МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра математичного моделювання соціально-економічних процесів

Оновлено та затверджено
на засіданні
кафедри математичного моделювання
соціально-економічних процесів
факультету прикладної математики та інформатики
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 2 від 27.08.2025 р.)

Завідувач кафедри

_____ Петро СЕНЬО

Силабус з навчальної дисципліни "Методи комп'ютерної локалізації функціональних невизначеностей", 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	Методи комп'ютерної локалізації функціональних невизначеностей
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 математичного моделювання соціально-економічних процесів
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – інформаційні технології 124 – системний аналіз
Викладачі дисципліни	Сеньо Петро Степанович, доктор фізико - математичних наук, професор, завідувач кафедри математичного моделювання соціально-економічних процесів Хімка Уляна Теодорівна, кандидат фізико - математичних наук, доцент, доцент кафедри математичного моделювання соціально-економічних процесів
Контактна інформація викладачів	petro.seno@lnu.edu.ua; https://ami.lnu.edu.ua/employee/seno; uliana.himka@lnu.edu.ua; https://ami.lnu.edu.ua/employee/ himka ; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 361. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/ лабораторних занять (за попередньою домовленістю). В іншому випадку можливі он-лайн консультації через Zoom чи MSTeams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача або дзвонити
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/course/metody-komp-iuternoi-lokalizatsii-funktsionalnykh-nevyznachenostey-mmsep
Інформація про дисципліну	Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам знання принципів застосування методів локалізації функціональних невизначеностей, як необхідного інструменту у вигляді програмного забезпечення для інтелектуального аналізу даних, прогнозування, аналізу економічних та соціальних процесів, а також у багатьох інших галузях науки та техніки. Тому у курсі представлено застосування висновків теорії локалізації функціональних невизначеностей та її методів для аналізу детермінованих та стохастичних явищ і, зокрема, для розв'язування таких задач та проблем, які неможливо розв'язати методами "класичної" математики. Основну частину курсу займає розгляд практичних і теоретичних аспектів теорії локалізації функціональних невизначеностей та їх основних програмних реалізацій.
Мета та цілі дисципліни	***Метою*** вивчення нормативної дисципліни "Методи комп'ютерної локалізації функціональних невизначеностей" є освоєння студентами теоретичних і практичних основ сучасних математичних методів аналізу детермінованих та у стохастичних явищ для ознайомлення з типовими задачами цієї науки та формування чіткого уявлення про можливості застосування висновків її для аналізу явищ природи, планування та прогнозування виробничих процесів, практична підготовка їх до проведення досліджень, аналізу і обробки отриманих результатів. ***Завданням*** вивчення навчальної дисципліни є сформувати у студентів теоретичні знання та практичні навички в області роботи з даними у вигляді функціональних інтервалів; надати студентам уявлення про завдання та цілі аналізу математичних моделей на основі усунення різних

