

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

УХВАЛЕНО
Вченою радою факультету
комп'ютерних наук, протокол № 4
від «03» грудня 2019 р.
Голова Вченої ради _____



Назва курсу	Чисельні методи
Викладач (-і)	Угрюмов М.Л., Стрілець В.Є.
Профайл викладача (-ів)	www.linkedin.com/in/mykhaylo-ugryumov-63148313b , www.linkedin.com/in/victoria-strelets-822477109
Контактний тел.	(+380 57) 707 50 22
E-mail:	tps@karazin.ua
Сторінка курсу в системі дистанційного навчання	
Консультації	Очні консультації: 4 години; четвер 4 пара о 13:40 в 320 ауд.

1. Коротка анотація до курсу

Курс «Чисельні методи» охоплює наступні розділи: прямі та ітераційні методи розв'язування алгебраїчних та трансцендентних рівнянь, систем лінійних алгебричних рівнянь, наближені методи обчислення власних чисел та власних векторів, інтерполювання функцій, чисельне інтегрування, чисельне розв'язування функціональних рівнянь, чисельне розв'язування задачі Коші та крайових задач для звичайних

диференціальних рівнянь. При розгляді конкретних методів основна увага зосереджується на постановці задач, на збіжності, стійкості та оцінок похибок методів. Викладення матеріалу здійснюється з використання основних понять математичного аналізу.

2. Мета та цілі курсу

Метою курсу є засвоєння студентами основ обчислювальної математики, вироблення навичок по адаптації стандартних алгоритмів до нових – чисельних рішень складних прикладних задач, а також надбання навичок з використання пакетів прикладних програм спеціального призначення – MathCAD, MatLAB для розв’язання задач чисельного обчислення.

Цілі курсу:

- вивчення методів й алгоритмів чисельного розв’язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь;
- вивчення методів й алгоритмів чисельного розв’язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь;
- вивчення методів й алгоритмів чисельного розв’язання задач апроксимації;
- вивчення методів й алгоритмів чисельного диференціювання й інтегрування;
- вивчення методів й алгоритмів чисельного розв’язання звичайних диференціальних рівнянь і їхніх систем;
- навчитися програмно реалізовувати алгоритми чисельного розв’язання задач за допомогою мови програмування.

3. Формат курсу – очний (*offline*), дистанційний.

4. Результати навчання

Студент повинен знати:

- особливості побудови математичних моделей;
- чисельні методи розв’язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь;
- чисельні методи лінійної алгебри;
- методи обробки даних (методи інтерполяції, апроксимації даних, чисельного диференціювання й інтегрування);
- чисельні методи розв’язання звичайних диференціальних рівнянь;
- застосування мов програмування для розв’язання інженерних задач;

Студент повинен вміти:

- розв’язувати алгебраїчні і трансцендентні рівняння;
- розв’язувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь;
- розв’язувати задачі інтерполяції й апроксимації;
- чисельно диференціювати й інтегрувати;
- чисельно розв’язувати звичайні диференціальні рівняння і системи звичайних диференціальних рівнянь;

– розв’язувати задачі чисельного характеру з застосуванням мов програмування.

5. Обсяг курсу

Вид заняття	Загальна кількість годин
Лекції	32
семінарські заняття / практичні / лабораторні	32
самостійна робота	56

6. Ознаки курсу:

Рік викладання	Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний\ вибірковий
2020/2021	2	Комп’ютерні науки	3	вибірковий (В)

7. **Пререквізити.** Попередньо прослухані курси: вища математика, теорія ймовірностей, алгоритмізація та програмування, пакети прикладного програмування.

8. **Технічне та програмне забезпечення /обладнання.** Для виконання лабораторних робіт студенти самостійно обирають мову програмування (наприклад, Java, Python, C# та ін.).

9. **Політики курсу** – Політика академічної доброчесності.

