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

Затверджено
На засіданні
кафедри прикладної математики
факультету прикладної математики та інформатики
Львівського національного університету імені Івана Франка
(протокол № ____ від _____ 2026__ р.)

Завідувач кафедри Ящук Ю. О.

_____

Силабус з навчальної дисципліни "Чисельні методи математичної фізики", що викладається в межах ОПП Прикладна математика першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності 113 – прикладна математика

Львів 2026 р.

Назва дисципліни	Чисельні методи математичної фізики
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 прикладної математики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	11 – математика і статистика 113 – прикладна математика
Викладачі дисципліни	Дияк Іван Іванович, професор кафедри прикладної математики Макар Ігор Григорович, доцент кафедри прикладної математики Стягар Андрій Орестович, доцент кафедри прикладної математики
Контактна інформація викладачів	ivan.dyyak@lnu.edu.ua; https://ami.lnu.edu.ua/employee/dyyak; andriy.styahar@lnu.edu.ua; https://ami.lnu.edu.ua/employee/stiahar-a-o; ihor.makar@lnu.edu.ua; https://ami.lnu.edu.ua/employee/makar-i-h; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 278. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю).
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/course/numerical-methods-of-mathematical-physics-applied-mathematics
Інформація про дисципліну	Метою дисципліни є формування глибокого розуміння методів скінченноелементного аналізу (СЕА) як базового інструменту для розв'язання науково-технічних та інженерних задач. Програма курсу гармонійно поєднує строгу математичну теорію з її безпосередньою програмною реалізацією. Студенти опанують застосування методу скінченних елементів (МСЕ) до розв'язання лінійних стаціонарних і нестаціонарних крайових задач, а також задач на власні значення. Основний акцент зроблено на вивченні алгоритмічних особливостей МСЕ та розробці відповідного програмного забезпечення.
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна "Чисельні методи математичної фізики" є нормативною дисципліною зі спеціальності 113 – прикладна математика для освітньої програми Прикладна математика, яка викладається в 7-му та 8-му семестрах у обсязі 5.5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення нормативної дисципліни "Чисельні методи математичної фізики" є освоєння студентами теоретичних і практичних основ МСЕ та МГЕ, МДО та розробки ефективного обчислювального програмного забезпечення для його подальшої реалізації на локальних робочих станціях і розподілених кластерних системах.
Література для вивчення дисципліни	1. Ярема Савула. Числовий аналіз задач математичної фізики варіаційними методами. Львів, Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2004 – 221с. https://ami.lnu.edu.ua/academics/library 2. Brenner S.C., Scott L.R. The Mathematical Theory of Finite Element Methods. Springer-Verlag New York Inc., 1994 – 294 pp. 3. Smith B., Bjorstad P., Gropp W. Domain Decomposition. Cambridge University Press, 1996 – 224 pp.

	4. Akin J. E. Finite Element Analysis with Error Estimators. Elsevier, 2006. – 447pp. 5. Zienkiewicz O. C. The Finite Element Method. Vol. 1: The Basis. Oxford: Butterworth & Heinemann, 2002. - 688 p 6. Nguyen D. Finite element methods: Parallel-Sparse Statics and Eigen- So,-lutions.– Springer, 2006–534p. 7. Shih R.M. Introduction to Finite Element Analysis Using SOLIDWORKS Simulation, SDC Publications, 2023, 518p. 8. Kontromanos I., McClure J., Roy C. Fundamentals of Finite Element Analysis: Linear Finite Element Analysis. John Wiley&Sons Ltd., 2018, 736p. 9. Katsikadelis John T. Boundary Elements: Theory and Applications. Elsevier, 2002.- 336p 10. Pozrikidis C. Introduction to Finite and Spectral Element Methods Using MATLAB. CRC Press. 2014.793p 11. Lee H.-H. Finite Element Simulations with Workbench 2022: Theory, Applications, Case Studies. SDC Publications, 2022.618p. 12. Yagawa G.,Oishi A., Computational Mechanics with Deep Learning. Lecture Notes on Numerical Methods in Engineering and Sciences.CIMNE, Switzeland AG, 2023. 400p. 13. Knupp P., Salari K.Varification of computer codes in computational science and engineering. Chapman and Holland, 2003. 14. Siu-Wing Cheng, Tamal Krishna Dey, and Jonathan Richard Shewchuk, Delaunay Mesh Generation, 375 pages. CRC Press, Boca Raton, Florida, December 2012. 15. The Finite Element Method for Problems in Physics [Електронний ресурс] / Coursera. — Режим доступу: https://www.coursera.org/learn/finite-element-method. 16. FreeFEM: High level multiphysics finite element software [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://freefem.org/. 17. FEM-code: Finite Element Method resources [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://fem-code.com/ (дата звернення: 14.09.2026). 18. The FEniCS Project: Open-source computing platform for solving PDEs [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://fenicsproject.org.
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 165 годин. Аудиторних занять: 96 год., з них 48 год. лекцій та 48 год. лабораторних робіт. Самостійної роботи: 69 год.
Очікувані результати навчання	Після успішного завершення цього курсу студент буде: **Знати (демонструвати концептуальне розуміння):** • Властивості додатних і додатно визначених операторів, а також суть формул Гріна; • Варіаційні постановки задач: задачу про мінімум функціоналу та концепцію узагальненого розв’язку; • Класифікацію крайових умов (головні та природні);

