

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра обчислювальної математики

Затверджено

На засіданні
кафедри обчислювальної математики
факультету прикладної математики та
інформатики
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 7 від 24.06 2025 р.)



Завідувач кафедри

 Роман ХАПКО

Силабус з навчальної дисципліни
«Числові методи»,
що викладається в межах ОПП «Системний аналіз і управління.
Інтелектуальний аналіз даних»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 124 Системний аналіз

Львів 2025 р.

Назва дисципліни	Числові методи
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики Кафедра обчислювальної математики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – інформаційні технології 124 – системний аналіз
Викладачі дисципліни	Ярмола Галина Петрівна, доцент кафедри обчислювальної математики, Недашківська Анастасія Миколаївна, доцент кафедри обчислювальної математики, Шевчук Сава Павлович, доцент кафедри математичного моделювання соціально-економічних процесів, Фундак Леся Ігорівна, асистент кафедри математичного моделювання соціально-економічних процесів
Контактна інформація викладачів	halyna.yarmola@lnu.edu.ua ; https://ami.lnu.edu.ua/employee/yarmola ; anastasiya.nedashkovska@lnu.edu.ua , https://ami.lnu.edu.ua/employee/nedashkovska ; sava.shevchuk@lnu.edu.ua ; lesya.fundak@lnu.edu.ua ; https://ami.lnu.edu.ua/employee/fundak ; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 262, 361. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю).
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/course/numerical-methods-system-analysis
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Числові методи» є нормативною дисципліною з спеціальності 124 – системний аналіз для освітньої програми «Системний аналіз і управління. Інтелектуальний аналіз даних», яка викладається в 5-му семестрі (4 кредити ECTS) і 6-му семестрі (3 кредити ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс розроблено таким чином, щоб ознайомити студентів з підходами до побудови числових методів для розв’язування різних класів задач, аналізом їх збіжності та похибки та роз’яснити нюанси реалізації алгоритмів розглянутих методів.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення нормативної дисципліни «Числові методи» є освоєння студентами основ побудови, аналізу і застосування числових методів для розв’язування різних класів задач та принципів їх програмної реалізації.
Література для вивчення	Основна література 1. Kress R. Numerical analysis. – New York: Springer, 1998.

<p>дисципліни</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Quarteroni A., Sacco R., Saleri F. Numerical Mathematics. – New York, Springer-Verlag, 2000. 3. Гаврилюк І.П., Макаров В.Л. Методи обчислень. – К.: Вища школа, 1995. – Ч.1, Ч.2. 4. Костюшко І.А., Любашенко Н.Д., Третиник В.В. Методи обчислень: підручник. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 243 с. 5. Кутнів М.В., Пізюр Я.В. Чисельні методи: Підручник. – Львів: Видавництво «Растр-7», 2024. – 278 с. 6. Цегелик Г.Г. Чисельні методи: Підручник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 408 с. <p>Додаткова література</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Sauer T. Numerical Analysis. Pearson, 2012. – 622р. 8. Шахно С.М., Дудикевич А.Т., Левицька С.М. Практикум з чисельних методів. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 434 с. 9. Гончаров О. А. Чисельні методи розв’язання прикладних задач: навч. посіб. / О. А. Гончаров, Л. В. Васильєва, А. М. Юнда. – Суми: Сумський державний університет, 2020. – 142 с.
<p>Обсяг курсу</p>	<p>Загальний обсяг:</p> <p>5 семестр, 120 годин (аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекцій та 32 години лабораторних робіт; самостійної роботи: 56 год.).</p> <p>6 семестр, 90 годин (аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекцій та 32 години лабораторних робіт; самостійної роботи: 26 год.).</p>
<p>Очікувані результати навчання</p>	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <p>Знати основні числові методи:</p> <ul style="list-style-type: none"> – інтерполяції та апроксимації функцій; – чисельного диференціювання; – інтегрування; – розв’язування нелінійних задач, – розв’язування початкових і крайових задач та інтегральних рівнянь. <p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> – застосувати вивчені методи для розв’язування конкретних задач; – реалізувати (програмно) алгоритми вивчених методів. <p>Курс забезпечує набуття таких компетентностей та програмних результатів навчання:</p> <p>Загальні компетентності:</p> <p>К14. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт</p> <p>Спеціальні компетентності:</p> <p>К18. Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів.</p> <p>Програмні результати навчання:</p> <p>ПР04. 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.</p> <p>ПР14. Розуміти і застосовувати на практиці методи статистичного моделювання і прогнозування, оцінювати вихідні дані.</p>