10. **Схема курсу**

Тиж. / дата / акад.год.-	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)/ Формат	Матеріали	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Тиж. 1 / 4 акад.год.	<p>Тема 1. Л1. Вступ до навчальної дисципліни „Чисельні методи”:</p> <ul style="list-style-type: none"> – предмет вивчення і задачі дисципліни „Чисельні методи”. – основні історичні етапи розвитку обчислювальної математики. 	Лекція (аудиторна)	Презентація лекції (.ppt)	[1-3, 14-18]	Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію, 2 год.		Протягом тижня (до наступного заняття)
	ЛЗ1. Чисельні методи розв’язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь	ПЗ (аудиторне)	Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)		Розв’язати алгебраїчне і трансцендентне рівняння методом дихотомії, 2 год.	2 бали	Протягом тижня (до наступного заняття)
Тиж. 2 / 4 акад.год.	<p>Тема 2. Л2. Математичне моделювання. Основи теорії похибок:</p> <ul style="list-style-type: none"> – особливості побудови математичних моделей; – похибки 	Лекція (аудиторна)	Презентація лекції (.ppt)	[3, 8, 9-12]	Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію, 2 год.		Протягом тижня (до наступного заняття)

	<p>обчислень, алгоритмів, математичних моделей; – абсолютна і відносна похибки; – поширення похибок.</p>						
	<p>ЛЗ2. Чисельні методи розв'язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь</p>	<p>ПЗ (аудиторне)</p>	<p>Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)</p>		<p>Розв'язати алгебраїчне і трансцендентне рівняння методом дотичних, 2 год.</p>	<p>3 бали</p>	<p>Протягом тижня (до наступного заняття)</p>
<p>Тиж. 3 / 4 акад.год.</p>	<p>Тема 3. ЛЗ. Чисельні методи розв'язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь: – методи відділення коренів; – методи дихотомії, хорд, дотичних.</p>	<p>Лекція (аудиторна),</p>	<p>Презентація лекції (.ppt)</p>	<p>[6, 9, 11]</p>	<p>Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію, 2 год.</p>		<p>Протягом тижня (до наступного заняття)</p>
	<p>ЛЗ3. Чисельні методи розв'язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь</p>	<p>ПЗ (аудиторне)</p>	<p>Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)</p>		<p>Розв'язати алгебраїчне і трансцендентне рівняння методом хорд, 2 год.</p>	<p>2 бали</p>	<p>Протягом тижня (до наступного заняття)</p>

Тиж. 4 / 4 акад.год.	Тема 3. Л4. Чисельні методи розв'язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь: – комбінований метод; – збіжність методів; – визначення похибки обчислень.	Лекція (аудиторна)	Презентація лекції (.ppt)	[4, 6, 17]	Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію, 2 год.		Протягом тижня (до наступного заняття)
	ЛЗ4. Чисельні методи розв'язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь	ПЗ (аудиторне)	Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)		Розв'язати алгебраїчне і трансцендентне рівняння комбінованим методом, 2 год.	3 бали	Протягом тижня (до наступного заняття)
Тиж. 5 / 4 акад.год.	Тема 3. Л5. Чисельні методи розв'язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь: – наближене рішення рівнянь методом ітерацій (послідовних наближень); – теорема про збіжність методу.	Лекція (аудиторна)	Презентація лекції (.ppt)	[4, 10, 12]	Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію, 2 год.		Протягом тижня (до наступного заняття)

	ЛЗ5. Чисельні методи розв'язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь	ПЗ (аудиторне)	Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)		Розв'язати алгебраїчне і трансцендентне рівняння методом простої ітерації, 2 год.	3 бали	Протягом тижня (до наступного заняття)
Тиж. 6 / 4 акад.год.	Тема 4. Л6. Чисельні методи лінійної алгебри: – розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь методом Гауса; – схема єдиного розподілу. Прямий і зворотний хід; – обчислення визначника матриці методом Гауса; – знаходження зворотної матриці.	Лекція (аудиторна)	Презентація лекції (.ppt)	[4, 9-11, 17]	Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію, 2 год.		Протягом тижня (до наступного заняття)
	ЛЗ6. Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь	ПЗ (аудиторне)	Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)		Розв'язати систему лінійних алгебраїчних рівнянь методом Гауса, 2 год.	6 балів	Протягом тижня (до наступного заняття)