	• Математичний апарат методів Рітца, Гальоркіна, зважених залишків та методу граничних елементів (МГЕ); • Принципи побудови апроксимацій на скінченних елементах: лагранжеві та ермітові одновимірні, на трикутниках, двовимірні ізопараметричні, а також просторові на тетраедрах та паралелепіпедах; • Методи отримання апріорних оцінок похибки для МСЕ; • Спектральні задачі (задачі на власні значення) та мінімаксимальний принцип Куранта; • Особливості застосування напівдискретних апроксимацій Гальоркіна для параболічних початково-крайових задач; • Теоретичні основи методів декомпозиції області (МДО), зокрема альтернувальний метод Шварца та МДО без налягання областей; • Концепцію мортарних скінченних елементів; • Підходи до побудови адаптивних обчислювальних схем МСЕ та МГЕ. **Вміти (практичне застосування та розробка):** • Побудувати схеми МСЕ для розв'язання задачі Штурма-Ліувілля; • Формувати обчислювальні схеми МСЕ для рівняння Пуассона у двовимірному випадку; • Програмно реалізовувати ізопараметричні апроксимації МСЕ для еліптичних крайових задач; • Розробляти напівдискретні апроксимації для нестаціонарних математичних моделей; • Проєктувати та реалізовувати алгоритми МСЕ на сучасних обчислювальних системах із застосуванням підходів паралельного програмування.
Ключові слова	Варіаційні методи, МСЕ, МГЕ, методи декомпозиції області, адаптивні алгоритми, програмна реалізація МСЕ
Формат курсу	Очний. Вивчення дисципліни передбачає проведення лекцій, лабораторних занять та регулярних індивідуальних консультацій. Важливою складовою курсу є самостійна робота, що базується на інтеграції матеріалів провідних міжнародних масових відкритих онлайн-курсів з методу скінченних елементів (МСЕ). Як додаткове джерело знань, студентам пропонується опрацювати матеріали одного з наступних онлайн-курсів: • **Coursera (University of Michigan):** The Finite Element Method for Problems in Physics (Режим доступу: https://www.coursera.org/learn/finite-element-method) • **edX (KTH):** High Performance Finite Element Modeling (Режим доступу: https://www.edx.org/course/high-performance-finite-element-modeling) • **TU Delft Online Learning:** Linear Modeling: Finite Element Method (Режим доступу: https://online-learning.tudelft.nl/courses/linear-modeling-fem/)

	• **Open University:** Introduction to finite element analysis (Режим доступу: https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology/introduction-finite-element-analysis/content-section-1) • **NPTEL:** Finite Element Method (Режим доступу: https://nptel.ac.in/courses/112/104/112104116/)
Теми	Вступ. Предмет курсу. Комп'ютерні CAD/CAM технології. Варіаційні методи. Додатні і додатно визначенні оператори. Задача про мінімум квадратичного функціоналу. Головні та природні граничні умови. Задачі з неоднорідними умовами. Метод Рітца. Метод скінченних елементів. Слабкий розв'язок крайової задачі. Абстрактна варіаційна задача. Метод Гальоркіна. Апроксимації на скінченних елементах. Апроксимації ермітового типу, апроксимації функціями-бульбашками. Метод спектральних елементів. Апроксимації на трикутниках. Апроксимації на тетраедрах. Ізопараметричні апроксимації. Методи зважених залишків, як основа методів скінченних і граничних елементів. Методи граничних елементів. Апріорна оцінка точності. Апріорна оцінка точності за Нітше. Крайові задачі для рівняння Пуассона. Схема МСЕ побудована на ізопараметричних апроксимаціях. Задачі на власні значення. Дискретний спектр оператора Штурма – Ліувілля. Метод Рітца в задачах на власні значення. Похибки власних значень і власних функцій. Варіаційне формулювання параболічної задачі. Напівдискретні апроксимації Гальоркіна. Стійкість і збіжність напівдискретних апроксимацій. Дискретизація варіаційної задачі за часом. Адаптивні схеми МСЕ та МГЕ. Методи декомпозиції області. Альтернуючий метод Шварца. Метод скінченних елементів "розривів-зв'язків". Використання методів ШІ у розв'язуванні задач МСЕ. Проблеми програмної реалізації.
Підсумковий контроль, форма	Комбінований залік і екзамен у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з - Чисельних методів; - Програмування; - Функціонального аналізу достатніх для сприйняття категоріального апарату методів скінченних і граничних елементів.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції; Індивідуальні завдання; Групові проекти, менторство.
Необхідне обладнання	Комп'ютер, програмне забезпеченням та середовище розробки, Internet доступ.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.

