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 31.08.2026)

Завідувач кафедри Ящук Ю. О.

_____

Силабус з навчальної дисципліни «Математичне моделювання та симуляції», що викладається в межах ОНП Прикладна математика другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності F1 – прикладна математика

Львів 2026 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	F – інформаційні технології F1 – 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/stiahar-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/практичних занять (за попередньою домовленістю).
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/course/matematychne-modeliuvannia-ta-symuliatsii-pm-1-9
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 F1 – прикладна математика для освітньої програми Прикладна математика, яка викладається в 11му семестрі в обсязі 4,5 кредити (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
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	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 8. F. Di Michele, A. Styahar, D. Pera, R. Aloisio, B. Rubino, P. Marcati. Shape effects on wave propagation in a 2D domain using the finite element method, Mathematics and Mechanics of Complex Systems, Vol. 12, No. 3 (2024), pp. 311–331, doi: 10.2140/memocs.2024.12.311
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 135 годин. Аудиторних занять: 48 год., з них 32 год. лекцій та 16 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 87 год.
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде : Знати: - 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 - 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	1. Огляд курсу. Математичні моделі землетрусів (4 години лекційні, 2 години лабораторні) 2. Скінченнорізницеві методи для числового розв'язування задач, які виникають при моделюванні землетрусів (4 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 (4 години лекційні, 2 години лабораторні). 6. Метод спектральних елементів для гіперболічних рівнянь (2 години лекційні). 7. Перетворення Фур'є та його застосування в сейсмології (2 години лекційні). 8. Дискретне перетворення Фур'є та його застосування (2 години лекційні, 2 години лабораторні) 9. Швидке перетворення Фур'є (2 години лекційні) 10. Обернені задачі в сейсмології (2 години лекційні) 11. Застосування паралельних обчислень та HPC для моделювання землетрусів (2 години лекційні, 2 години лабораторні) 12. Приклади симуляцій у сейсмології та аналіз результатів (4 годин лекційних, 2 години лабораторні)
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру

<table>
<tr><td>Пререквізити</td><td>Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з
- чисельних методів
- чисельних методів математичної фізики
- рівнянь математичної фізики
- програмування.</td></tr>
<tr><td>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</td><td>Презентація, лекції (лекція-розповідь, лекція-бесіда)
Індивідуальні завдання</td></tr>
<tr><td>Необхідне обладнання</td><td>Проектор</td></tr>
<tr><td>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</td><td>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:
• індивідуальні завдання : 75% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 75 (5 завдань по 15 балів, розв’язки завдань потрібно презентувати)
• колоквіум: 25% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 25 (5 завдань по 5 балів)
Підсумкова максимальна кількість балів 100.

Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.
<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Оцінка за шкалою ECTS</th><th rowspan="2">Оцінка в балах</th><th colspan="3">Оцінка за національною шкалою</th></tr>
<tr><th colspan="2">Екзамен, диференційований залік</th><th>залік</th></tr>
<tr><td>A</td><td>Відмінно</td><td>100 - 90</td><td>Відмінно</td><td>5</td><td rowspan="5">зараховано</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>51- 60</td></tr>
<tr><td>FX (F)</td><td>Незадовільно</td><td>0 - 50</td><td>Незадовільно</td><td>2</td><td>не зараховано</td></tr>
</table>
Критерії оцінювання індивідуальних завдань:
15 балів – студент повністю виконав умови завдання, правильно розв’язавши усі задачі, бере активну участь в обговоренні задач та презентації розв’язків, відповідає на всі питання, пропонує альтернативні розв’язки;
12-14 балів – студент виконав завдання, розв’язавши усі задачі з незначними помилками та неточностями, бере активну участь в обговоренні задач та презентації розв’язків, відповідає на всі питання;
9-11 балів – студент виконав завдання частково, розв’язки містять помилки та неточності, бере активну участь в обговоренні задач та презентації розв’язків, відповідає на більшість питань;
5-8 балів – студент виконав завдання частково, розв’язки містять помилки, які суттєво впливають на отриманий результат, та є неповними, при презентації розв’язків коментарі до розв’язків є недостатніми для розуміння розв’язків;
1-4 бали – студент виконав завдання частково з грубими помилками, коментарі до розв’язків практично відсутні;</td></tr>
</table>