	видів невизначеностей, породжених наявністю у них функцій, аналітичні вирази яких відомі або невідомі, та при не повній інформації про такі функції; надати студентам уявлення про основні способи розв'язування детермінованих та стохастичних задач на основі математики функціональних інтервалів; надати студентам практичні навички чисельних розрахунків з використанням комп'ютерних пакетів Mathematica та Maple
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна "Методи комп'ютерної локалізації функціональних невизначеностей" є вибірковою дисципліною з спеціальності 124 – системний аналіз для освітньої програми "Системний аналіз і управління. Інтелектуальний аналаз даних", яка викладається в 6-му семестрі в обсязі 5-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Література для вивчення дисципліни	**Основна література** 1. П.С. Сеньо Арифметика лінійних функціональних інтервалів / П.С. Сеньо // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. прикл. матем. та інформ. - 2014. – Вип. 21. С. 38 -57. 2. П.С. Сеньо Топологія простору лінійних функціональних інтервалів / П.С. Сеньо // Матем. та комп. моделювання. Серія: фізико-матем. науки. - 2014. – Вип. 11. С. 206 - 223. 3. П.С. Сеньо Деякі застосування математики функціональних інтервалів / П.С. Сеньо // Матем. та комп. моделювання. Серія: фізико-матем. науки. - 2016. – Вип. 13. С. 182- 193. 4. П.С. Сеньо Двосторонні методи розв'язування задачі Коші на підставі математики функціональних інтервалів / П.С. Сеньо // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. прикл. матем. та інформ. - 2017. – Вип. 24. С. 18 -37. 5. Сеньо П.С. Методи розв'язування граничних задач на основі математики функціональних інтервалів / Сеньо П.С. // Матем. та комп. моделювання. Серія: фізико-матем. науки. - 2018. - Вип. 17. - С. 133 – 144. 6. Сеньо П.С. Методи локалізації функціональних невизначеностей для аналізу систем / П.С. Сеньо: Автореф. дис. доктор. фіз.-мат. наук: 01.05.04 / Київський націон. ун-т. - Київ. - 2019. - 36 с. 7. Сеньо П. С. Специфіка математики багатовимірних функціональних інтервалів / П. С. Сеньо // Вісник Львівського університету Серія прикладної математики та інформатики. Львів. – 2020. – С. 151 – 160. 8. Сеньо П. С. Інтервальні методи з локалізацією функціональних невизначеностей для розв'язування варіаційних задач / П. С. Сеньо, А.В. Мельничин // Вісник Львівського університету. - Серія прикладної математики та інформатики. - Львів. – 2021. – С. 175 – 186. **Додаткова література** 9. Квєтний Р.Н. Комп'ютерне моделювання систем та процесів /Р.Н. Квєтний, І.В. Богач, О.Р. Бойко, О.Ю. Софина, О.М. Шушура // Частина 2, - Вінниця, ВНТУ, - 2013, - 202 с. 10. Alefeld G., Herzberger J., Introduction to Interval Computations, Academic Press, New York, - 1983, - 356 p. 11. Stephen Wolfram. - The Mathematica Book. - 5th ed. - (Wolfram Media, 2003).

Обсяг курсу	Загальний обсяг: 150 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекцій та 32 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 86 год.
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде знати: - Суть функціональних невизначеностей. - Інтервальну математику та сфери її застосування; - Основні поняття математики функціональних інтервалів; - Топологію простору функціональних інтервалів; - Методи розв'язування задач локалізацією функціональних невизначеностей на основі інтервальної математики; - Математику лінійних функціональних інтервалів; - Алгоритми побудови лінійних функціональних інтервалів; - Алгоритми побудови функціональні інтервали суперпозиції функцій; - Методи розв'язування задач локалізацією функціональних невизначеності при відомих функціональних залежностях; - Методи розв'язування задач локалізацією функціональних невизначеності при невідомих функціональних залежностях; - Спрощену математику функціональних інтервалів; - Математику багатовимірних функціональних інтервалів; - Методи локалізації функціональних невизначеностей при невідомих функціональних залежностях; - Алгоритми побудови двосторонніх апроксимацій функції, аналітичний вираз якої невідомий, але відома деяка неповна інформація про неї; - Методи локалізації функціональних невизначеностей при розв'язуванні початкових та крайових задач. вміти: - Будувати інтервальні функції; - Локалізовівати функціональні невизначеності на основі інтервальної математики; - Виконувати арифметичні та теоретико-множинні операції над функціональними інтервалами; - Будувати лінійні функціональні інтервали та функціональні інтервали суперпозиції функцій; - Розв'язувати задачі локалізацією функціональних невизначеності при невідомих функціональних залежностях; - Будувати двосторонні апроксимації розв'язків початкових та крайових задач локалізацією функціональних невизначеностей; - Використовувати сучасні комп'ютерні пакети прикладних програм для локалізації функціональних невизначеностей та розв'язування на цій основі детерміновані і стохастичні задачі. **Курс забезпечує** **набуття таких компетентностей:** • **інтегральна компетентність (ІК) – ІК,** • **загальні компетентності (ЗК) – К1, К14,** • **спеціальні (фахові, предметні компетентності) (СК) – К19, К20, К26,** • **та програмних результатів навчання (ПРН) – РН12.**
Ключові слова	Інтервал, інтервальна математика, функціональний інтервал, функціональна невизначеність, локалізація, двостороння апроксимація.