Ключові слова	Інтерполяція, поліном у формі Лагранжа і Ньютона, елемент найкращого наближення, сплайн-інтерполяція, квадратурні формули, скінченні різниці, метод простої ітерації, метод Ньютона, одно- та багатокрокові методи для задач Коші, метод стрільби, різницевий метод, проєкційно-варіаційні методи для ЗДР, методи Нистрьома та колокації, метод сіток для еліптичних задач, методи Рунге для нестационарних задач.					
Формат курсу	Очний.					
Теми	Подано нижче у таблиці Схема курсу «Числові методи»					
Підсумковий контроль, форма	5 семестр – залік; 6 семестр – іспит.					
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з - Математичного аналізу; - Алгебри; - Диференціальних рівнянь; - Функціонального аналізу; - Чисельних методів лінійної алгебри; - Програмування.					
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції (лекція-розповідь, лекція-бесіда). Індивідуальні завдання.					
Необхідне обладнання	Комп'ютер із необхідним програмним забезпеченням (наприклад, Visual Studio), доступ до Internet мережі.					
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.					
	Оцінка за шкалою ECTS		Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		
				Іспит, диференційований залік		
				залік		
	A	Відмінно	100 - 90	Відмінно	5	зараховано
	B	Дуже добре	81 - 89	Добре	4	
	C	Добре	71 - 80			
	D	Задовільно	61 - 70	Задовільно	3	
E	Достатньо	51 - 60				
FX (F)	Незадовільно	0 - 50	Незадовільно	2	не зараховано	
Бали нараховуються за наступним співвідношенням:						
5 семестр:						
<ul style="list-style-type: none"> індивідуальні завдання (програми): 40% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 40 (ІЗ № 1, 3, 4 – по 10 б., ІЗ № 2, 5 – по 5 б.); контрольна робота (практика): 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 20 (4 задачі по 5б); колоквіум: 40% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 40 						

(3 теоретичні питання по 5б і 25 тестових завдань по 1 б.);
Підсумкова максимальна кількість балів 100.

6 семестр:

- індивідуальні завдання (програми): 30% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 30 (6 ІЗ по 5 б.);
- контрольна робота (практика): 10% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 10 (2 задачі по 5 б.);
- колоквиум: 10% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 10 (2 теоретичні питання по 5б. або 10 тестових завдань по 0.5 б. і 1 теоретичне питання на 5б.);
- іспит: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50 (20 тестових завдань по 1б., 5 завдань (на які потрібно дати коротку відповідь) по 2б.; 2 задачі по 5б., 1 теоретичне питання на 10 б. або 5 теоретичних/практичних завдань по 10 б.).

Підсумкова максимальна кількість балів 100.

Критерії оцінювання індивідуальних завдань:

5/10 балів	Критерії оцінювання
5балів / 10балів	студент повністю виконав умови завдання, алгоритм реалізовано правильно, відповідає на всі запитання, пов'язані з тематикою завдання, проводить чіткий аналіз та порівняння отриманих результатів;
4 бали / 8-9балів	студент повністю виконав умови завдання, на деякі запитання, алгоритм реалізовано правильно, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з незначними неточностями, проводить аналіз отриманих результатів з незначними неточностями;
3 бали / 6-7 балів	студент виконав завдання з незначними помилками, але самостійно їх виправляє, якщо на них вкаже викладач, на деякі запитання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з неточностями, проводить аналіз отриманих результатів з неточностями;
2 бали / 4-5 балів	студент виконав завдання частково, алгоритм реалізовано з помилками, які частково може виправити, якщо на них вкаже викладач, на запитання відповідає з помилками, проводить аналіз отриманих результатів з помилками;
1 бал / 1-3 бали	студент виконав завдання частково або з грубими помилками, які самостійно не може виправити, переважно не відповідає на запитання;
0 балів	студент не виконав завдання.

Критерії оцінювання тестових завдань:

1 бал / 0.5 бала: відповідь на завдання правильна;

0 балів: відповідь на завдання неправильна.

Критерії оцінювання завдань з короткою відповіддю:

2 бали: відповідь на завдання правильна;

1 бал: відповідь на завдання частково правильна;

0 балів: відповідь на завдання неправильна.