навчальної діяльності)						
Оцінка за шкалою ECTS		**Оцінка в балах**	**Оцінка за національною шкалою**			
			Екзамен, 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	

7 семестр

Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

- індивідуальні завдання: 60% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 60 (6 завдань по 10б.);
- підсумковий тест: 40% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 40 (20 завдань по 2 б.).

Підсумкова максимальна кількість балів 100.

8 семестр

Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

- індивідуальні завдання: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50 (5 завдань по 8б. і 1 задання – 10б.);
- екзамен: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50.

Підсумкова максимальна кількість балів 100.

Окремі завдання можуть виконуватися у командах.

Додаткові бали (15 балів) нараховуються за отримання сертифікату про проходження безкоштовного курсу по МСЕ на різних освітніх платформах в Internet.

Критерії оцінювання тестових завдань (підсумковий тест):
2 бали: відповідь на завдання правильна;
0 балів: відповідь на завдання неправильна.

Критерії оцінювання завдань

100%	Студент повністю виконав умови завдання; алгоритм реалізовано правильно; відповідає на практично на всі запитання, пов'язані з тематикою завдання; проводить чіткий аналіз та порівняння отриманих результатів.
80-99%	Студент повністю виконав умови завдання; алгоритм реалізовано правильно; на деякі питання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з незначними неточностями; проводить аналіз отриманих результатів з незначними неточностями.

61-79%	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.
50-60%	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.
26-49%	Студент виконав завдання частково, алгоритм реалізовано з помилками, які самостійно не може виправити; переважно не відповідає на запитання.
1-25%	Студент виконав завдання частково або з грубими помилками, які самостійно не може виправити; демонструє незнання матеріалу.
0 балів	Студент не виконав завдання.

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 незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.
Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні 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, 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.
П**олітика 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 чи екзамену.	Симетричні, додатно визначені оператори. Теорема про функціонал енергії. Метод Рітца. Слабкий розв'язок крайової задачі. Метод Бубнова-Гальоркіна. Функції апроксимації в МСЕ. Особливості ізопараметричних апроксимацій. Апріорні оцінки похибки. Схеми МСЕ для рівняння Пуассона. Властивості спектра оператора. Мінімаксимальний принцип Куранта. Похибки власних чисел і власних значень. Варіаційне формулювання параболічної задачі. Стійкість напівдискретних апроксимацій. Дискретизація задачі за часом.

	Адаптивні схеми МСЕ. Методи декомпозиції області.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу **“Чисельні методи математичної фізики”**

***Семестр** 7 (на тиждень - 1 год. лек., 2 год. лаб.)*

Тиж.	**Тема, план, короткі тези**	**Форма діяльності (заняття)**	**Література, Ресурси в інтернеті**	**Завдання, год.**	**Термін виконання**
1	**Тема 1.** Вступ. Предмет, мета і схема курсу. Приклади застосувань і огляд інженерних проєктів. Сучасні тенденції розвитку МСЕ.	Лекція	[5,6,11]	2	1 тиждень
	Постановка двовимірної задачі еліптичного типу у сильній формі. Аналіз індивідуальних завдань.	Лабораторна, Самостійна робота	[1,5,10]	2, 4	Під час заняття, 1 тиждень
2	*Індивідуальне завдання №1:* Формулювання задачі у слабкій формі. Дослідження властивостей оператора і доведення коректності задачі	Лабораторна, Самостійна робота	[1,5,10]	2 6	Під час заняття, 2 тижні
3	**Тема 2.** Додатні, додатно визначені оператори, формули Гріна.	Лекція	[1,2]	2	1 тиждень
	Приймання *індивідуального завдання №1*	Лабораторна		2	Під час заняття
4	*Індивідульне завдання №2.* Аналіз алгоритмів триангуляції Делоне . Реалізація алгоритму триангуляції “Edje-flip”. Структури даних і аспекти ефективної нумерація вузлів при побудові триангуляції	Лабораторна, Самостійна робота	[1,5,14]	4 6	Під час заняття 2 тижні
5	**Тема 3.** Варіаційна задача про мінімум функціонала енергії: постановка задачі та існування розв’язку. Енергетичний простір, теорема про мінімум функціонала енергії, введення енергетичної норми.	Лекція	[1,8,10]	2	1 тиждень
	Використання відомих пакетів для побудови	Лабораторна,	[1, 5, 14]	2 4	Під час заняття

