

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра системного аналізу та теорії оптимізації**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан факультету математики
та цифрових технологій
Микола МАЛІЯР
_____ 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ**

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	113 Прикладна математика
Освітня програма	Системи штучного інтелекту
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «**Чисельні методи**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **11 Математика та статистика** спеціальності **113 Прикладна математика** освітньої програми **Системи штучного інтелекту**.

Розробник: Глебена М.І., к.ф.м.н., доцент кафедри системного аналізу та теорії оптимізації


Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри **системного аналізу та теорії оптимізації**

Протокол № 11 від «16» червня 2023 року

Завідувач кафедри  Мирослава ГЛЕБЕНА

Схвалено науково-методичною комісією **факультету математики та цифрових технологій**

протокол № 10 від «20» червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Наталія ЮРЧЕНКО

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	
Кількість кредитів ЄКТС – 5	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 150	3-й	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: 5-й семестр аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4	5-й	
	Лекції:	
	36	
	Практичні (семінарські):	
	-	-
Вид підсумкового контролю: 5-й семестр – екзамен.	Лабораторні:	
	38	
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	76	

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «**Чисельні методи**» є вироблення навичок розв'язання важливих задач, які виникають в практичній діяльності шляхом математичного моделювання з використанням сучасних комп'ютерних систем і технологій, пакетів прикладних математичних програм. Об'єктом вивчення навчальної дисципліни є типові математичні задачі, до яких зводиться рішення практичних проблем, що виникають у ході розробки інформаційних систем та систем моделювання. Предметом вивчення навчальної дисципліни є чисельні методи розв'язання типових математичних задач.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

- ЗК01.** Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК02.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК05.** Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК06.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК08.** Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

- ФК02.** Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі.
- ФК04.** Здатність розробляти алгоритми та структури даних, програмні засоби та програмну документацію.
- ФК09.** Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Чисельні методи**» є опанування таких навчальних дисциплін освітньої програми:

- ОК 6 Математичний аналіз
- ОК 7 Алгебра і геометрія
- ОК 8 Диференціальні рівняння та їх застосування
- ОК 15 Вступ до програмування. Python.
- ОК 17 WEB програмування.
- ОК 19 Об'єктно-орієнтоване програмування.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Системи штучного інтелекту», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання:

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.	РН 01
Володіти основними положеннями та методами математичного, комплексного та функціонального аналізу, лінійної алгебри та теорії чисел, аналітичної геометрії, теорії диференціальних рівнянь, зокрема рівнянь у частинних похідних, теорії ймовірностей, математичної статистики та випадкових процесів, чисельними методами	РН 02
Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.	РН 03
Уміти розробляти та використовувати на практиці алгоритми, пов'язані з апроксимацією функціональних залежностей, чисельним диференціюванням та інтегруванням, розв'язанням систем алгебраїчних, диференціальних та інтегральних рівнянь, розв'язанням крайових задач, пошуком оптимальних рішень.	РН 05
Вміти проводити практичні дослідження та знаходити розв'язок некоректних задач.	РН 07
Будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач	РН 09
Вміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних і символічних алгоритмів.	РН 11
Використовувати в практичній роботі спеціалізовані програмні продукти та програмні системи комп'ютерної математики.	РН 13
Уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу.	РН 15

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті після опанування навчальної дисципліни «Чисельні методи»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Здатність класифікувати задачу і обирати відповідні методи щодо її розв'язання	РН 01, РН03, РН07
Формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів	РН 02, РН 03 РН 05
Здатність будувати математично коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із	РН 03

врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів	
Демонструвати навички та здібності проектування та розробки прикладного програмного забезпечення	PH 05, PH 09, PH 11, PH 15
Вміти за допомогою сучасних пакетів прикладних програм розв'язувати задачі Коші для диференціальних рівнянь, системи лінійних та нелінійних рівнянь, застосовувати наближені методи інтегрування та чисельного диференціювання	PH 13
Вміти програмно реалізовувати методи розв'язання задач інтерполяції, наближення функцій, систем лінійних алгебраїчних рівнянь, нелінійні рівняння та їх системи, задачі Коші та крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь	PH 09
Вміти розв'язувати задачі, розробляти або адаптувати існуючі алгоритми для подальшої програмної реалізації чисельних методів.	PH 05, PH 09, PH 13
Вибирати чисельні методи для розв'язання конкретних прикладних задач, забезпечувати необхідні умови їх застосування відносно збіжності та стійкості, оцінювати похибки обчислень і розробляти, або адаптувати вже існуючі алгоритми для подальшої програмної реалізації розглянутих методів.	PH 13
Здатність досліджувати коректність задач, оцінювати похибки обчислень.	PH 07