	0 балів – студент не виконав завдання **Критерії оцінювання завдань на колоквіумі:** **5 балів** – студент повністю розкрив теоретичне завдання; **4 бали** – студент розкрив теоретичне завдання з незначними помилками та неточностями; **3 бали** – студент розкрив теоретичне завдання частково, міркування містять помилки та неточності; **2 бали** – студент розкрив теоретичне питання частково, міркування містять помилки, які суттєво впливають на результат, коментарі є недостатніми для розуміння; **1 бал** – студент практично не розкрив теоретичне питання, міркування містять грубі помилки, коментарі практично відсутні; **0 балів** – студент не відповів на питання або не продемонстрував базового рівня розуміння при відповіді на питання. **Письмові роботи:** Очікується, що студенти виконають письмові індивідуальні 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 незарахуванння викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. **Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні 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. **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. **Стратегія оцінювання.** Враховуються бали набрані на 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 колоквіуму	Математичні моделі землетрусів Скінченнорізницеві методи для числового розв'язування задач, які виникають при моделюванні землетрусів Схема МСЕ для числового розв'язування задач сейсмології. Одновимірний метод спектральних елементів та його застосування.

	Двовимірний метод спектральних елементів та його застосування. Метод спектральних елементів для гіперболічних рівнянь. Перетворення Фур'є та його застосування в сейсмології. Дискретне перетворення Фур'є та його застосування Швидке перетворення Фур'є Обернені задачі в сейсмології Застосування паралельних обчислень та HPC для моделювання землетрусів Приклади симуляцій у сейсмології та аналіз результатів
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу

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

	розв’язування задач сейсмології (2 години)			завдання (5 годин)	
4	Одновимірний метод спектральних елементів та його застосування (2 години)	Лекція	[1]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 години)	1 тиждень
	Одновимірний метод спектральних елементів та його застосування **Індивідуальне завдання 3** (2 години)	Лабораторна	[1]	Виконання індивідуального завдання №3 (7 годин)	1 тиждень
5	Двовимірний метод спектральних елементів та його застосування (4 години)	Лекція	[1]	Опрацювання лекційного матеріалу (4 години)	2 тижні
	Двовимірний метод спектральних елементів та його застосування **Індивідуальне завдання 4** (2 години)	Лабораторна	[1]	Виконання індивідуального завдання №4 (7 годин)	1 тиждень
6	Метод спектральних елементів для гіперболічних рівнянь (2 години)	Лекція	[1]-[5]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 години)	1 тиждень
7	Перетворення Фур’є та його застосування в сейсмології (2 години)	Лекція	[3],[5],[6]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 години)	1 тиждень
8	Дискретне перетворення Фур’є та його застосування (2 години)	Лекція	[3],[5],[6]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 години)	1 тиждень
	Дискретне перетворення Фур’є та його застосування **Індивідуальне завдання 5** (2 години)	Лабораторна	[3],[5],[6]	Виконання індивідуального завдання №5 (7 годин)	1 тиждень
9	Швидке перетворення Фур’є	Лекція	[3],[5],[6]	Опрацювання лекційного	1 тиждень

	(2 години)			матеріалу (2 години)	
10	Обернені задачі в сейсмології (2 години)	Лекція	[3]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 години)	1 тиждень
11	Застосування паралельних обчислень та HPC для моделювання землетрусів (2 години)	Лекція	[7]	Опрацювання лекційного матеріалу (2 години)	1 тиждень
	Застосування паралельних обчислень та HPC для моделювання землетрусів (2 години)	Лабораторна	[7]	Виконання домашнього завдання (5 годин)	1 тиждень
12	Приклади симуляцій у сейсмології та аналіз результатів (4 години)	Лекція	[1-7]	Опрацювання лекційного матеріалу (4 години)	2 тижні
	Приклади симуляцій у сейсмології та аналіз результатів **Проведення колоквіуму** (2 години)	Лабораторна	[1-7]	Підготовка до колоквіуму (10 годин)	1 тиждень