<table>
<tr><td>Формат курсу</td><td>Очний
Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій.
Ознайомлення з Internet курсами по інтервальній математиці</td></tr>
<tr><td>Теми</td><td>Теми подані у Схемі курсу нижче</td></tr>
<tr><td>Підсумковий контроль, форма</td><td>Залік у кінці семестру
Залік – диференційовний</td></tr>
<tr><td>Пререквізити</td><td>Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з
- Математичного аналізу;
- Алгебри та геометрії;
- Диференціальних рівнянь
- Функціонального аналізу
- Програмування
достатніх для сприйняття категоріального апарату математики функціональних інтервалів.</td></tr>
<tr><td>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</td><td>Презентації, лекції
Індивідуальні завдання
Групові проекти, менторство</td></tr>
<tr><td>Необхідне обладнання</td><td>Комп’ютер із програмним забезпеченням пакетів Mathematica та Maple, Internet доступ до обчислювального кластера, проектор, сканер, обладнання спеціалізованої лабораторії математичного та комп’ютерного моделювання (офіс 365). Для організації відеоконференцій використовується програма Zoom (безкоштовна ліцензія Zoom Meetings Education) і MS Teams (ліцензія Microsoft 365 A5)</td></tr>
<tr><td>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</td><td>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.
<table>
<tr><th colspan="2">Оцінка за шкалою ECTS</th><th>Оцінка в балах</th><th colspan="2">Оцінка за національною шкалою</th></tr>
<tr><td>A</td><td>Відмінно</td><td>90-100</td><td>Відмінно</td><td>5</td></tr>
<tr><td>B</td><td>Дуже добре</td><td>81-89</td><td rowspan="2">Добре</td><td rowspan="2">4</td></tr>
<tr><td>C</td><td>Добре</td><td>71-80</td></tr>
<tr><td>D</td><td>Задовільно</td><td>61-70</td><td rowspan="2">Задовільно</td><td rowspan="2">3</td></tr>
<tr><td>E</td><td>Достатньо</td><td>0-50</td></tr>
<tr><td>F (FX)</td><td>Незадовільно</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
• Бали нараховуються за наступним співвідношенням:
– індивідуальні завдання : 50% семестрової оцінки, максимальна кількість балів 50, всіх індивідуальних завдань 4,
максимальна кількість балів:
за перше індивідуальне завдання – 10 балів,
за друге індивідуальне завдання – 10 балів,
за третє індивідуальне завдання – 15 балів,
за четверте індивідуальне завдання – 15 балів;
– залік: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50.
Підсумкова максимальна кількість балів 100.
• Індивідуальні завдання
Кожен(на) студент(а) отримує окреме (персональне) завдання, для</td></tr>
</table>

розв’язування якого потрібно використати один чи декілька із розглянутих на лекціях алгоритмів. Кожне індивідуальне завдання відповідає блоку питань, відображених у Схемі курсу.

Алгоритми необхідно запрограмувати на мові високого рівня, відлагодити програми і отримати результати тестових прикладів.

Різна максимальна кількість балів при оцінюванні індивідуальних завдань породжена різною складністю алгоритмів і, відповідно, різним обсягом зусиль та часу необхідних для розв’язання поставлених задач.

• Критерії оцінювання індивідуальних завдань

Максимальна кількість балів		**Критерій оцінювання**
Завдання 1, 2 10 балів	**Завдання 3, 4 15 балів**	
10 - 9	15 - 13	Студент(ка) повністю виконав(ла) умови завдання без використання відповідних комп’ютерних пакетів, алгоритми реалізовано правильно, відповідає на всі запитання, пов'язані з тематикою завдання, проводить чіткий аналіз та порівняння отриманих результатів.
8 - 7	12 - 10	Студент(ка) повністю виконав(ла) умови завдання без використання відповідних комп’ютерних пакетів, алгоритми, які пов'язані з тематикою завдання, реалізовано правильно, на деякі запитання, відповідає з незначними неточностями, проводить аналіз отриманих результатів з незначними неточностями.
6 - 5	9 - 7	Студент(ка) виконав(ла) завдання лише з використанням відповідних комп’ютерних пакетів 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.
4 - 3	6 - 4	Студент(ка) виконав(ла) завдання частково і лише з використанням відповідних комп’ютерних пакетів, алгоритм реалізовано з помилками, які частково може виправити, якщо на них вкаже викладач, на запитання відповідає з помилками, проводить аналіз отриманих результатів з помилками.
2 - 1	3 - 1	Студент(ка) виконав(ла) завдання частково, або з грубими помилками, які самостійно не може виправити, переважно не відповідає на запитання.
0	0	Студент(ка) не виконав(ла) завдання.