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Методи навчання

Метод проблемного викладення матеріалу, пояснювально-ілюстративний метод, пошуковий та дослідницький методи, інтерактивний метод.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни «Чисельні методи» є: виконання лабораторних робіт, презентація результатів виконаних завдань, модульні контрольні роботи, екзамен.

Форми (методи) контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: усні відповіді на лабораторних заняттях, виконання практичних завдань з л, тестування, захист лабораторних робіт, виконання тестових завдань.

Форма модульного контролю: письмова контрольна робота.

Форми підсумкового семестрового контролю: екзамен.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота																	Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	50	100
3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		

T1, T2 ... – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота											Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	50	100
5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4		

T1, T2 ... – теми

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	4	40	3	40
Презентація результатів	4	10	3	10
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Методика оцінювання. Матеріал кожного модуля, який здобувачі вищої освіти повинні засвоїти протягом семестру, виноситься на одну з двох модульних контрольних робіт, що проводяться в кожному семестрі.

Модульна контрольна робота (при застосуванні комп'ютерів) може виконуватись в два етапи: перший – теоретичний матеріал (варіант контрольної роботи містить два теоретичні питання (кожне оцінюється 15 балами)); другий – практичні завдання (варіант контрольної роботи містить два практичні завдання, які здобувачі виконують із застосуванням комп'ютерів (кожне оцінюється 10 балами)). Сумарна максимальна кількість балів, що виставляється здобувачу вищої освіти за виконання всіх завдань однієї контрольної роботи залежить від складності матеріалу, який виноситься на модульний контроль.

За виконання лабораторних робіт та завдань самостійної роботи, що стосуються даних модулів здобувачу вищої освіти нараховується різна кількість балів, в залежності від складності матеріалу.

Лабораторна робота зараховується, якщо за кожне із завдань лабораторної роботи здобувач вищої освіти досягнув мінімального порогового рівня, визначеного за кожним запланованим результатом навчання для навчальної дисципліни «Чисельні методи». Критерієм успішного проходження здобувачем освіти поточного оцінювання (включно із захистом лабораторної роботи та презентацією результатів) є досягнення здобувачем освіти не менше 50% балів від загальної кількості запланованої за конкретною темою. Конкретна максимальна кількість балів подається у таблицях розподілу балів, які отримують здобувачі за модуль та за окремі види навчальної роботи.

Невиконані та незахищені лабораторні роботи, а також неявка на модульну контрольну роботу оцінюються в 0 балів незалежно від причини невиконання (неявки).

Сумарна оцінка (від 0 до 100 балів) виставляється у відомість модульного контролю. Модуль зараховується, якщо сумарний бал складає не менше 60 балів, і зараховано всі лабораторні роботи, які є складовими даного модуля.

Здобувач вищої освіти, який не з'явився на модульну контрольну роботу, або ж його модульна оцінка складає від 0 до 34 балів, зобов'язаний скласти (перескласти) модуль до початку підсумкового контролю у строки, визначені викладачем дисципліни та погоджені деканатом факультету.

Критерії оцінювання підсумкового контролю

Екзаменаційна методика оцінювання. За результатами модульних контролів визначається підсумкова модульна оцінка (як середнє арифметичне за два модульні контролі), яка визначає доекзаменаційний рейтинговий бал. До складання екзамену допускаються здобувачі вищої освіти, у яких підсумкова модульна оцінка за семестр становить не менше 35 балів і, яким зараховано всі лабораторні роботи за цей семестр.