Discipline name	Mathematical modeling and simulation
Address where the discipline is taught	The main building of Ivan Franko National University of Lviv 1 Universytetska st., Lviv
Faculty and department under which the discipline is established	Faculty of Applied Mathematics and Informatics Department of Applied Mathematics
Field of knowledge, code and name of specialty	F – Information Technology F1 – Applied Mathematics
Teachers of the discipline	Styahar Andriy Orestovych, Associate Professor of the Department of Applied Mathematics
Contact information of teachers	andriy.styahar @lnu.edu.ua; https://ami.lnu.edu.ua/employee/stiahar-a-o ; The main building of Ivan Franko National University of Lviv, room 278 1 Universytetska st., Lviv
Consultations on issues of training in the discipline are taking place	Consultations are available on the days when lectures/practical classes are held, by prior arrangement.
Course page	https://ami.lnu.edu.ua/course/matematychne-modeliuvannia-ta-symuliatsii-pm-1-9
Information about the discipline	The course is designed to provide students with knowledge of the practical aspects of applying numerical methods and to develop their skills in using numerical methods to solve applied problems and in developing projects based on these methods. Therefore, the course provides an overview of numerical methods for solving problems in mathematical physics, examines the Spectral Element Method and other high-order methods, and demonstrates the application of numerical methods through examples from seismology.
Brief abstract of the discipline	The course "Mathematical Modeling and Simulations" is an elective course within Specialty F1 – Applied Mathematics, under the Applied Mathematics educational program. It is taught in the 11th semester and carries 4.5 credits under the European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS).
Goal and objectives of the discipline	The aim of studying the elective course "Mathematical Modeling and Simulations" is to enable students to acquire the fundamental principles of applying numerical methods to the solution of applied problems in mathematical physics.
Literature for the discipline	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 8. F. Di Michele, A. Styahar, D. Pera, R. Aloisio, B. Rubino, P. Marcati. Shape effects on wave propagation in a 2D domain using the finite element method, Mathematics and Mechanics of Complex Systems, Vol. 12, No. 3 (2024), pp. 311–331, doi: 10.2140/memocs.2024.12.311
Scope of the course	Total workload: 135 hours. Contact hours: 48 hours, including 32 hours of lectures and 16 hours of laboratory work. Independent study: 87 hours.
Expected learning outcomes	Upon completion of this course, students will be able to Know: - the fundamentals of the spectral element method - numerical schemes for various applied problems - the advantages and disadvantages of applying numerical methods - the structure of projects based on the spectral element method and the finite element method - the fundamentals of the relationship between continuous and discretized formulations of applied problems - basic mathematical models used for earthquake modeling Do: - develop software for the numerical solution of boundary-value problems - perform simulations and analyze the results obtained from software - select an appropriate numerical method for solving applied problems - properly perform algorithm validation and verification
Keywords	Finite element method, spectral element method, mathematical modeling
Course format	In-person
	Conducting lectures, laboratory classes, and consultations
Topics	1. Course overview. Mathematical models of earthquakes (4 lecture hours, 2 lab work hours) 2. Finite difference methods for the numerical solution to problems arising in earthquake modeling (4 lecture hours, 2 lab work hours) 3. Finite element methods for the numerical solution to seismology problems (2 lecture hours, 2 lab work hours) 4. One-dimensional spectral element method and its applications (2 lecture hours, 2 lab work hours) 5. Two-dimensional spectral element method and its applications (4 lecture hours, 2 lab work hours) 6. Spectral element method for hyperbolic problems (2 lecture hours). 7. Fourier transform and its applications in seismology (2 lecture hours) 8. Discrete Fourier transform and its applications (2 lecture hours, 2 lab work hours) 9. Fast Fourier transform (2 lecture hours) 10. Inverse problems in seismology (2 lecture hours) 11. Applications of parallel computing and HPC for earthquake modeling (2 lecture hours, 2 lab work hours) 12. Examples of simulations in seismology and analysis of the results (4 lecture hours, 2 lab work hours)
Final control, form	Credit at the end of the semester
Prerequisites	To study this course, students need basic knowledge of: - numerical methods; - numerical methods for mathematical physics; - equations of mathematical physics;

<table>
<tr><td></td><td>- programming.</td></tr>
<tr><td>Teaching methods and techniques that will be used during the teaching of the course</td><td>Presentation, lectures (lecture-presentation, interactive lecture)
Individual assignments</td></tr>
<tr><td>Required equipment</td><td>Projector</td></tr>
<tr><td>Evaluation criteria (separately for each type of educational activity)</td><td>Assessment is conducted on a 100-point scale. Points are awarded according to the following distribution:
● Individual assignments: 75% of the semester grade; maximum of 75 points (5 assignments worth 15 points each. Solutions must be presented)
● Final test: 25% of the semester grade; maximum of 25 points (5 tasks worth 5 points each).
The maximum total score is 100 points.