	скінченної-елементної сітки для МСЕ	Самостійна робота			
6	Приймання *індивідуального завдання №2*	Лабораторна Самостійна робота		2	Під час заняття
7	**Тема 4.** МСЕ для одномірної задачі Штурма-Ліувілля з лінійними функціями апроксимації.	Лекція	[1,5]	2	1 тиждень
	Індивідульне завдання №3. Обчислення локальних матриць МСЕ. Обчислення глобальної матриці та врахування граничних умов задачі	Лабораторна Самостійна робота	[1,2,5,10]	4 4	2 тижні
9	**Тема 5.** Головні та природні граничні умови. Задачі з неоднорідними умовами.	Лекція	[1,2,8]	2	1 тиждень
	Приймання *Індивідульного завдання №3.*	Лабораторна, Самостійна робота		2	Під час заняття
11	**Тема 6.** Метод Рітца. Слабкий розв'язок крайової задачі. Абстрактна варіаційна задача. Метод Гальоркіна. Теорема Лакса-Мільграма.	Лекція	[1,2,8]	2	1 тиждень
	Індивідульне завдання №4. Розв'язування СЛАР, знаходження і інтерпритація розв'язку МСЕ	Лабораторна, Самостійна робота	[1,5,10]	4 4	Під час заняття
13	**Тема 7.** Апроксимації на скінченних елементах. Одномірні апроксимації: ермітового типу, апроксимації функціями-бульбашками. Двомірні апроксимації на трикутниках і чотирикутниках. Сирендипові чотирикутники, Ізопараметричні апроксимації.	Лекція	[1,2,5,10]	2	1 тиждень
	Приймання *Індивідульного завдання №4*	Лабораторна		2	Під час заняття
15	**Тема 8.** Схема методу скінченних елементів для двовимірної задачі Пуасона.	Лекція	[1,2]	2	1 тиждень
16	Підсумкове заняття	Лабораторна		2	Під час заняття

Семестр 8

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література, Ресурси в інтернеті	Завдання, год.	Термін виконання
	Тема 9. Просторові апроксимації на тетраедрах та паралепіпедах.	Лекція	[1,5,10]	2	1 тиждень
	Тема 9. *Індивідульне завдання №3.* Обчислення локальних матриць МСЕ. Обчислення глобальної матриці та врахування граничних умов задачі	Лабораторна Самостійна робота	[1,2,5,10]	4 4	2 тижні
	Тема 10. Метод спектральних елементів.	Лекція	[8,10]	2	1 тиждень
	Тема 10. Приймання *Індивідульного завдання №3.*	Лабораторна, Самостійна робота		2	Під час заняття
	Тема 11. Методи зважених залишків, як основа методів скінченних і граничних елементів.	Лекція	[5,9]	2	1 тиждень
	Тема 11. *Індивідульне завдання №4.* Розв'язування СЛАР, знаходження і інтерпритація розв'язку МСЕ	Лабораторна, Самостійна робота	[1,5,10]	4 4	Під час заняття
	Тема 12. Прямий метод граничних елементів.	Лекція	[6,13,14]	2	1 тиждень
	Тема 12. Приймання *Індивідульного завдання №4*	Лабораторна		2	Під час заняття
	Тема 13. Непрямий метод граничних елементів.	Лекція	[9]	2	1 тиждень
	Тема 13. *Індивідульне завдання №5*. Реалізація прямого методу граничних елементів для двовимірної задачі еліптичного типу	Лабораторна, Самостійна робота	[6, 9]	4 4	2 тижні
	Тема 14. Апріорна оцінка точності. Апріорна оцінка точності за Нітше.	Лекція	[1,2,4]	2	1 тиждень
	Тема 14. Приймання *Індивідульного завдання №5*	Лабораторна		2	Під час заняття
	Тема 15. Крайові задачі для рівняння Пуассона. Схема МСЕ для рівняння Пуассона.	Лекція	[1,2,8]	2	1 тиждень
	Тема 15. *Індивідульне завдання №6*. Розв'язування	Лабораторна,	[1,10]	4 4	Під час заняття