Здобувач вищої освіти, доекзаменаційний рейтинговий бал якого складає від 0 до 34 балів, зобов'язаний покращити його до початку екзамену під час чергування викладачів на кафедрі у строки, визначені викладачем дисципліни та погоджені деканатом факультету. В протилежному випадку, здобувач не допускається до екзамену, і у нього виникає академічна заборгованість.

Екзамен з навчальної дисципліни здобувач вищої освіти може не скласти, якщо він успішно пройшов усі модульні контролі та його влаштовує підсумкова доекзаменаційна рейтингова оцінка за семестр. Здобувачі вищої освіти, рейтинговий бал яких становить від 35 до 59, екзамен складають обов'язково. Здобувач освіти може підвищити на екзамені рейтинговий бал, при цьому, за результатами складання екзамену оцінка не може бути менша за доекзаменаційний рейтинговий бал.

Екзамен проводиться в усній формі. На екзамен вноситься навчальний матеріал за семестр. Екзаменаційний білет складається з двох теоретичних питань та одного практичного завдання. Оцінювання результатів навчання на екзамені здійснюється за 100-бальною шкалою. Оцінка за екзамен вноситься у відомість обліку успішності.

Таблиця відповідності оцінок за різними шкалами оцінювання

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

Критерій оцінювання підсумкового контролю з дисципліни

— «**відмінно**» (90-100 балів, A) заслуговує студент, який виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну і ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії;

— «**добре**» (82-89 балів, B) заслуговує студент, який виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу

рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисциплін і здатний до самостійного доповнення, але під час відповіді допустив деякі неточності;

— **«добре» (74-81 бал, C)** заслуговує студент, що виявив не цілком повне знання програмного матеріалу, не завжди успішно виконує передбачені програмою завдання, частково засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив не систематичний характер знань з дисциплін і не завжди здатний до їх самостійного доповнення і під час відповіді допускає деякі неточності;

— **«задовільно» (64-73 бали, D)** заслуговує студент, що виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, дана оцінка виставляється студентам, що допустили помилки у відповіді на заліку чи екзамені та при виконанні залікових або екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача;

— **«задовільно» (60-63 балів, E)** заслуговує студент, що виявив часткове знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, не завжди вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою. Як правило, дана оцінка виставляється студентам, що допустили грубі помилки у відповіді на заліку чи екзамені та при виконанні залікових або екзаменаційних завдань, але які частково володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача.

— **«незадовільно» (35-59 балів, FX)** виставляється студенту, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

— **«незадовільно» (0-34 балів, F)** виставляється студенту коли протягом семестру він допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Математичне моделювання. Чисельні методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь

Тема 1. Математичне моделювання. Чисельний експеримент.

Тема 2. Теорія похибок. Види похибок

Змістовий модуль 2. Точні методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь

Тема 1. Метод Гауса для розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Вивід розрахункових формул. Модифікації методу Гауса.

Тема 2. Обчислення детермінанта матриці та знаходження оберненої матриці.

Тема 3. Вплив похибок заокруглення при застосуванні методу Гауса для розв'язання систем лінійних рівнянь. Погано обумовлені матриці. Число обумовленості.

Змістовий модуль 3. Ітераційні методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь

Тема 1. Ітераційні методи розв'язування СЛАР. Канонічна форма ітераційних методів. Методи Зейделя, Якобі, простої ітерації, Річардсона, верхньої релаксації.

Тема 2. Збіжність ітераційних методів. Достатні умови збіжності. Необхідні і достатні умови збіжності.

Тема 3. Многочлени Чебишова I роду. Ітераційні методи з чебишовським набором параметрів

Змістовний модуль 4. Інтерполяція функцій

Тема 1. Наближення функцій алгебраїчними многочленами. Узагальнений інтерполяційний многочлен.

Тема 2. Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Розділені і скінчені різниці. Інтерполяційні формули Ньютона.

Тема 3. Залишковий член інтерполяційної формули. Збіжність процесу інтерполювання. Похибка інтерполювання

Тема 4. Інтерполяція раціональними функціями. Дробово-лінійна інтерполяція функцій.

Тема 5. Інтерполювання сплайнами.