Assessment is conducted on a 100-point scale.
<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">ECTS Grade</th><th rowspan="2">Grade in Points</th><th colspan="3">National Scale Grade</th></tr>
<tr><th colspan="2">Exam, Differentiated Credit</th><th>Credit</th></tr>
<tr><td>A</td><td>Excellent</td><td>100 - 90</td><td>Excellent</td><td>5</td><td rowspan="5">Passed</td></tr>
<tr><td>B</td><td>Very Good</td><td>81- 89</td><td rowspan="2">Good</td><td rowspan="2">4</td></tr>
<tr><td>C</td><td>Good</td><td>71 -80</td></tr>
<tr><td>D</td><td>Satisfactory</td><td>61 - 70</td><td rowspan="2">Satisfactory</td><td rowspan="2">3</td></tr>
<tr><td>E</td><td>Sufficient</td><td>51- 60</td></tr>
<tr><td>FX (F)</td><td>Unsatisfactory (Fail)</td><td>0 - 50</td><td>Unsatisfactory</td><td>2</td><td>Not Passed</td></tr>
</table>
Assessment Criteria for Individual Assignments:
15 points – The student fully meets the assignment requirements by correctly solving all problems, actively participates in the discussion of the problems and the presentation of solutions, answers all questions and proposes alternative solutions.
12–14 points – The student completes the assignment by solving all problems with only minor errors and inaccuracies, actively participates in the discussion of the problems and the presentation of solutions and answers all questions.
9–11 points – The student partially completes the assignment; the solutions contain errors and inaccuracies. The student actively participates in the discussion of the problems and the presentation of solutions and answers most of the questions.
5–8 points – The student partially completes the assignment; the solutions contain errors that significantly affect the results and are incomplete. During the presentation, the explanations provided are insufficient for understanding the proposed solutions.
1–4 points – The student partially completes the assignment with major errors, and provides little or no explanation of the solutions during the presentation.
0 points – The student does not complete the assignment.

Assessment Criteria for Each Task of the Final Test:</td></tr>
</table>

	5 points – The student provides a complete and accurate answer to the theoretical question. **4 points –** The student answers the theoretical question with only minor errors and inaccuracies. **3 points –** The student provides a partially complete answer; the reasoning contains errors and inaccuracies. **2 points –** The student provides a partially complete answer; the reasoning contains errors that significantly affect the correctness of the answer, and the explanations are insufficient to demonstrate understanding. **1 point –** The student provides little or no meaningful answer to the theoretical question; the reasoning contains major errors, and explanations are almost entirely absent. **0 points –** The student does not answer the question or fails to demonstrate a basic level of understanding in their response. **Written Assignments:** Students are expected to complete individual written assignments. **Academic Integrity:** Students are expected to submit work that reflects their own original research and reasoning. Failure to properly acknowledge sources, fabrication of references, plagiarism, cheating, and interference with the work of other students are examples of academic misconduct, but are not limited to these actions. If evidence of academic misconduct is identified in a student's written work, the instructor may assign a failing grade for that work, regardless of the extent of the plagiarism or other form of academic dishonesty. **Class Attendance:** Attendance is an important component of the course. Students are expected to attend all lectures and practical (tutorial/laboratory) sessions. If a student is unable to attend a class, they should notify the instructor in advance whenever possible. In all cases, students are responsible for meeting all deadlines for written assignments and individual coursework required by the course. **Course Materials:** Any course materials that students are unable to obtain independently will be provided by the instructor solely for educational purposes and may not be distributed to third parties. Students are also encouraged to consult additional literature and other relevant sources beyond those included in the recommended reading list. **Assessment Policy:** The final course grade is based on points earned through ongoing assessments, independent coursework, and the final assessment. In addition to assessment results, the following factors are taken into consideration: attendance and active participation in practical classes; regular and punctual attendance; appropriate use of mobile phones, tablets, and other electronic devices during class (limited to educational purposes); academic integrity, including the absence of plagiarism and cheating; timely completion of assigned work; and compliance with other course requirements. Any form of academic misconduct is strictly prohibited.
Questions for test or exam	Mathematical models of earthquakes Finite difference methods for the numerical solution to problems arising in earthquake modeling Finite element methods for the numerical solution to seismology problems One-dimensional spectral element method and its applications Two-dimensional spectral element method and its applications Spectral element method for hyperbolic problems Fourier transform and its applications in seismology

