

**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
_____ Маляр М.М.
«30» 06 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ

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

Ужгород 2021

Робоча програма навчальної дисципліни «**Чисельні методи**» для студентів галузі знань
11 Математика та статистика спеціальності **113 Прикладна математика**
освітньої програми **Прикладна інформатика**

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 № 12 від «18» червня 2021 року

Завідувач кафедри _____ М.І.Глебена

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

протокол № 8 від «30» червня 2021 р.

Голова науково-методичної комісії _____ О. Ю. Мулеса

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	
Кількість кредитів ЄКТС – 8	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 240	3-й	
Кількість модулів – 4	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: 5-й семестр аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4 6-й семестр аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4	5-й	6-й
	Лекції:	
	30	30
	Практичні (семінарські):	
	-	-
Вид підсумкового контролю: 5-й семестр – залік; 6-й семестр – екзамен.	Лабораторні:	
	30	30
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	60	60

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.

Вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

знання:

- знання та розуміння з предметної області: схеми обчислювального експерименту, структури похибки; основних методів розв'язання систем лінійних рівнянь, розв'язання нелінійних рівнянь і їх систем; представлення інтерполяційних поліномів в формі Лагранжа і Ньютона та їх застосування; основних методів побудови формул чисельного диференціювання і дослідження похибки; формул чисельного інтегрування (прямокутників, трапецій, Сімпсона) і їх похибка; методів побудови різницевих методів і методів типу Рунге-Кутта розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь; поняття збіжності і порядку точності чисельного методу; стійкість: умовна і абсолютна; основних методів побудови різницевих схем для диференціальних рівнянь із частинними похідними;
- знання методики навчання математичних дисциплін.

уміння:

- здатність застосовувати знання на практиці;
- здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- уміння використовувати методи обчислень при розв'язуванні задач алгебри і теорії функцій; диференціальних та інтегральних рівнянь; крайових задач математичної фізики;
- здатність працювати з інформацією і знаннями з освітніх проблем;
- здатність до предметно-орієнтованого використання Інтернету
- використовувати сучасні інформаційні технології та системи для розв'язування різних прикладних задач;
- здатність застосовувати в професійній діяльності мережеві технології, електронні бібліотеки і пакети програм.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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

ОК 5 Математичний аналіз

ОК 6 Алгебра і геометрія

ОК 7 Диференціальні рівняння

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Системний аналіз», 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.	ПР 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 ймовірності, математичної статистики та випадкових процесів, чисельними методами.	ПР 02
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	ПР 05
Поєднувати методи математичного та комп'ютерного моделювання з неформальними процедурами експертного аналізу для пошуку оптимальних рішень	ПР 08
Будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач	ПР 09
Вміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних і символьних алгоритмів.	ПР 11

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	ПР 01
Формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів	ПР 08, ПР09
Здатність будувати математично коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів	ПР 11
Демонструвати навички та здібності проектування та розробки прикладного програмного забезпечення	ПР 11
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	ПР 02, ПР05
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	ПР 02, ПР05

диференціальних рівнянь	
Вміти розв'язувати задачі, розробляти або адаптувати існуючі алгоритми для подальшої програмної реалізації чисельних методів.	ПР 11
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.	ПР 09
Здатність досліджувати коректність задач, оцінювати похибки обчислень.	ПР09

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

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

Форми (методи) контролю та критерії оцінювання результатів навчання

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

Форма модульного контролю: письмова контрольна робота.

Форми підсумкового семестрового контролю: залік, 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	50	100
4	4	4	6	6	6	5	5	5	5		

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	50	100
7	7	5	5	5	5	5	5	6		

T1, T2 ... – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 3)

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	50	100
6	6	7	7	4	4	5	5	6		

T1, T2 ... – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 4)

Поточне оцінювання та самостійна робота							Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	50	100
5	5	10	10	6	7	7		

T1, T2 ... – теми

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3		Модуль 4	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	2	40	2	40	2	40	2	40
Презентація результатів	2	10	2	10	2	10	2	10
Модульна контрольна робота	1	50	1	40	1	50	1	50
Разом		100		100		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 (письмово); другий – практичні завдання (із застосуванням комп'ютерів). 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

Залікова методика оцінювання. За результатами модульних контролів визначається підсумкова модульна оцінка. Залікова та екзаменаційна оцінка визначається в залежності від рейтингового балу, або балів за залік та екзамен.