	Для кожного завдання встановлено терміни здачі. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються меншою кількістю балів. Запізнення до 7 днів зменшує максимальну кількість балів на 25%, від 8 до 14 днів – на 50 %, від 15 до 21 днів – на 75 %, більше 21 днів – на 90%. • В кінці семестру – залік: форма заліку – усне опитування. Максимальна кількість балів 50. На заліку студенту пропонується відповісти на 3 питання, відповідь на кожне з яких оцінюється максимально 15 балами (за 1 та 2 питання), або 20 балами (за 3 питання), якщо відповідь правильна, чи 0 балів, якщо відповідь неправильна. На підготовку відповіді виділяється 20 хвилин. Підсумкова максимальна кількість балів 100. **Письмові роботи:** Очікується, що студенти виконають одну письмову роботу (тест з теоретичних завдань) і подадуть письмові звіти про виконання індивідуальних завдань. **Академічна доброчесність**: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахуванння викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. **Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні заняття 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, 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. **Політика виставлення балів.** Враховуються бали набрані при поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнень 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. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.
Питання до заліку	1. Функціональні невизначеності. Унікальні можливості при їх використанні. 2. Основні поняття інтервального аналізу. 3. Арифметичні та теоретико-множинні операції над інтервалами. 4. Інтервальні розширення функцій. 5. Інтервальнозначні функції дійсного аргументу. 6. Найпростіші методи розв'язування алгебраїчних рівнянь методами локалізації функціональних невизначеностей на основі інтервальної математики. 7. Квадратурні формули на основі інтервальної математики. 8. Функціональні інтервали. Арифметичні та теоретико-множинні операції над функціональними інтервалами.

	9. Математика лінійних функціональних інтервалів. 10. Топологія простору лінійних функціональних інтервалів. 11. Функціональні інтервали суперпозиції функцій. 12. Побудова лінійних функціональних інтервалів елементарних, стандартних та типових функцій. 13. Побудова лінійних функціональних інтервалів функцій при комп'ютерній інтерпретації їх. 14. Розв'язування алгебраїчних рівнянь методами локалізації функціональних невизначеностей при відомих функціональних залежностях. 15. Розв'язування задач оптимізації методами локалізації функціональних невизначеності при відомих функціональних залежностях. 16. Квадратурні формули на основі локалізації функціональних невизначеностей. 17. Спрощена математика функціональних інтервалів. 18. Математика багатовимірних функціональних інтервалів. 19. Основна лема локалізації функціональних невизначеностей при невідомих функціональних залежностях.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу

Ти ж.	**Тема, план, короткі тези**	**Форма діяльності (заняття)**	**Література. Ресурси в інтернеті**	**Завдання, год.**	**Термін виконання**
1	**Тема 1. Функціональні невизначеності та методи їх локалізації** (Точкова функціональна невизначеність. Функціональна невизначеність на інтервалі. Локалізація функціональних невизначеностей. Унікальні можливості при їх використанні. Двосторонні апрокимації функції. Застосування інтервальної математики та математики функціональних інтервалів для локалізації функціональних невизначеностей).	Лекція, самостійна робота.	[3, 6, 9]	2 2	1 тиждень
	Тема 1. Функціональні невизначеності та методи їх локалізації (Точкова функціональна невизначеність. Функціональна невизначеність на інтервалі. Локалізація функціональних невизначеностей. Унікальні можливості при їх використанні. Двосторонні апрокимації функції. Застосування інтервальної математики та математики	лабораторна, самостійна робота.	[3, 6, 9]	2 3	1 тиждень