Критерії оцінювання задач, теоретичних/практичних завдань:

Колоквіум / Іспит (5балів)	Іспит (10балів)	Критерії оцінювання
5 балів	10 балів	студент правильно виконав практичне завдання; вільно володіє навчальним матеріалом, чітко розкриває зміст теоретичних питань;
4 бали	7-9 балів	студент виконав завдання з незначними помилками (на кінцевому етапі), але алгоритм розв'язування знає і вміє його застосовувати; добре володіє навчальним матеріалом, розкриває повністю зміст теоретичних питань з незначними неточностями;
3 бали	4-6 балів	студент виконав завдання з помилками, алгоритм виконання, в основному, знає; володіє навчальним матеріалом на достатньому рівні, розкриває зміст теоретичних питань невичерпно та з неточностями, виникають труднощі під час аналізу матеріалу;
1-2 бали	1-3 бали	студент виконав лише частину завдання або зі значними помилками; частково знає теоретичний матеріал (основні поняття, твердження, нескладні алгоритми), розкриває зміст питань зі значними помилками;
0 балів		студент не володіє навчальним матеріалом і не виконав завдання.

Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботах студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні зайняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів письмових робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.

Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно,

	<p>буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані за індивідуальні завдання, контрольну роботу та колоквіум (а також бали набрані на іспиті – у 6-му семестрі). При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p>Питання до колоквіуму та іспиту</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Інтерполяційні поліноми Лагранжа, Ньютона, Ерміта. Похибка інтерполювання. 2. Тригонометричне інтерполювання. 3. Інтерполяція сплайнами. 4. Елемент найкращого наближення у нормованих просторах. 5. Чисельне диференціювання. 6. Квадратурні формули Ньютона-Котеса, Гаусса. 7. Методи розв'язування одного нелінійного рівняння. 8. Методи розв'язування нелінійних систем. 9. Методи Ейлера, Хойна, Рунге-Кутта для задачі Коші для ЗДР. 10. Методи Адамса для задачі Коші для ЗДР. 11. Метод стрільби та варіації сталих для крайових задач. 12. Метод сіток для крайових задач. 13. Проекційні та варіаційні методи для крайових задач. 14. Методи Нистрьома та колокації для розв'язування інтегральних рівнянь. 15. Методи розв'язування задач для рівнянь в частинних похідних.
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

Схема курсу «Числові методи»

Семестр 5

Тиждень	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання, год.	Термін виконання
1	Тема 1. Предмет чисельних методів. Інтерполяція. Постановка задачі. Існування і єдиність розв'язку. Інтерполяція алгебраїчними поліномами.	лекція (2 год.)	[2,3]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень
	Інтерполяція алгебраїчними поліномами: постановка задачі; способи побудови інтерполяційних поліномів, вигляд інтерполяційного полінома у формі Лагранжа. Розв'язування задач.	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
2	Тема 2. Інтерполяція алгебраїчними поліномами. Інтерполяційні поліноми у формах Лагранжа і Ньютона. Похибка інтерполювання. Вузли Чебишева. Інтерполяційний поліном Ерміта	лекція (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень
	Інтерполяція алгебраїчними поліномами: вигляд інтерполяційного полінома у формі Ньютона. Рівновіддалені вузли, вузли Чебишева. Розв'язування задач. Алгоритми обчислення поліномів Лагранжа і Ньютона. <i>(Індивідуальне завдання №1. Написати процедуру для обчислення інтерполяційного полінома у формі Лагранжа і Ньютона (довільні вузли))</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[1,2,4,5]	Виконання завдання ІЗ № 1 (5год.)	під час заняття 1 тиждень
3	Тема 3. Тригонометричне інтерполювання. Простір тригонометричних поліномів. Інтерполяційний поліном у формі Лагранжа. Випадок рівновіддалених вузлів. Швидке дискретне перетворення Фур'є.	лекція (2 год.)	[1,6]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень
	<i>Інтерполяція алгебраїчними поліномами:</i> Оцінка похибки. Задача оберненого інтерполювання. <i>Здача індивідуального завдання №1</i>	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
4	Тема 4. Сплайн-інтерполяція. Кусково-поліноміальна інтерполяція Простір сплайнів. Інтерполяція сплайнами. Існування і єдиність.	лекція (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень
	Інтерполяція тригонометричними	лабораторне	[1,6]	Виконання	під час