Змістовний модуль 5. Чисельне інтегрування функцій

Тема 1. Чисельне інтегрування. Формули прямокутників, трапецій, Сімпсона та їх похибки.

Тема 2. Апостеріорна оцінка похибки формул чисельного інтегрування методом Рунге.

Тема 3. Квадратурні формули інтерполяційного типу. Формули Ньютона-Котеса.

Тема 4. Квадратурні формули найвищого алгебраїчного степеня точності. Формули Гауса.

Модуль 2

Змістовний модуль 6. Середньоквадратичне наближення функцій

Тема 1. Постановка задачі середньоквадратичного наближення. Точкове середньоквадратичне наближення функцій.

Тема 2. Середньоквадратичне наближення функцій заданих аналітично.

Тема 3. Ортогональні многочлени. Властивості ортогональних многочленів. Середньоквадратичне наближення системою ортогональних многочленів.

Змістовний модуль 7. Розв'язування нелінійних рівнянь та їх систем

Тема 1. Верхня та нижня межі коренів нелінійних рівнянь. Відокремлення коренів.

Тема 2. Ітераційні методи розв'язування нелінійних рівнянь. Метод ітерацій. Метод Ньютона та його модифікації. Методи січних та хорд. Комбінований метод хорд і дотичних.

Тема 3. Дослідження збіжності ітераційних методів. Збіжність методу простих ітерацій та Ньютона.

Тема 4. Ітераційні методи розв'язання систем нелінійних рівнянь. Метод релаксації. Метод Ньютона та його модифікації. Нелінійний метод Якобі і Зейделя.

Змістовний модуль 8. Розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь

Тема 1. Чисельні методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Загальна характеристика. Метод Ейлера. Удосконалений метод Ейлера. Метод Ейлера-Коші.

Тема 2. Похибка методу Ейлера. Збіжність методу Ейлера. Стійкість методу Ейлера.

Тема 3. Методи Рунге-Кутта. Приклади. Дослідження похибок та порядків однокрокових методів розв'язання задачі Коші. Збіжність методів Рунге-Кутта.

Тема 4. Багатокрокові методи розв'язування задачі Коші. Методи Адамса.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
5 семестр						
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Математичне моделювання. Чисельні методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь						
Тема 1. Математичне моделювання. Чисельний експеримент.	1,5	0,5				1
Тема 2. Теорія похибок. Види похибок	3,5	0,5		2		1
Разом за змістовий модуль 1	5	1		2		2
Змістовий модуль 2. Точні методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь						
Тема 1. Метод Гауса для розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Вивід розрахункових формул. Модифікації методу Гауса.	6	2		2		2
Тема 2. Обчислення детермінанта матриці та знаходження оберненої матриці.	4,5	0,5		1		3
Тема 3. Вплив похибок заокруглення при застосуванні методу Гауса для розв'язання систем лінійних рівнянь. Погано обумовлені матриці. Число обумовленості.	3,5	0,5				3
Разом за змістовий модуль 2	14	3		3		8
Змістовий модуль 3. Ітераційні методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь						
Тема 1. Ітераційні методи розв'язування СЛАР. Канонічна форма. ітераційних методів. Методи Зейделя, Якобі, простої ітерації, Річардсона, верхньої релаксації.	8	2		2		4
Тема 2. Збіжність ітераційних методів. Достатні умови збіжності. Необхідні і достатні умови збіжності.	3,5	1,5				2
Тема 3. Многочлени Чебишова I роду. Ітераційні методи з чебишовським набором параметрів	5,5	0,5		1		4
Разом за змістовий модуль 3	17	4		3		10
Змістовний модуль 4. Інтерполяція функцій						
Тема 1. Наближення функцій алгебраїчними многочленами. Узагальнений інтерполяційний многочлен.	5	1		2		2
Тема 2. Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Розділені і скінчені різниці. Інтерполяційні	6	1		2		3