	функціональних інтервалів для локалізації функціональних невизначеностей).				
2	**Тема 2. Основні поняття інтервального аналізу** (Інтервали. Вироджені інтервали. Інтервальна математика. Унарні інтервальні операції. Інтервальні розширення функцій. Метрика простору інтервалів. Відстань між інтервалами. Норма інтервалу. Ширина інтервалу. Властивості. Квазілінійний простір інтервалів).	Лекція, самостійна робота.	[6, 8, 9 -11]	2 2	1 тиждень
	Тема 2. Основні поняття інтервального аналізу (Інтервали. Вироджені інтервали. Інтервальна математика. Унарні інтервальні операції. Інтервальні розширення функцій. . Метрика простору інтервалів. Відстань між інтервалами. Норма інтервалу. Ширина інтервалу. Властивості. Квазілінійний простір інтервалів).	лабораторна, самостійна робота.	[6, 8, 9 -11]	2 3	1 тиждень
3	**Тема 3. Операції над інтервалами. Інтервальнозначні функції дійсного аргументу** (Арифметичні та теоретико-множинні операції над інтервалами. Властивості. Основна теорема інтервального числення. Співвідношення між природнім та об'єднаним інтервальними розширеннями функцій. Інтервальні розширення монотонних та елементарних функцій).	Лекція, самостійна робота	[6, 9 -11]	2 3	1 тиждень
	Тема 3. Операції над інтервалами. Інтервальнозначні функції дійсного аргументу (Арифметичні та теоретико-множинні операції над інтервалами. Властивості. Основна теорема інтервального числення. Співвідношення між природнім та об'єднаним інтервальними розширеннями функцій. Інтервальні розширення монотонних та елементарних функцій).	лабораторна, самостійна робота	[6, 9 -11]	Індивідуальне завдання №1 2 3	1 тиждень

4	**Тема 4. Розв'язування задач локалізацією функціональних невизначеностей методами інтервальної математики** (Розв'язування алгебраїчних та трасцендентних рівнянь і систем таких рівнянь. Інтервальний метод ділення пополам. Інтервальний метод Ньютона. Метод Мура. Метод Хансена. Метод Кравчика. Розв'язування задач оптимізації. Інтервальні методи знаходження визначених інтегралів).	Лекція, самостійна робота	[6, 8, 9 -11]	2 2	1 тиждень
	Тема 4. Розв'язування задач локалізацією функціональних невизначеностей методами інтервальної математики (Розв'язування алгебраїчних та трасцендентних рівнянь і систем таких рівнянь. Інтервальний метод ділення пополам. Інтервальний метод Ньютона. Метод Мура. Метод Хансена. Метод Кравчика. Розв'язування задач оптимізації. Інтервальні методи знаходження визначених інтегралів).	лабораторна, самостійна робота	[6, 8, 9 -11]	Індивідуальне завдання №2 2 3	1 тиждень
5	**Тема 5. Математика функціональних інтервалів** (Функціональні інтервали. Арифметичні та теоретико-множинні операції над функціональними інтервалами. Властивості. Основна теорема математики функціональних інтервалів. Математика лінійних функціональних інтервалів).	Лекція, самостійна робота	[1, 6]	2 3	1 тиждень
	Тема 5. Математика функціональних інтервалів (Функціональні інтервали. Арифметичні та теоретико-множинні операції над функціональними інтервалами. Властивості. Основна теорема математики функціональних інтервалів. Математика лінійних функціональних інтервалів).	лабораторна, самостійна робота	[1, 6]	2 3	1 тиждень

6	**Тема 6. Побудова лінійного функціонального інтервалу функції, аналітичний вираз якої відомий** (Інтерпретація функції при реалізації її за допомогою комп'ютера. Побудова лінійних функціональних інтервалів елементарних, стандартних та типових функцій. Побудова функціонального інтервалу суперпозиції функцій).	Лекція, самостійна робота	[1, 6]	2 2	1 тиждень
	Тема 6. Побудова лінійного функціонального інтервалу функції, аналітичний вираз якої відомий (Інтерпретація функції при реалізації її за допомогою комп'ютера. Побудова лінійних функціональних інтервалів елементарних, стандартних та типових функцій. Побудова функціонального інтервалу суперпозиції функцій).	лабораторна, самостійна робота	[1, 6]	Індивідуальне завдання №3 2 4	1 тиждень
7	**Тема 7. Топологія простору лінійних функціональних інтервалів** (Відстань між лінійними функціональними інтервалами. Метричний простір лінійних функціональних інтервалів. Норма лінійного функціонального інтервалу. Ширина лінійного функціонального інтервалу. Функціональна (параметризована) відстань між лінійними функціональними інтервалами. Функціональна (параметризована) норма та ширина лінійного функціонального інтервалу).	Лекція, самостійна робота.	[1, 2, 6]	2 2	1 тиждень
	Тема 7. Топологія простору лінійних функціональних інтервалів (Відстань між лінійними функціональними інтервалами. Метричний простір лінійних функціональних інтервалів. Норма лінійного функціонального інтервалу. Ширина лінійного функціонального інтервалу. Функціональна (параметризована) відстань між лінійними функціональними	лабораторна, самостійна робота.	[1, 2, 6]	2 3	1 тиждень