	<p>поліномами: побудова тригонометричних інтерполяційних поліномів у випадку довільних та рівновіддалених вузлів (парна і непарна кількість). Алгоритм програми.</p> <p><i>(Індивідуальне завдання №2. Написати процедуру для обчислення тригонометричного інтерполяційного полінома у випадку парної (непарної) кількості рівновіддалених вузлів)</i></p>	заняття (2 год.)		завдання ІЗ № 2 (5год.)	заняття 1 тиждень
5	<p>Тема 5. Сплайн-інтерполяція. Існування і єдиність. Аналіз похибки.</p>	лекція (2 год.)	[1-3, 6]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень
	<p>Інтерполяція періодичних функцій. <i>Здача індивідуального завдання №2</i></p>	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
6	<p>Тема 6. Сплайн-інтерполяція. В-сплайни.</p>	лекція (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень
	<p>Кусково-лінійне і кусково-квадратичне інтерполювання, сплайни з дефектом.</p>	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
7	<p>Тема 7. Апроксимація у нормованих просторах. Постановка задачі. Існування і єдиність розв'язку. Апроксимація в гільбертових просторах.</p>	лекція (2 год.)	[3,6]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень
	<p>Сплайн-інтерполяція: В-сплайни. Алгоритми програми. <i>(Індивідуальне завдання №3. Написати процедуру для побудови лінійного та кубічного інтерполяційного сплайнів для заданої функції з використанням відповідних В-сплайнів)</i></p>	лабораторне заняття (2 год.)	[1,2]	Виконання завдання ІЗ № 3 (5год.)	під час заняття 1 тиждень
8	<p>Тема 8. Апроксимація в гільбертових просторах.</p>	лекція (2 год.)	[3,6]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень
	<p>Сплайн-інтерполяція <i>Здача індивідуального завдання №3</i></p>	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
9	<p>Тема 9. Апроксимація в гільбертових просторах. Середньо-квадратичне наближення алгебраїчними поліномами: неперервний і дискретний випадки. Ортогональні поліноми.</p>	лекція (2 год.)	[3,6]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень

	Середньо-квадратичне наближення алгебраїчними многочленами: неперервний і дискретний випадки.	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
10	Тема 10. Апроксимація у нормованих просторах. Наближене розв'язування перевизначених систем лінійних рівнянь. Найкраще рівномірне наближення. Чисельне диференціювання.	лекція (2 год.)	[3,4]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень
	Найкраще рівномірне наближення. Перевизначені системи. Обчислення нев'язки. Алгоритми програм. <i>(Індивідуальне завдання №4. Написати процедуру для побудови дискретного середньо-квадратичного наближення функції у вигляді полінома заданого степеня)</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[3,4,6]	Виконання завдання ІЗ № 4 (5год.)	під час заняття 1 тиждень
11	Тема 11. Чисельне інтегрування: постановка задачі. Квадратурні формули інтерполяційного типу. Квадратурні формули Ньютона-Котеса.	лекція (2 год.)	[1-3, 5-6]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень
	Прості квадратури Ньютона-Котеса (ф-ли середніх прямокутників, трапецій і Сімпсона). <i>Здача індивідуального завдання №4</i>	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
12	Тема 12. Прості і складені формули прямокутників, трапецій і Сімпсона. Представлення похибки. Збіжність квадратурних формул	лекція (2 год.)	[1-3, 5-6]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень
	Складені квадратури Ньютона-Котеса (ф-ли середніх прямокутників, трапецій і Сімпсона).	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
13	Тема 13. Квадратурні формули Гаусса. Спосіб побудови. Оцінка похибки. Формули Гаусса-Лежандра і Гаусса-Чебишева. Обчислення невластних інтегралів.	лекція (2 год.)	[1,2,6]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень
	Квадратурні формули Гаусса. Алгоритм обчислення наближеного значення інтегралу із заданою точністю. <i>(Індивідуальне завдання №5. Написати процедуру для обчислення інтегралів із заданою точністю (із ітераційною обробкою) за квадратурними формулами)</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[1,2,4]	Виконання завдання ІЗ № 5 (4год.)	під час заняття 1 тиждень