формули Ньютона.						
Тема 3. Залишковий член інтерполяційної формули. Збіжність процесу інтерполювання. Похибка інтерполювання	5	1		2		2
Тема 4. Інтерполяція раціональними функціями. Дробово-лінійна інтерполяція функцій.	3					3
Тема 5. Інтерполювання сплайнами	3					3
Разом за змістовий модуль 4	22	3		6		13
Змістовний модуль 5. Чисельне інтегрування функцій						
Тема 1. Чисельне інтегрування. Формули прямокутників, трапецій, Сімпсона та їх похибки.	6	2		2		2
Тема 2. Апостеріорна оцінка похибки формул чисельного інтегрування методом Рунге.	5	1		1		3
Тема 3. Квадратурні формули інтерполяційного типу. Формули Ньютона-Котеса.	4	1		1		2
Тема 4. Квадратурні формули найвищого алгебраїчного степеня точності. Формули Гауса.	3	1				2
Разом за змістовий модуль 5	18	5		4		9
Модульна контрольна робота № 1	2	2				
Усього за модуль 1	78	18		18		42
Модуль 2						
Змістовний модуль 6. Середньоквадратичне наближення функцій						
Тема 1. Постановка задачі середньоквадратичного наближення. Точкове середньоквадратичне наближення функцій.	7	1		2		4
Тема 2. Середньоквадратичне наближення функцій заданих аналітично.	9	1		4		4
Тема 3. Ортогональні многочлени. Властивості ортогональних многочленів. Середньоквадратичне наближення системою ортогональних многочленів.	6	1		1		4
Разом за змістовий модуль 6	22	3		7		12
Змістовний модуль 7. Розв'язування нелінійних рівнянь та їх систем						
Тема 1. Верхня та нижня межі коренів нелінійних рівнянь. Відокремлення коренів.	4	1		1		2
Тема 2. Ітераційні методи розв'язування нелінійних рівнянь. Метод ітерацій. Метод Ньютона та його модифікації. Методи січних та хорд. Комбінований метод хорд і дотичних.	8	2		2		4
Тема 3. Дослідження збіжності ітераційних методів. Збіжність методу простих ітерацій та Ньютона.	5	1				4
Тема 4. Ітераційні методи розв'язання систем нелінійних рівнянь. Метод релаксації. Метод Ньютона та його модифікації. Нелінійний метод Якобі і Зейделя.	7	2		3		2
Разом за змістовий модуль 7	24	6		6		12
Змістовний модуль 8. Розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь						

Тема 1. Чисельні методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Загальна характеристика. Метод Ейлера. Удосконалений метод Ейлера. Метод Ейлера-Коші.	7	2		2		3
Тема 2. Похибка методу Ейлера. Збіжність методу Ейлера. Стійкість методу Ейлера.	6	2		2		2
Тема 3. Методи Рунге-Кутта. Приклади. Дослідження похибок та порядків однокрокових методів розв'язання задачі Коші. Збіжність методів Рунге-Кутта.	7	2		2		3
Тема 4. Багатокрокові методи розв'язування задачі Коші. Методи Адамса.	4	1		1		2
Разом за змістовий модуль 8	24	7		7		10
Модульна контрольна робота № 2	2	2				
Усього за модуль 2	72	18		20		34
Усього за семестр	150	36		38		76

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь методом Гаусса. Розв'язання погано-обумовлених систем лінійних рівнянь	5
2	Розв'язання систем лінійних рівнянь ітераційними методами.	3
3	Наближення функцій. Інтерполювання алгебраїчними поліномами. Інтерполяційні формули Лагранжа та Ньютона	6
4	Чисельне інтегрування функцій. Квадратурні формули прямокутників, трапецій, Сімпсона	4
5	Середньоквадратичне наближення функцій	7
6	Методи розв'язання нелінійних рівнянь та систем нелінійних рівнянь	6
7	Чисельні методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь	7
		38

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Наближені обчислення. Абсолютна та відносна похибка.	2
2	Метод Гауса з вибором головного елемента у стовпчику, рядку у всій матриці	2
3	Обчислення детермінанта матриці та знаходження оберненої матриці.	4
4	Розв'язування систем з погано обумовленими матрицями	2
5	Ітераційні методи розв'язування СЛАР. Канонічна форма. ітераційних методів. Методи Зейделя, Якобі, простої ітерації, Річардсона, верхньої релаксації	4
6	Збіжність ітераційних методів. Достатні умови збіжності. Необхідні і достатні умови збіжності.	2
7	Многочлени Чебишева на проміжку $[a, b]$. Властивості многочленів	4