До складання заліку 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, підсумкова модульна оцінка якого складає від 0 до 34 балів, зобов'язаний покращити її до початку підсумкового семестрового контролю під час чергування викладачів на кафедрі у строки, визначені викладачем дисципліни та погоджені деканатом факультету. В протилежному випадку, здобувач не допускається до заліку і у нього виникає академічна заборгованість.

Залік з навчальної дисципліни здобувач вищої освіти може не складати, якщо він успішно пройшов усі модульні контролю та його влаштовує підсумкова модульна оцінка. Здобувачі вищої освіти, підсумкова модульна оцінка яких становить від 35 до 59, залік складають обов'язково. Здобувач освіти може підвищити на заліку рейтинговий бал, при цьому, за результатами складання заліку оцінка не може бути менша за підсумкову модульну оцінку, яку він отримав за результатами модульних контролів у 5-му семестрі.

Залік проводиться в усній формі. На залік виносяться практичні завдання в обсязі навчального матеріалу за 5-й семестр. Оцінювання результатів навчання на заліку здійснюється за 100-бальною шкалою. Оцінка за залік вноситься у відомість обліку успішності.

Екзаменаційна методика оцінювання. До складання екзамену допускаються здобувачі вищої освіти, які мають підсумковий доекзаменаційний рейтинговий бал не менше 35 і, яким зараховано всі лабораторні роботи за 6-й семестр. Підсумкова рейтингова доекзаменаційна оцінка визначається як середнє арифметичне підсумкової залікової оцінки за 5-й семестр та підсумкової модульної оцінки за 6-й 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 складати, якщо він успішно пройшов усі модульні контролю та його влаштовує підсумкова доекзаменаційна рейтингова оцінка за навчальний рік. 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 виносяться навчальний матеріал обох семестрів. Екзаменаційний білет складається з двох теоретичних питань (як правило, одне питання з 5-го семестру, друге – з 6-го семестру) 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, А)** 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, В)** 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, С)** 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 програмового 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 програмового 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. Умови застосування методу Гауса. Теорема про LU-розклад.

Тема 3. Обчислення детермінанта матриці та знаходження оберненої матриці.

Тема 4. Вплив похибок заокруглення при застосуванні методу Гауса для розв'язання систем лінійних рівнянь. Погано обумовлені матриці. Число обумовленості.

Тема 5. Метод квадратного кореня. Метод прогонки.

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

Модуль 2

Змістовний модуль 1. 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. Побудова кубічного сплайну.

Змістовний модуль 2. 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 3

Змістовний модуль 1. Чисельне диференціювання функцій

Тема 1. Чисельне диференціювання. Некоректність задачі чисельного диференціювання.

Тема 2. Формули чисельного диференціювання на основі інтерполяційних поліномів. Похибки формул чисельного диференціювання.

Змістовний модуль 2. 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 3. 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.

Модуль 4

Змістовний модуль 1. 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.

Змістовний модуль 2. Різницеві методи розв'язування задач математичної фізики.

Тема 1. Різницевий оператор Лапласа. Приклади різницевих апроксимацій.

Тема 2. Різницеві схеми для рівняння теплопровідності із сталими коефіцієнтами. Явна різницева схеми. Похибка різницевої схеми.

Тема 3. Чисто неявна різницева схема. Шеститочкова та трьохрівнева різницеві схеми для рівняння теплопровідності. Стійкість різницевих схем.

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
7 семестр						
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Математичне моделювання. Чисельні методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь						
Тема 1. Математичне моделювання. Чисельний експеримент.	2	1				1
Тема 2. Теорія похибок. Види похибок	4	1		2		1
Разом за змістовий модуль 1	6	2		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. Умови застосування методу Гауса. Теорема про LU-розклад.	1	1				
Тема 3. Обчислення детермінанта матриці та знаходження оберненої матриці.	7	2		2		3
Тема 4. Вплив похибок заокруглення при застосуванні методу Гауса для розв'язання систем лінійних рівнянь. Погано обумовлені матриці. Число обумовленості.	5	2		1		2
Тема 5. Метод квадратного кореня. Метод прогонки.	1	1				
Разом за змістовий модуль 2	20	8		5		7
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		4		2
Тема 2. Збіжність ітераційних методів. Достатні	4	2				2