	<i>(середніх прямокутників, трапецій або Сімпсона))</i>				
14	Тема 14. Чисельне розв'язування нелінійних рівнянь. Відокремлення коренів. Геометричні міркування. Метод Ньютона і його збіжність.	лекція (2 год.)	[1,6]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень
	Використання скінченних різниць для наближеного обчислення похідних першого і другого порядку. <i>Здача індивідуального завдання №5</i>	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
15	Тема 15. Чисельне розв'язування нелінійних рівнянь. Метод простої ітерації..	лекція (2 год.)	[2,4-6]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень
	Контрольна робота (практика)	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
16	Тема 16. Чисельне розв'язування систем нелінійних рівнянь. Метод простих ітерацій, метод Ньютона і його модифікації. Збіжність методів.	лекція (2 год.)	[1,2,4]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 год.)	1 тиждень
	Колоквіум	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття

Семестр 6

Тиждень	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання, год.	Термін виконання
1	Тема 1. Чисельне розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР). Постановка задачі та її коректність. Методи Пікара і рядів Тейлора.	лекція (2 год.)	[1, 2]	Опрацювання лекційного матеріалу (1 год.)	1 тиждень
	Чисельне розв'язування нелінійних рівнянь. Відокремлення коренів. Метод хорд, січних, дотичних. Вибір початкового наближення. Розв'язування задач.	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
2	Тема 2. Чисельне розв'язування задачі Коші для ЗДР. Однокрокові методи (м-ди Ейлера, предиктор-коректор).	лекція (2 год.)	[1, 2]	Опрацювання лекційного матеріалу (1 год.)	1 тиждень
	Чисельне розв'язування нелінійних рівнянь. Метод простої ітерації. Розв'язування задач. Алгоритми методів <i>(Індивідуальне завдання №1. Реалізувати методи розв'язування</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[1, 2, 4, 5]	Виконання завдання ІЗ № 1 (2год.)	під час заняття 1 тиждень

	<i>одного нелінійного рівняння (прості ітерації, хорд, дотичних).</i>				
	Тема 3. Чисельне розв'язування задачі Коші для ЗДР. Апроксимаційність, стійкість і збіжність однокрокових методів. Оцінка похибки. Чисельне розв'язування систем нелінійних рівнянь. Метод Ньютона, вибір початкового наближення. Розв'язування задач. <i>Задача індивідуального завдання №1.</i>	лекція (2 год.)	[1, 2]	Опрацювання лекційного матеріалу (1 год.)	1 тиждень
		лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
4	Тема 4. Чисельне розв'язування задачі Коші для ЗДР: методи Рунге-Кутта. Чисельне розв'язування систем нелінійних рівнянь. Алгоритм методу Ньютона. Метод простих ітерацій. <i>(Індивідуальне завдання №2. Реалізувати метод Ньютона для розв'язування нелінійних систем з двома рівняннями.)</i>	лекція (2 год.)	[1, 2]	Опрацювання лекційного матеріалу (1 год.)	1 тиждень
		лабораторне заняття (2 год.)		Виконання завдання ІЗ № 2 (2год.)	під час заняття 1 тиждень
5	Тема 5. Чисельне розв'язування задачі Коші для ЗДР. Багатокрокові методи (м-ди Адамса-Мултона і Адамса-Башфорта). Апроксимаційність, стійкість і збіжність однокрокових методів. Оцінка похибки. Чисельне розв'язування задачі Коші для ЗДР 1-го порядку: метод Ейлера, похибка методу. <i>Задача індивідуального завдання №2.</i>	лекція (2 год.)	[1, 2]	Опрацювання лекційного матеріалу (1 год.)	1 тиждень
		лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
6	Тема 6. Чисельне розв'язування задачі Коші для ЗДР вищих порядків та систем ДР 1-го порядку. Чисельне розв'язування жорстких задач. Метод Гіра. Методи предиктор-коректор. Чисельне розв'язування задачі Коші для ЗДР 1-го порядку: метод предиктор-коректор, методи Рунге-Кутта, похибки методів. Алгоритми методів. <i>(Індивідуальне завдання №3. Реалізувати метод Ейлера, Хойна для задачі Коші для ДР 1-го порядку та системи ДР 1-го порядку.)</i>	лекція (2 год.)	[2-5]	Опрацювання лекційного матеріалу (1 год.)	1 тиждень
		лабораторне заняття (2 год.)		Виконання завдання ІЗ № 3 (2год.)	під час заняття 2 тижні