	інтервалами. Функціональна (параметризована) норма та ширина лінійного функціонального інтервалу).				
8	**Тема 8. Спрощена математика функціональних інтервалів** (Характерні точки функції. Прямокутники в якості лінійних функціональних інтервалів. Побудова при такій інтерпретації лінійних функціональних інтервалів елементарних, стандартних та типових функцій. Побудова при такій інтерпретації функціонального інтервалу суперпозиції функцій).	Лекція, самостійна робота	[6]	2 2	1 тиждень
	Тема 8. Спрощена математика функціональних інтервалів (Характерні точки функції. Прямокутники в якості лінійних функціональних інтервалів. Побудова при такій інтерпретації лінійних функціональних інтервалів елементарних, стандартних та типових функцій. Побудова при такій інтерпретації функціонального інтервалу суперпозиції функцій).	лабораторна, самостійна робота	[6]	2 3	1 тиждень
9	**Тема 9. Математика багатовимірних функціональних інтервалів** (Багатовимірні функціональні інтервали. Арифметичні та теоретико-множинні операції над багатовимірними функціональними інтервалами. Властивості. Математика багатовимірних лінійних функціональних інтервалів).	Лекція, самостійна робота.	[6, 7]	2 2	1 тиждень
	Тема 9. Математика багатовимірних функціональних інтервалів (Багатовимірні функціональні інтервали. Арифметичні та теоретико-множинні операції над багатовимірними функціональними інтервалами. Властивості. Математика	лабораторна, самостійна робота.	[6, 7]	2 3	1 тиждень

	багатовимірних лінійних функціональних інтервалів).				
10	**Тема 10. Розв'язування задач локалізацією функціональних невизначеностей методами математики лінійних функціональних інтервалів** (Розв'язування алгебраїчних та трасцендентних рівнянь і систем таких рівнянь. Розв'язування задач оптимізації. Двосторонні методи знаходження визначених інтегралів).	Лекція, самостійна робота.	[3, 4, 6, 8]	2 2	1 тиждень
	Тема 10. Розв'язування задач локалізацією функціональних невизначеностей методами математики лінійних функціональних інтервалів (Розв'язування алгебраїчних та трасцендентних рівнянь і систем таких рівнянь. Розв'язування задач оптимізації. Двосторонні методи знаходження визначених інтегралів).	лабораторна, самостійна робота.	[3, 4, 6, 8]	Індивідуальне завдання №4 2 4	1 тиждень
11	**Тема 11. Математика багатовимірних функціональних інтервалів різної розмірності** (Арифметичні та теоретико-множинні операції над багатовимірними функціональними інтервалами різної розмірності. Властивості. Метод декомпозиції та спрощеної математики функціональних інтервалів. Метод декомпозиції, спрощеної математики функціональних інтервалів та повноцінної математики функціональних інтервалів. Математика багатовимірних лінійних функціональних інтервалів різної розмірності).	Лекція, самостійна робота	[6, 7]	2 3	1 тиждень
	Тема 11. Математика багатовимірних функціональних інтервалів різної розмірності (Арифметичні та теоретико-множинні операції над багатовимірними функціональними інтервалами різної розмірності. Властивості. Метод декомпозиції та спрощеної	лабораторна, самостійна робота	[6, 7]	2 3	1 тиждень

	математики функціональних інтервалів. Метод декомпозиції, спрощеної математики функціональних інтервалів та повноцінної математики функціональних інтервалів. Математика багатовимірних лінійних функціональних інтервалів різної розмірності).				
12	**Тема 12. Метод декомпозиції при розв'язуванні багатовимірних задач локалізацією функціональних невизначеностей** (Покоординатна декомпозиція. Зведення даної задачі до послідовності одновимірних задач. Об'єднання розв'язків одновимірних задач. Загальний алгоритм розв'язування задачі у R^n локалізацією функціональних невизначеностей за допомогою математики функціональних інтервалів).	Лекція, самостійна робота	[6, 7]	2 2	1 тиждень
	Тема 12. Метод декомпозиції при розв'язуванні багатовимірних задач локалізацією функціональних невизначеностей (Покоординатна декомпозиція. Зведення даної задачі до послідовності одновимірних задач. Об'єднання розв'язків одновимірних задач. Загальний алгоритм розв'язування задачі у R^n локалізацією функціональних невизначеностей за допомогою математики функціональних інтервалів).	лабораторна, самостійна робота	[6, 7]	2 3	1 тиждень
13	**Тема 13. Методи локалізації функціональних невизначеностей при невідомих функціональних залежностях** (Основна лема локалізації функціональних невизначеностей при невідомих функціональних залежностях. Двосторонні апроксимації функції, аналітичний вираз якої невідомий, але відомі обмеження її похідної монотонними функціями).	Лекція, самостійна робота	[4, 5, 6]	2 3	1 тиждень