умови збіжності. Необхідні і достатні умови збіжності.						
Тема 3. Многочлени Чебишова I роду. Ітераційні методи з чебишовським набором параметрів	7	2		1		4
Разом за змістовий модуль 3	19	6		5		8
Модульна контрольна робота № 1	2	2				
Усього годин	47	18		12		17
Модуль 2						
Змістовний модуль 1. Інтерполяція функцій						
Тема 1. Наближення функцій алгебраїчними многочленами. Узагальнений інтерполяційний многочлен.	11	1		4		6
Тема 2. Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Розділені і скінчені різниці. Інтерполяційні формули Ньютона.	11	1		4		6
Тема 3. Залишковий член інтерполяційної формули. Збіжність процесу інтерполювання. Похибка інтерполювання	12	2		2		8
Тема 4. Інтерполяція раціональними функціями. Дробово-лінійна інтерполяція функцій.	8					8
Тема 5. Інтерполювання сплайнами	6					6
Разом за змістовий модуль 1	48	4		10		34
Змістовний модуль 2. Чисельне інтегрування функцій						
Тема 1. Чисельне інтегрування. Формули прямокутників, трапецій, Сімпсона та їх похибки.	8	2		4		2
Тема 2. Апостеріорна оцінка похибки формул чисельного інтегрування методом Рунге.	6	1		2		3
Тема 3. Квадратурні формули інтерполяційного типу. Формули Ньютона-Котеса.	5	1		2		2
Тема 4. Квадратурні формули найвищого алгебраїчного степеня точності. Формули Гауса.	4	2				2
Разом за змістовий модуль 2	23	6		8		9
Модульна контрольна робота № 2	2	2				
Усього за модуль 2	73	12		18		43
Залік						
Усього годин	120	30		30		60
Семестр 8						
Модуль 3						
Змістовний модуль 1. Середньоквадратичне наближення функцій						
Тема 1. Постановка задачі середньоквадратичного наближення. Точкове середньоквадратичне наближення функцій.	10	2		2		6
Тема 2. Середньоквадратичне наближення функцій заданих аналітично.	12	2		4		6
Тема 3. Ортогональні многочлени. Властивості ортогональних многочленів. Середньоквадратичне наближення системою ортогональних многочленів.	12	2		4		6
Разом за змістовий модуль 1	34	6		10		18
Змістовний модуль 2. Чисельне диференціювання функцій						
Тема 1. Чисельне диференціювання.	6	1				5

Некоректність задачі чисельного диференціювання.						
Тема 2. Формули чисельного диференціювання на основі інтерполяційних поліномів. Похибки формул чисельного диференціювання.	6	1				5
Разом за змістовий модуль 2	12	2				10
Змістовний модуль 3. 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.	9	2		3		4
Тема 3. Дослідження збіжності ітераційних методів. Збіжність методу простих ітерацій та Ньютона.	6	2				4
Тема 4. Ітераційні методи розв'язання систем нелінійних рівнянь. Метод релаксації. Метод Ньютона та його модифікації. Нелінійний метод Якобі і Зейделя.	10	2		4		4
Разом за змістовий модуль 3	29	7		8		14
Усього за модуль 3	75	15		18		42
Модульна контрольна робота № 3	2	2				
Усього годин	77	17		18		42
Модуль 4						
Змістовний модуль 1. 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.	4	1		1		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.	5	2		1		2
Разом за змістовий модуль 1	23	7		6		10
Змістовний модуль 2. Різницеві методи розв'язування задач математичної фізики.						
Тема 1. Різницевий оператор Лапласа. Приклади різницевих апроксимацій.	3	1				2
Тема 2. Різницеві схеми для рівняння теплопровідності із сталими коефіцієнтами. Явна різницева схеми. Похибка різницевої схеми.	8	2		2		4
Тема 3. Чисто неявна різницева схема. Шеститочкова та трьохрівнева різницеві схеми для рівняння теплопровідності. Стійкість різницевих схем.	7	1		2		4

Разом за змістовий модуль 2	18	4		4		10
Модульна контрольна робота № 4	2	2				
Усього за модуль 4	43	13		10		20
Усього годин	120	30		28		62
Усього за рік	240	60		58		122

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	8
2	Розв'язання систем лінійних рівнянь ітераційними методами.	8
3	Наближення функцій. Інтерполювання алгебраїчними поліномами. Інтерполяційні формули Лагранжа та Ньютона	6
4	Чисельне інтегрування функцій. Квадратурні формули прямокутників, трапецій, Сімпсона	6
5	Середньоквадратичне наближення функцій	6
6	Методи розв'язання нелінійних рівнянь та систем нелінійних рівнянь	6
7	Чисельні методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь	6
8	Різницьові методи розв'язування задач математичної фізики	4