7	Тема 7. Чисельне розв'язування крайових задач. Методи зведення до задач Коші (методи стрільби, варіації сталих, диференціальної прогонки).	лекція (2 год.)	[1, 3, 5, 6]	Опрацювання лекційного матеріалу (1 год.)	1 тиждень
	Чисельне розв'язування задачі Коші для ЗДР вищих порядків та систем ЗДР 1-го порядку. <i>(Індивідуальне завдання №4. Реалізувати методи Рунге-Кутта для задачі Коші для ДР 1-го порядку та системи ДР 1-го порядку.)</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[1, 2, 4, 5]	Виконання завдання ІЗ № 4 (2год.)	під час заняття 2 тижні
8	Тема 8. Чисельне розв'язування крайових задач. Метод скінчених різниць. Апроксимаційність, стійкість і збіжність однокрокових методів. Оцінка похибки.	лекція (2 год.)	[1-3, 5, 6]	Опрацювання лекційного матеріалу (1 год.)	1 тиждень
	Різницеві рівняння. <i>Здача індивідуального завдання №3.</i>	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
9	Тема 9. Чисельне розв'язування крайових задач. Варіаційні методи. Еквівалентність диференціальної і варіаційної задач.	лекція (2 год.)	[1-3, 5, 6]		1 тиждень
	Багатокрокові методи (явні та неявні), способи задання стартових значень. <i>Здача індивідуального завдання №4.</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[1, 2]		під час заняття
10	Тема 9. Чисельне розв'язування крайових задач. Метод Рітца і його збіжність. Метод найменших квадратів.	лекція (2 год.)	[1-3, 5,6]	Опрацювання лекційного матеріалу (1 год.)	1 тиждень
	Особливості програмної реалізації неявних багатокрокових методів для розв'язування задач Коші. <i>(Індивідуальне завдання №5. Реалізувати неявний багатокроковий метод для задачі Коші для ДР 1-го порядку)</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[3,6]	Виконання завдання ІЗ № 5 (2год.)	під час заняття 2 тижні
11	Тема 10. Чисельне розв'язування крайових задач. Проекційні методи. Методи зважених нев'язок (поточкова колокація, колокація по під-областях, методи Гальоркіна і моментів). Метод скінченних елементів. Аналіз збіжності і похибки.	лекція (2 год.)	[1]	Опрацювання лекційного матеріалу (1 год.)	1 тиждень
	Чисельне розв'язування крайових задач: методи стрільби, варіації сталих і сіток, варіаційні методи	лабораторне заняття (2 год.)	[1, 2, 4]	Виконання завдання ІЗ № 6 (2год.)	під час заняття

	<i>(Індивідуальне завдання № 6. Реалізувати метод сіток для розв'язування крайової задачі.)</i>				3 тижні
12	Тема 11. Чисельне розв'язування інтегральних рівнянь. Коректність IP другого роду. Теорія Рісса-Шаудера. Апроксимація операторів. Випадки рівномірної та поточної збіжності	лекція (2 год.)	[1]		1 тиждень
	Чисельне розв'язування крайових задач: проєкційні методи. <i>Задача індивідуального завдання №5.</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[1,2]		під час заняття
13	Тема 13. Чисельне розв'язування інтегральних рівнянь. Метод Нистрьома та метод колокації. Алгоритми методів, збіжність та оцінка похибки.	лекція (2 год.)	[2]	Опрацювання лекційного матеріалу (1 год.)	1 тиждень
	Чисельне розв'язування інтегральних рівнянь. Метод Нистрьома . Чисельне розв'язування граничних задач для рівнянь в частинних похідних: різницеві методи	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
14	Тема 14. Чисельне розв'язування граничних задач для рівнянь в частинних похідних. Задачі для рівнянь еліптичного. Метод сіток. Збіжність і оцінка похибки	лекція (2 год.)	[2]	Опрацювання лекційного матеріалу (1 год.)	1 тиждень
	<i>Задача індивідуального завдання №6.</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[3,6]		під час заняття
15	Тема 15. Чисельне розв'язування граничних задач для рівнянь в частинних похідних. Початково-крайові задачі для рівнянь параболічного і гіперболічного типів. Методи Роте.	лекція (2 год.)	[2,3]	Опрацювання лекційного матеріалу (1 год.)	1 тиждень
	Контрольна робота (практика)	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
16	Тема 16. Чисельне розв'язування граничних задач для рівнянь в частинних похідних. Початково-крайові задачі для рівнянь параболічного і гіперболічного типів. Явні і неявні схеми методу сіток. Стійкість і збіжність.	лекція (2 год.)	[2,3]	Опрацювання лекційного матеріалу (1 год.)	1 тиждень
	Колоквіум	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття