

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 № 1 від 31 серпня 2023 р.)



Завідувач кафедри

Юрій ЯЦУК

Силабус з навчальної дисципліни
“Математичне моделювання та симуляція”,
що викладається в межах ОПП Прикладна математика
другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 113 – прикладна математика

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Математичне моделювання та симуляції
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 та статистика 113 – прикладна математика
Викладачі дисципліни	Стягар Андрій Орестович, доцент кафедри прикладної математики
Контактна інформація викладачів	andriy.styahar@lnu.edu.ua ; https://ami.lnu.edu.ua/employee/styahar-a-o ; 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/лабораторних занять (за попередньою домовленістю).
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/course/matematychne-modeliuvannia-ta-symuliatsii-pm-1-4
Інформація про дисципліну	Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам знання практичних аспектів застосування числових методів та здобути навички застосування числових методів у прикладних задачах та розробки проектів з їх використанням. Тому у курсі представлено огляд числових методів для розв'язування задач математичної фізики, розглянуто метод спектральних елементів та інші методи високого порядку, продемонстровано застосування числових методів на прикладі задач сейсмології
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна «Математичне моделювання та симуляції» є вибірковою дисципліною з спеціальності 113 – прикладна математика для освітньої програми Прикладна математика, яка викладається в 11му семестрі
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення вибіркової дисципліни «Математичне моделювання та симуляції» є освоєння студентами основних принципів застосування числових методів до розв'язування прикладних задач математичної фізики.
Література для вивчення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pozrikidis C. Introduction to Finite and Spectral Element Methods with Matlab, 2nd edition. CRC Press, 2014. – 793 pp. 2. Lohner R. Applied Computational Fluid Dynamics Techniques: an Introduction Based on Finite Element Methods. Wiley, 2008 – 519 pp. 3. Igel, H. Computational Seismology: a Practical Introduction. Oxford University Press, 2017. – 323 pp. 4. Quarteroni A. Numerical Models for Differential Problems. MS&A. Springer, 2009. – 601 pp. 5. Shearer P. Introduction to Seismology. Cambridge University Press, 2009. – 396 pp. 6. F. di Michele, A. Styahar, D. Pera, J. May, R. Aloisio, B. Rubino, P. Marcati. Fault shape effect on SH waves using finite element method, Springer, Journal of Seismology, 26 (2022), pp. 417-437, doi: https://doi.org/10.1007/s10950-022-10075-y 7. F. di Michele, D. Pera, J. May, V. Kastelic, M. Carafa, A. Styahar, B. Rubino, R. Aloisio, P. Marcati. On the possible use of the not-honoring method to include a real thrust into 3D physical based simulations, 21st International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA), 13-16 September 2021, Cagliari, Italy,

	pp. 268-275, DOI 10.1109/ICCSA54496.2021.00044
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 90 годин. Аудиторних занять: 32 год., з них 16 год. лекцій та 16 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 58 год.
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде : Знати: <ul style="list-style-type: none"> - Основи методу спектральних елементів - Числові схеми для різних прикладних задач - Переваги та недоліки застосування числових методів - Структуру проектів методу спектральних та скінченних елементів - Основи зв'язку між неперервними та дискретизованими варіантами прикладних задач - Базові математичні моделі, що застосовуються для моделювання землетрусів Вміти <ul style="list-style-type: none"> - Розробляти комп'ютерне забезпечення для числового розв'язування крайових задач - Проводити симуляції та аналізувати отримані результати програм - Обирати числовий метод для розв'язування прикладних задач - Правильно проводити валідацію та верифікацію алгоритмів
Ключові слова	Метод скінченних елементів, метод спектральних елементів, математичне моделювання
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультацій.
Теми	<ol style="list-style-type: none"> 1. Огляд курсу. Математичні моделі землетрусів (2 години лекційні, 2 години лабораторні) 2. Скінченнорізницеві методи для числового розв'язування задач, які виникають при моделюванні землетрусів (2 години лекційні, 2 години лабораторні) 3. Схема МСЕ для числового розв'язування задач сейсмології. (2 години лекційні, 2 години лабораторні) 4. Одновимірний метод спектральних елементів та його застосування (2 години лекційні, 2 години лабораторні). 5. Двовимірний метод спектральних елементів та його застосування (2 години лекційні, 2 години лабораторні). 6. Метод спектральних елементів для гіперболічних рівнянь (2 години лекційні, 2 години лабораторні). 7. Приклади симуляцій у сейсмології та аналіз результатів (4 години лекційні, 4 години лабораторні)
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з <ul style="list-style-type: none"> - чисельних методів - чисельних методів математичної фізики - рівнянь математичної фізики - програмування.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції (лекція-розповідь, лекція-бесіда) Індивідуальні завдання
Необхідне обладнання	Проектор
Критерії оцінювання (окремо для кожного	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

<p>виду навчальної діяльності)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • індивідуальні завдання: 75% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 75 (3 індивідуальні завдання по 25 балів, розв'язки завдань потрібно презентувати) • колоквіум: 25% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 25 <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Письмові роботи: Очікується, що студенти виконають письмові індивідуальні завдання.</p> <p>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.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні зайняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів письмових робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самотійно, 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>Стратегія оцінювання. Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самотійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного 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</p>	<p>Математичні моделі землетрусів</p> <p>Скінченнорізницькі методи для числового розв'язування задач, які виникають при моделюванні землетрусів</p> <p>Схема МСЕ для числового розв'язування задач сейсмології.</p> <p>Одновимірний метод спектральних елементів та його застосування.</p> <p>Двовимірний метод спектральних елементів та його застосування.</p> <p>Метод спектральних елементів для гіперболічних рівнянь.</p> <p>Приклади симуляцій у сейсмології та аналіз результатів</p>
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

Схема курсу

№	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література	Завдання	Термін виконання
1	Огляд курсу. Математичні моделі землетрусів	Лекція (2 год.)	[3], [5]-[7]	Опрацювання матеріалу лекції (4 години)	1 тиждень
	Математичні моделі землетрусів Індивідуальне завдання 1	Лабораторна (2 год.)	[3], [5]-[7]	Виконання індивідуального завдання №1 (5 годин)	1 тиждень
2	Скінченнорізницеві методи для числового розв'язування задач, які виникають при моделюванні землетрусів	Лекція (2 год.)	[1]-[5]	Опрацювання матеріалу лекції (4 години)	1 тиждень
	Скінченнорізницеві методи для числового розв'язування задач, які виникають при моделюванні землетрусів Індивідуальне завдання 2	Лабораторна (2 год.)	[1]-[5]	Виконання індивідуального завдання №2 (5 годин)	1 тиждень
3	Схема МСЕ для числового розв'язування задач сейсмології	Лекція (2 год.)	[1]-[5]	Опрацювання матеріалу лекції (4 години)	1 тиждень
	Схема МСЕ для числового розв'язування задач сейсмології	Лабораторна (2 год.)	[1]-[5]	Виконання домашнього завдання (2 години)	1 тиждень
4	Одновимірний метод спектральних елементів та його застосування	Лекція (2 год.)	[1]	Опрацювання матеріалу лекції (4 години)	1 тиждень
	Одновимірний метод спектральних елементів та його застосування	Лабораторна (2 год.)	[1]	Виконання домашнього завдання (2 години)	1 тиждень
5	Двовимірний метод спектральних елементів та його застосування	Лекція (2 год.)	[1]	Опрацювання матеріалу лекції (4 години)	1 тиждень
	Двовимірний метод спектральних елементів та його застосування	Лабораторна (2 год.)	[1]	Виконання індивідуального завдання №3 (5	1 тиждень

	Індивідуальне завдання 3			годин)	
6	Метод спектральних елементів для гіперболічних рівнянь	Лекція (2 год.)	[1]-[5]	Опрацювання матеріалу лекції (4 години)	1 тиждень
	Метод спектральних елементів для гіперболічних рівнянь	Лабораторна (2 год.)	[1]-[5]	Виконання домашнього завдання (2 години)	1 тиждень
7	Приклади симуляцій у сейсмології та аналіз результатів	Лекція (2 год.)	[1-7]	Опрацювання матеріалу лекції (8 годин)	2 тижні
	Приклади симуляцій у сейсмології та аналіз результатів Проведення колоквиуму	Лабораторна (2 год.)	[1-7]	Підготовка до колоквиуму (5 годин)	2 тижні