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.	3
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	2
6	Збіжність ітераційних методів. Достатні умови збіжності. Необхідні і достатні умови збіжності.	2
7	Многочлени Чебишева на проміжку $[a, b]$. Властивості многочленів Чебишева.	4
8	Наближення функцій алгебраїчними многочленами. Узагальнений інтерполяційний многочлен.	6
9	Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Розділені і скінчені різниці. Інтерполяційні формули Ньютона.	6
10	Залишковий член інтерполяційної формули. Збіжність процесу інтерполювання. Похибка інтерполювання	8
11	Дробово-лінійна інтерполяція	8
12	Інтерполяція сплайнами	6
13	Квадратурна формула трьох восьмих	3
14	Обчислення кратних інтегралів.	6
15	Постановка задачі середньо-квадратичне наближення. Точкове середньоквадратичне наближення функцій.	6

16	Середньоквадратичне наближення функцій заданих аналітично на проміжку.	6
17	Ортогональні многочлени. Властивості ортогональних многочленів. Середньоквадратичне наближення системою ортогональних многочленів.	6
18	Використання інтерполяції при чисельному диференціюванні	10
19	Багатокрокові ітераційні методи уточнення коренів нелінійних рівнянь	6
20	Гібридні методи розв'язування систем нелінійних рівнянь	8
21	Методи Рунге-Кутта вищих порядків	2
22	Багатокрокові методи Адамса розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь	3
23	Розв'язування систем диференціальних рівнянь	5
24	Різницьові методи розв'язання змішаної задачі для рівнянь параболічного та еліптичного типу	10
	Разом	122

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. Бахвалов Н.С. Численные методы . – М.: Наука, 1975. – 600 с.
2. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. В 2 т. – М.: ГИФМЛ, 1962. – Т. 1. – 464 с.
3. Гаврилюк І.П., Макаров В.Л. Методи обчислень. У 2 ч. – К.; Вища школа, 1995. – Ч. 1. – 367 с.
4. Краскевич В.Е., Зеленский К.Х., Гречко В.И. Численные методы в инженерных исследованиях. – К.: Вища школа ГИИО, 1986. – 263 с.
5. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы: Учеб. пособие для вузов. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1989. – 432 с.
6. Цегелик Г.Г. Чисельні методи: Підручник. – Львів: Видавничий центр Львівського національного університету імені Івана Франка, 2004. – 408 с.
7. Шахно С.М., Дудикевич А.Т., Левицька С.М. Практикум з чисельних методів. - Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2013. — 434 с.

Допоміжна література

1. Воробьева Г.И., Данилова А.Н. Практикум по вычислительной математике. – М.: Высшая школа, 1990. – 208 с.
2. Положий Г.Н., Пахарева Н.А., Степаненко И.З., Бондаренко И.С., Великоиваненко И.М. Математический практикум / Под ред. Г.Н. Положего. – М.: Гос. издательство физ.-мат. л-ры, 1960. – 512 с.
3. Пагіря М.М., Варга С.С., Кочіш В.М. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Методи обчислень» Ч. I. Інтерполювання функцій. – Ужгород, УжДУ, 1999. – 12 с.

4. Пагіря М.М., Варга С.С., Кочіш В.М. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Методи обчислень» Ч. II. Середньоквадратичне наближення функцій. – Ужгород, УжДУ, 2000. – 17 с.
5. Пагіря М.М., Варга С.С., Кочіш В.М. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Методи обчислень» Ч. III. Чисельне диференціювання функцій. – Ужгород, УжДУ, 2000. – 18 с.
6. Кочіш В.М., Штимак А.Ю., Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Методи обчислень» Ч. IV. Чисельне інтегрування функцій. – Ужгород, 2008. – 19 с.
7. Глебена М.І., Штимак А.Ю. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Методи обчислень» Ч. V. Ітераційні методи розв'язування нелінійних рівнянь та їх систем. – Ужгород, 2010. – 27 с.
8. Глебена М.І., Штимак А.Ю. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Методи обчислень» Ч. VI. Чисельні методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. – Ужгород, 2019. – 25 с.
9. Глебена М.І., Штимак А.Ю., Різницеві схеми для рівняння теплопровідності (методичні вказівки до курсу «Чисельні методи математичної фізики») - Ужгород, 2015. – 22с.