	Тема 13. Методи локалізації функціональних невизначеностей при невідомих функціональних залежностях (Основна лема локалізації функціональних невизначеностей при невідомих функціональних залежностях. Двосторонні апроксимації функції, аналітичний вираз якої невідомий, але відомі обмеження її похідної монотонними функціями).	лабораторна, самостійна робота	[4, 5, 6]	2 3	1 тиждень
14	**Тема 14. Двосторонні апроксимації функції, аналітичний вираз якої невідомий, але відома деяка неповна інформація про неї** (Двосторонні апроксимації функції, аналітичний вираз якої невідомий, але відома деяка інформація про її значення та значення її похідних на кінцях інтервалу. Двосторонні апроксимації похідної функції, аналітичний вираз якої невідомий. Методи звуження на кінцях інтервалу двосторонньої апроксимації функції, аналітичний вираз якої невідомий).	Лекція, самостійна робота	[4, 5, 6]	2 2	1 тиждень
	Тема 14. Двосторонні апроксимації функції, аналітичний вираз якої невідомий, але відома деяка неповна інформація про неї (Двосторонні апроксимації функції, аналітичний вираз якої невідомий, але відома деяка інформація про її значення та значення її похідних на кінцях інтервалу. Двосторонні апроксимації похідної функції, аналітичний вираз якої невідомий. Методи звуження на кінцях інтервалу двосторонньої апроксимації функції, аналітичний вираз якої невідомий).	лабораторна, самостійна робота	[4, 5, 6]	2 3	1 тиждень
15	**Тема 15. Методи локалізації функціональних невизначеностей при розв'язуванні задачі Коші** (Метод локалізації	Лекція, самостійна робота.	[4, 6]	2 2	1 тиждень

	невизначеностей при розв'язуванні задачі Коші на підставі узгодження двохсторонніх апроксимацій функції і її похідної. Аналог методу Мура розв'язуванні задачі Коші на основі локалізації функціональних невизначеностей. Аналоги методів Рунге - Кутта розв'язуванні задачі Коші на основі локалізації функціональних невизначеностей. Оцінка ширини двосторонніх апроксимацій розв'язку задачі Коші методами локалізації функціональних невизначеностей).				
	Тема 15. Методи локалізації функціональних невизначеностей при розв'язуванні задачі Коші (Метод локалізації невизначеностей при розв'язуванні задачі Коші на підставі узгодження двохсторонніх апроксимацій функції і її похідної. Аналог методу Мура розв'язуванні задачі Коші на основі локалізації функціональних невизначеностей. Аналоги методів Рунге - Кутта розв'язуванні задачі Коші на основі локалізації функціональних невизначеностей. Оцінка ширини двосторонніх апроксимацій розв'язку задачі Коші методами локалізації функціональних невизначеностей).	лабораторна, самостійна робота.	[4, 6]	2 3	1 тиждень
16	**Тема 16. Методи локалізації функціональних невизначеностей при розв'язуванні крайових задач** (Загальний алгоритм побудови двосторонніх апроксимацій розв'язку крайової задачі шляхом локалізації функціональних невизначеностей. Побудова двосторонніх апроксимацій розв'язку двохточкової крайової задачі шляхом локалізації функціональних невизначеностей)	Лекція, самостійна робота	[5, 6]	2 2	1 тиждень

	Тема 16. Методи локалізації функціональних невизначеностей при розв'язуванні крайових задач (Загальний алгоритм побудови двосторонніх апроксимацій розв'язку крайової задачі шляхом локалізації функціональних невизначеностей. Побудова двосторонніх апроксимацій розв'язку двохточкової крайової задачі шляхом локалізації функціональних невизначеностей)	лабораторна, самостійна робота	[5, 6]	2 3	1 тиждень