	двовимірної задачі адвекції дифузії за допомогою МСЕ	Самостійна робота			
	Тема 16. Схема МСЕ побудована на ізопараметричних апроксимаціях. МСЕ для рівняння адвекції-дифузії.	Лекція	[1,11]	2	1 тиждень
	Тема 16. Приймання *Індивідульного завдання №6.* **Підсумки 1-го семестру**	Лабораторна		2	Під час заняття
	Тема 17. Методи декомпозиції області. Альтернуючий метод Шварца.	Лекція	[1,3]	3	1 тиждень
	Тема 17. *Індивідульне завдання №7*. Побудова аналітичного розв'язку крайової задачі. Оцінка відносної та абсолютної похибок у нормах відповідних просторів Соболєва	Лабораторна, Самостійна робота	[1, 5, 13]	2 4	Під час заняття, 2 тижні
	Тема 18. Задачі на власні значення.Властивості спектра оператора.	Лекція	[1,5,6]	2	1 тиждень
	Тема 18. Приймання *індивідуального завдання 7*.	Лабораторна		2	Під час заняття
	Тема 19. Енергетичні теореми в проблемі власних значень. Дискретний спектр оператора Штурма – Ліувілля.	Лекція	[1,2]	2	1 тиждень
	Тема 19. *Індивідульне завдання №8*. Оцінка порядку збіжності числового розв'язку з використанням отриманих у попередньому завданні №7 абсолютних похибок	Лабораторна, Самостійна робота	[1, 13]	2 4	Під час заняття, 2 тижні
	Тема 20. Мінімаксимальний принцип Куранта. Метод Рітца в задачах на власні значення. Похибки власних значень і власних функцій. Метод Гальоріна.	Лекція	[1,6]	3	1 тиждень
	Тема 20. *Індивідульне завдання №9*. Застосування схеми Ейткена для оцінки порядку збіжності у випаду	Лабораторна, Самостійна робота	[1, 5, 13]	2 4	Під час заняття, 2 тижні

	коли аналітичний розв’язок відсутній				
	Тема 21. Варіаційне формулювання параболічної задачі. Напівдискретні апроксимації Гальоркіна. Стійкість і збіжність напівдискретних апроксимацій.	Лекція	[1,5,11]	2	1 тиждень
	Тема 21. Приймання *індивідуального завдання 9*.	Лабораторна		2	Під час заняття
	Тема 22. Бібліотеки Free Ware FEM	Лекція	[7,10,11]	3	1 тиждень
	Тема 22. *Індивідульне завдання №10*. Квадратичні апроксимації на скінченних елементах. Аналіз алгоритму МСЕ і обчислення матриць. Чисельне інтегрування на трикутних квадратичних скінченних елементах.	Лабораторна, Самостійна робота	[1,5]	2 4	Під час заняття, 2 тижні
	Тема 23. Енергетичне рівняння. Дискретизація варіаційної задачі за часом. Стійкість напівдискретних апроксимацій за часом	Лекція	[1,10]	2	1 тиждень
	Тема 23. Приймання *індивідуального завдання 10*.	Лабораторна		2	Під час заняття
	Тема 24. Схеми МСЕ для розв’язування гіперболічних початково-крайових задач.	Лекція	[5,10]	2	1 тиждень
	Тема 24. *Індивідульне завдання №11*. Реалізація схеми МСЕ для двовимірної початково-крайової задачі гіепрболічного типу	Лабораторна, Самостійна робота	[1,5,10]	2 4	Під час заняття, 2 тижні
	Тема 25. Адаптивні схеми МСЕ та МГЕ.	Лекція	[4,5,9]	3	1 тиждень
	Тема 25. Приймання *індивідуального завдання 11*.	Лабораторна		2	Під час заняття
	Тема 26. Метод скінченних елементів "розривів-зв'язків". Використання мортарних функцій.	Лекція	[6,8]	3	1 тиждень

	Тема 27. *Індивідульне завдання №12*. Побудова h-адаптивного алгоритму МСЕ для двовимірної задачі еліптичного типу	Лабораторна, Самостійна робота	[4,5,9,14]	2 4	Під час заняття, 2 тижні
	Тема 28. Використання методів ШІ у розв'язуванні задач МСЕ.	Лекція, Самостійна робота	[5,12]]	3	1 тиждень
	Тема 28. Приймання *індивідульного завдання №12*. Підведення підсумків.	Лабораторна		2	Під час заняття