв’язання систем лінійних рівнянь. Принципи побудови ітераційних процесів. Алгоритм узагальненого ітераційного процесу рішення системи лінійних рівнянь. Метод послідовних наближень (прості ітерації). Оцінки погрішності в методі послідовних наближень. Метод Зейделя для розв’язання системи лінійних рівнянь. Збіжність методу Зейделя. Класичні методи знаходження власних значень і векторів. Класифікація методів знаходження власних

значень і векторів. Стійкість проблеми власних значень. Локалізація власних значень. Метод А.М. Крилова визначення власних значень і векторів. Метод Леверьє-Фадєєва визначення власних значень і векторів. Метод А.М. Данилевського визначення власних значень і векторів. Ітераційні методи розв'язання проблеми власних значень і векторів. Характеристика ітераційних методів. Приведення матриці до майже трикутного виду. Розкладання матриці на добуток ортогональної й трикутної. QR-алгоритм визначення власних значень. Прискорення збіжності QR-алгоритму. Неявний QR-алгоритм з подвійним зрушенням. Визначення власних векторів. Алгоритми для симетричної проблеми власних значень. Метод Якобі. Тридіагональна QR-ітерація. RQ-ітерація. Алгоритм «поділяй-та-пануй». Бісекція та зворотна ітерація.

## ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

Мультимедійний комп'ютерний клас; Windows 10 Education (Academic Open License); відкрите програмне забезпечення Visual Studio 2017

## СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

Розподіл балів для оцінювання успішності аспіранта	Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	Нарахування балів
	90-100	A	відмінно	
	82-89	B	добре	
	74-81	C		
	64-73	D	задовільно	
	60-63	E		
	35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	
	0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Підсумкова рейтингова оцінка розраховується як сума оцінок за різні види занять та контрольні заходи і виконання та захисту курсової роботи (максимальна сума – 100 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту скласти іспит – 35 балів):

- 1) поточна робота студента (40 балів):
  - а) присутність та активність на лекціях (всього 16 лекцій) – 8 балів;
  - б) присутність та активність на практичних заняттях (всього 6 занять) – 6 балів;
  - в) виконання та здача (захист) звітів по лабораторним роботам (всього 8 робіт) – 26 балів;
- 2) контрольні роботи у формі контрольного завдання і тестування (максимум 20 балів):
  - а) виконання контрольної роботи № 1 – 10 балів;
  - б) виконання контрольної роботи № 2 – 10 балів;
- 3) виконання та захист курсової роботи (максимум 40 балів, мінімальна кількість, що зараховується, – 25 балів).

## НОРМИ АКАДЕМІЧНОЇ ЕТИКИ

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при нерозв'язності конфлікту доводиться до завідувача кафедри.

Силлабус за змістом повністю відповідає робочій програмі навчальної дисципліни