	Чебишева.	
8	Наближення функцій алгебраїчними многочленами. Узагальнений інтерполяційний многочлен.	2
9	Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Розділені і скінчені різниці. Інтерполяційні формули Ньютона.	3
10	Залишковий член інтерполяційної формули. Збіжність процесу інтерполювання. Похибка інтерполювання	2
11	Дробово-лінійна інтерполяція	3
12	Інтерполяція сплайнами	3
13	Квадратурна формула трьох восьмих	5
14	Обчислення кратних інтегралів.	4
15	Постановка задачі середньо-квадратичне наближення. Точкове середньоквадратичне наближення функцій.	4
16	Середньоквадратичне наближення функцій заданих аналітично на проміжку.	4
17	Ортогональні многочлени. Властивості ортогональних многочленів. Середньоквадратичне наближення системою ортогональних многочленів.	4
18	Багатокрокові ітераційні методи уточнення коренів нелінійних рівнянь методи	6
19	Гібридні методи розв'язування систем нелінійних рівнянь	6
20	Методи Рунге-Кутта вищих порядків	3
21	Багатокрокові методи Адамса розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь	3
22	Розв'язування систем диференціальних рівнянь	4
	Разом	76

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби – персональні комп'ютери, мультимедійний проектор.

Програмне забезпечення – операційна система, пакет Microsoft Office, MathCad, MathLab, Octave, середовища програмування Python, C++, C#.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Цегелик Г.Г. Чисельні методи: Підручник. Львів: Видавничий центр Львівського національного університету імені Івана Франка, 2004. 408 с.
2. Шахно С.М., Дудикевич А.Т., Левицька С.М. Практикум з чисельних методів. Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2013. 434 с.
3. Задачин В.М., Конюшенко І.Г. Чисельні методи: Навчальний посібник. Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. 180 с.
4. Ляшенко Б.М., Кривонос О.М., Вакалюк Т.А. Методи обчислень: навчально-методичний посібник. Житомир: видавництво ДЖУ, 2014. 228 с.
5. Андруник В.А. Чисельні методи в комп'ютерних науках : навчальний посібник, Том 1. / Андруник В.А., Висоцька В.А. , Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Львів: Новий Світ. 2000, 2017. 470 с.

- б. Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник, Том 2 за ред. В.В. Пасічника. Львів: Видавництво «Новий Світ – 2000», 2020. 536 с.

Допоміжна література

1. Глебена М. І., Штимак А.Ю. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Методи обчислень». Ч. IV. Чисельне інтегрування функцій [Електронне видання]. Ужгород, 2023. 21 с. Глебена М.І., Штимак А. Ю. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Методи обчислень». Ч. V. Ітераційні методи розв'язання нелінійних рівнянь та їх систем [Електронне видання]. Ужгород, 2023. 31 с.
2. Глебена М. І., Штимак А. Ю. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Методи обчислень». Ч. VII. Ітераційні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь [Електронне видання]. Ужгород, 2023. 28 с.
3. Глебена М.І., А.Ю. Штимак Чисельні методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь: методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Методи обчислень». Ужгород, 2019. 28 с
4. Глебена М.І. Чисельний метод відшукування нулів будь-якої неперервно диференційованої функції на заданому проміжку/ М.І.Глебена, Г.Г. Цегелик, Н.В.Грипинська // Наук.вісник Ужгород. ун-ту. Сер. матем. і інформ. 2018. Вип.33. №2. С.55–60.
7. Глебена М.І. Чисельний метод мінорантного типу відшукування розв'язку системи двох нелінійних рівнянь / М.І.Глебена, Г.Г. Цегелик // Наук.вісник Ужгород. ун-ту. Сер. матем. і інформ. 2020. Вип.37. №2. С.150–156.
8. Autar K Kaw. Numerical Methods with Applications. <https://nm.mathforcollege.com/textbook-numerical-methods-with-applications/>