Тиж. 7 / 4 акад.год.	Тема 4. Л7. Чисельні методи лінійної алгебри: – ітераційні методи рішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь; – визначення і види норм матриці; – зведення системи до виду, зручному для ітерацій; – метод простої ітерації (Якобі).	Лекція (аудиторна)	Презентація лекції (.ppt)	[8, 11-14]	Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію, 2 год.		Протягом тижня (до наступного заняття)
	ЛЗ7. Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь	ПЗ (аудиторне)	Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)		Розв'язати систему лінійних алгебраїчних рівнянь ітеративним методом, 2 год.	6 балів	Протягом тижня (до наступного заняття)
Тиж. 8 / 4 акад.год.	Тема 5. Л8. Задача інтерполяції функцій: – постановка задачі інтерполяції та екстраполяції; – побудова інтерполяційного поліному Лагранжа; – похибка інтерполяційної	Лекція (аудиторна)	Презентація лекції (.ppt)	[7-8, 12-17]	Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію, 2 год.		Протягом тижня (до наступного заняття)

	формули Лагранжа.						
	ЛЗ8. Чисельні методи розв'язання задачі інтерполяції	ПЗ (аудиторне)	Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)		Розв'язати задачу інтерполяції. Побудова інтерполяційного поліному Лагранжа, 2 год.	3 бали	Протягом тижня (до наступного заняття)
Тиж. 9 / 4 акад.год.	Тема 5. Л9. Задача інтерполяції функцій: – кінцеві різниці та їх властивості; – перша та друга інтерполяційні формули Ньютона; – центральні різниці; – перша та друга інтерполяційні формули Гауса; – кубічні сплайни.	Лекція (аудиторна)	Презентація лекції (.ppt)	[10, 14]	Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію, 2 год.		Протягом тижня (до наступного заняття)
	ЛЗ9. Чисельні методи розв'язання задачі інтерполяції	ПЗ (аудиторне)	Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)		Розв'язати задачу інтерполяції. Побудова інтерполяційного поліному Ньютона та Гауса, 2 год.	4 бали	Протягом тижня (до наступного заняття)

Тиж. 10 / 4 акад.год.	Тема 6. Л10. Задача апроксимації функцій: – постановка задачі апроксимації; – метод найменших квадратів. Загальний випадок; – степений базис; випадок лінійних функцій.	Лекція (аудиторна)	Презентація лекції (.ppt)	[11-18]	Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію, 2 год.		Протягом тижня (до наступного заняття)
	ЛЗ10. Чисельні методи розв'язання задачі апроксимації	ПЗ (аудиторне)	Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)		Розв'язати задачу апроксимації. Метод найменших квадратів першого порядку, 2 год.	3 бали	Протягом тижня (до наступного заняття)
Тиж. 11 / 4 акад.год.	Тема 6. Л11. Задача апроксимації функцій: апроксимація табличних даних за допомогою прямої та параболи.	Лекція (аудиторна)	Презентація лекції (.ppt)	[5, 8, 15-17]	Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію, 2 год.		Протягом тижня (до наступного заняття)
	ЛЗ11 Чисельні методи розв'язання задачі апроксимації	ПЗ (аудиторне)	Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)		Розв'язати задачу апроксимації. Метод найменших квадратів другого порядку, 2 год.	3 бали	Протягом тижня (до наступного заняття)

Тиж. 12 / 4 акад.год.	Тема 6. Л12. Задача апроксимації функцій: апроксимація і чисельне диференціювання за методом найменших квадратів	Лекція (аудиторна)	Презентація лекції (.ppt)	[10, 12-14]	Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію, 2 год.		Протягом тижня (до наступного заняття)
	ЛЗ12. Чисельні методи інтегрування	ПЗ (аудиторне)	Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)		Розв'язати інтеграл за формулами прямокутників, 2 год.	3 бали	Протягом тижня (до наступного заняття)
Тиж. 13 / 4 акад.год.	Тема 7. Л13. Наближене обчислення інтегралів: – постановка задачі обчислення інтегралу; – найпростіші квадратурні формули – формули лівих та правих прямокутників; – формула середніх прямокутників; – погрішність формул.	Лекція (аудиторна)	Презентація лекції (.ppt)	[2, 13-18]	Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію, 2 год.		Протягом тижня (до наступного заняття)

	ЛЗ13. Чисельні методи інтегрування	ПЗ (аудиторне)	Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)		Розв'язати інтеграл за формулами прямокутників, трапецій і Симпсона, 2 год.	3 бали	Протягом тижня (до наступного заняття)
Тиж. 14 / 4 акад.год.	Тема 7. Л14. Наближене обчислення інтегралів: – загальна ідея квадратурних формул; – формула Ньютона-Котеса; – формула трапецій; – формула Симпсона; – похибки квадратурних формул.	Лекція (аудиторна)	Презентація лекції (.ppt)	[4, 8, 15-18]	Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію, 2 год.		Протягом тижня (до наступного заняття)
	ЛЗ14. Чисельні методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь	ПЗ (аудиторне)	Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)		Розв'язати задачу Коші методом Ейлера і Рунге-Кутта, 2 год.	3 бали	Протягом тижня (до наступного заняття)
Тиж. 15 / 4 акад.год.	Тема 8. Л15. Методи розв'язання звичайних диференціальних	Лекція (аудиторна)	Презентація лекції (.ppt)	[1-3, 7, 13-16]	Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію,		Протягом тижня

	<p>рівнянь, систем звичайних диференціальних рівнянь першого порядку:</p> <ul style="list-style-type: none"> – постановка задачі Коши; – розв’язання ЗДР першого порядку за допомогою рядів Тейлора; – метод Ейлера; – метод Рунге-Кутта. 				2 год.		(до наступного заняття)
	<p>ЛЗ15. Чисельні методи розв’язання звичайних диференціальних рівнянь</p>	<p>ПЗ (аудиторне)</p>	<p>Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)</p>		<p>Розв’язати задачу Діріхле методом прогонки, 2 год.</p>	3 бали	<p>Протягом тижня (до наступного заняття)</p>
<p>Тиж. 16 / 4 акад.год.</p>	<p>Тема 8. Л16. Методи розв’язання звичайних диференціальних рівнянь, систем звичайних диференціальних рівнянь першого порядку:</p> <ul style="list-style-type: none"> – розв’язання систем звичайних диференціальних 	<p>Лекція (аудиторна)</p>	<p>Презентація лекції (.ppt)</p>	<p>[8-10, 13-17]</p>	<p>Ознайомитись з літературою, переглянути презентацію, 2 год.</p>		<p>Протягом тижня (до наступного заняття)</p>

	рівнянь першого порядку; – розв’язання змішаної крайової задачі для звичайних диференціальних рівнянь вищих порядків; – метод прогонки.						
	ЛЗ16. Контрольна робота за темами курсу	ПЗ (аудиторне)	Матеріали з виконання практичного завдання (.doc)		Написання контрольної роботи, 2 год.	10 балів	Протягом тижня (до наступного заняття)

11. Система оцінювання та вимоги

Загальна система оцінювання курсу	<i>участь в роботі впродовж семестру/екзамен - 60/40</i> Розподіл балів, що присвоюються студентам з навчальної дисципліни «Комп’ютерні системи прийняття рішень», є сумою балів за виконання всіх видів практичних завдань та самостійну роботу плюс бали, отримані під час екзамену (заліку). Впродовж семестру студент за виконання всіх завдань отримує – 60 балів під час складання і 40 балів за іспит
Вимоги до письмової роботи	
Практичні заняття	Студент отримує максимальну кількість балів за практичне завдання, якщо: завдання виконане повністю та без допомоги викладача; студент самостійно може узагальнити, систематизувати матеріал та вільно застосовує його у стандартних ситуаціях та у ситуаціях невизначеності.
Умови допуску до підсумкового контролю	Виконання всіх практичних завдань

Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання								Екзамен аційна, залікова робота	Сума
Розділ 1		Розділ 2		Розділ 3		Контрольні роботи, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання		
T1, T2, T3	T4	T5	T6	T7	T8	КР1			
12	13	7	6	6	6	10		60	40
									100

T1, T2 ... – теми розділів.

За темами T1, T2, T3 студент отримує 12 балів за виконання лабораторних робіт 1, 2.

За темою T4 студент отримує 13 балів за виконання лабораторних робіт 3, 4.

За темою T5 студент отримує 7 балів за виконання лабораторної роботи 5.

За темою T6 студент отримує 6 балів за виконання лабораторної роботи 6.

За темою T7 студент отримує 6 балів за виконання лабораторної роботи 7.

За темою T8 студент отримує 6 балів за виконання лабораторної роботи 8.

КР1 – контрольна робота.

12. Рекомендована література

1. Пасічник В.В., Висоцька В.А., Андруник В.А. Чисельні методи в комп'ютерних науках: Навч. посібник. – Львів: Новий світ. – 2019. – 470 с.
2. Волонтир Л.О., Зелінська О.В., Потапова Н.А. Чисельні методи: Навч. посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2019. – 322 с.
3. Руденко В.Д., Жугастров О.О. Основи алгоритмізації і програмування мовою Python. – Х.: Видавництво «Ранок». – 2019. – 192 с.
4. Ярошенко О.І., Григорків М.В. Числові методи: Навч. посібник. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2018. – 172 с.
5. Дичка І.А., Онай М.В., Гадиняк Р.А. Чисельні методи. Розв'язання задач лінійної алгебри та нелінійних рівнянь. Лабораторний практикум: Навч. посібник. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 95 с.
6. Langtangen H.P., Mardal K.-A. Introduction to Numerical Methods for Variational Problems. – Springer Nature Switzerland A&G, 2018. – 395 p.
7. Gupta R.K. Numerical Methods: Fundamentals and Application. – Cambridge University Press, 2018. – 373 p.
8. Chandra S., Sharma M.K. Numerical Methods and Data Analysis. – IK International Publishing House Pvt. LTD, 2018. – 418 p.

9. Ghaboussi J., Wu X.V. Numerical Methods in Computational Mechanics. – Taylor & Francis, 2017. – 313 p.
10. Grune L., Ferretti R., Mceneaney M.W. Numerical Methods for Optimal Control Problems. – Springer Nature Switzerland A&G, 2017. – 268 p.
11. Herbert B., Keller D. Numerical Methods for Two-Point Boundary-Value Problems. – Dover Publications Inc., 2017. – 416 p.
12. Friedland S., Overton O. The Formulation and Analysis of Numerical Methods for Inverse Eigenvalue Problems. – Franklin Classics, 2017. – 158 p.
13. Surana K.S. Numerical Methods and Methods of Approximation in Science and Engineering. – Taylor & Francis, 2017. – 478 p.
14. Khoury R., Douglas H. Numerical Methods and Modelling for Engineering. – Springer Nature Switzerland A&G, 2017. – 332 p.
15. Xu J. Numerical Programming and Math Functions for Real-World .NET Applications with C#. – Independently published, 2019. – 470 p.
16. Kharab A, Guenther R. An Introduction to Numerical Methods: A MATLAB Approach. – Taylor & Francis, 2018. – 615 p.
17. Monahan J. Numerical Methods of Statistics. – Cambridge University Press, 2017. – 464 p.
18. Segura J., Gil A., Temme N.M. Numerical Methods for Special Functions. – Society for Industrial AND Applied Mathematics, 2017. – 431 p.