	Discrete Fourier transform and its applications Fast Fourier transform Inverse problems in seismology Applications of parallel computing and HPC for earthquake modeling Examples of simulations in seismology and analysis of the results
Poll	An evaluation questionnaire for the purpose of assessing the quality of the course will be provided upon completion of the course

Scheme of the course

Week	**Topic, plan, short theses**	**Form of activity (class)**	**Literature**	**Assignment, hours**	**Deadline**
1	Course overview. Mathematical models of earthquakes (4 hours)	Lecture	[3], [5]-[7]	Review of lecture syllabus (4 hours)	2 weeks
	Mathematical models of earthquakes **Individual assignment 1** (2 hours)	Lab work	[3], [5]-[7]	Performing individual assignment №1 (7 hours)	1 week
2	Finite difference methods for the numerical solution to problems arising in earthquake modeling (4 hours)	Lecture	[1]-[5]	Review of lecture syllabus (4 hours)	2 weeks
	Finite difference methods for the numerical solution to problems arising in earthquake modeling **Individual assignment 2** (2 hours)	Lab work	[1]-[5]	Performing individual assignment №2 (7 hours)	1 week
3	Finite element methods for the numerical solution to seismology problems (2 hours)	Lecture	[1]-[5]	Review of lecture syllabus (2 hours)	1 week
	Finite element methods for the numerical solution to seismology problems (2 hours)	Lab work	[1]-[5]	Doing homework (5 hours)	1 week

4	One-dimensional spectral element method and its applications (2 hours)	Lecture	[1]	Review of lecture syllabus (2 hours)	1 week
	One-dimensional spectral element method and its applications **Individual assignment 3** (2 hours)	Lab work	[1]	Performing individual assignment №3 (7 hours)	1 week
5	Two-dimensional spectral element method and its applications (4 hours)	Lecture	[1]	Review of lecture syllabus (4 hours)	2 weeks
	Two-dimensional spectral element method and its applications **Individual assignment 4** (2 hours)	Lab work	[1]	Performing individual assignment №4 (7 hours)	1 week
6	Spectral element method for hyperbolic problems (2 hours)	Lecture	[1]-[5]	Review of lecture syllabus (2 hours)	1 week
7	Fourier transform and its applications in seismology (2 hours)	Lecture	[3],[5],[6]	Review of lecture syllabus (2 hours)	1 week
8	Discrete Fourier transform and its applications (2 hours)	Lecture	[3],[5],[6]	Review of lecture syllabus (2 hours)	1 week
	Discrete Fourier transform and its applications **Individual assignment 5** (2 hours)	Lab work	[3],[5],[6]	Performing individual assignment №5 (7 hours)	1 week
9	Fast Fourier transform (2 hours)	Lecture	[3],[5],[6]	Review of lecture syllabus (2 hours)	1 week
10	Inverse problems in seismology (2 hours)	Lecture	[3]	Review of lecture syllabus (2 hours)	1 week

11	Applications of parallel computing and HPC for earthquake modeling (2 hours)	Lecture	[7]	Review of lecture syllabus (2 hours)	1 week
	Applications of parallel computing and HPC for earthquake modeling (2 hours)	Lab work	[7]	Doing homework (5 hours)	1 week
12	Examples of simulations in seismology and analysis of the results (4 hours)	Lecture	[1-7]	Review of lecture syllabus (4 hours)	2 weeks
	Examples of simulations in seismology and analysis of the results **Conducting the final test** (2 hours)	Lab work	[1-7]	Preparation for the final test (10 hours)	1 week