МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка

Фізичний факультет
Кафедра експериментальної фізики

Затверджено
на засіданні кафедри експериментальної фізики
фізичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 7 від 07.06.2023 р.)

Завідувач кафедри

Анатолій ВОЛОШИНОВСЬКИЙ

Силабус з навчальної дисципліни

“ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ”,

що викладається в межах ОПП “Комп’ютерні технології у прикладній фізиці”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів з спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Львів 2023

Назва дисципліни	Чисельні методи
Адреса викладання дисципліни	вул. Кирила і Мефодія, 8, м. Львів, 79005.
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Фізичний факультет, кафедра експериментальної фізики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань – 10 Природничі науки Спеціальність – 105 Прикладна фізика та наноматеріали
Викладачі дисципліни	Малий Тарас Сергійович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри експериментальної фізики
Контактна інформація викладачів	taras.malyi@lnu.edu.ua, m24tar@gmail.com
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через електронну пошту.
Сторінка дисципліни	
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Чисельні методи» є нормативною навчальною дисципліною для підготовки бакалавра з спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали», яка викладається у IV семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Вивчення курсу «Чисельні методи» дасть можливість ознайомлення з базовими методами та підходами в області наближення функцій, апроксимації та інтерполяції, чисельного диференціювання та інтегрування функцій.
Мета та цілі дисципліни	Мета: одержання студентами знань і практичних навичок алгоритмізації, створення, налагодження та тестування програм для розв'язання фахових задач на комп'ютері. Велика увага приділяється сучасним технологіям проведення наукових розрахунків із використанням програмного пакету GNU Octave. Завданням курсу є формування в студентів знань та умінь, необхідних для самостійного створення, налагоджування та тестування програм комп'ютерного моделювання фізичних процесів і систем.
Література для вивчення дисципліни	**Базова:** 1. Волонтир Л. О., Зелінська О. В., Потапова Н. А., Чіков І. А. Чисельні методи, похибки, інтерполяція, апроксимація, інтегрування, диференциювання, оптимізація, диференційні рівняння. Навч. посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2020. - 322 с. 2. Хвищун І.О. Програмування і математичне моделювання: Підручник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 544 с. 3. Цегелик Г.Г. Чисельні методи: Підручник. – Львів: Видавничий центр Львівського національного університету імені Івана Франка, 2004. – 408 с. 4. Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках. Навч. посібник. – Львів: Видавництво «Новий Світ – 2000», 2020. – 470 с. **Додаткова:** 1. Чисельні методи : навчальний посібник / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 180 с.

	2. Квєтний Р.Н. Методи комп'ютерних обчислень: Навч. посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 148 с. **Інформаційні ресурси:** 1. Wikipedia: https://uk.wikipedia.org 2. Octave https://docs.octave.org/latest
Тривалість курсу	Один семестр
Обсяг курсу	90 годин, з яких 64 год. аудиторних занять, з них 16 год. лекцій, 32 год. лабораторних занять та 42 год. самостійної роботи**.**
Очікувані результати навчання	***Загальні компетентності (ЗК):*** **ЗК 3.** Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. **ЗК 5.** Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. ***Спеціальні (фахові) компетентності (СК):*** **СК 5.** Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій. ***Програмні результати навчання (ПРН):*** **ПРН 03**. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики. **ПРН 14.** Програмувати з використанням мов високого рівня. У результаті вивчення даного курсу студент повинен **знати** основні принципи програмування в середовищі Octave, чисельні методи обробки даних, підходи до розв'язання фізичних задач чисельними методами; **вміти:** самостійно складати алгоритми програм для чисельного розв'язання задач, які розглядаються в даному курсі. Значна частина навчальних годин курсу відведена на самостійне опрацювання. Самостійна робота студентів містить**:** підготовку до аудиторних занять (лекцій, лабораторних тощо); виконання відповідних завдань із навчальної дисципліни протягом семестру; самостійну роботу з окремих тем навчальної дисципліни; підготовку до всіх видів контрольних випробувань, у тому числі до модульних і комплексних контрольних робіт; участь у студентських наукових гуртках, семінарах, конференціях тощо.
Ключові слова	GNU Octave, математичні функції, матриці і вектори, диференціальні рівняння, деконволюція, задачі Коші, різницева апроксимація.
Формат курсу	Очний: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота та консультації для кращого розуміння тем.
Теми	Наведено у табл.1.
Підсумковий контроль, форма	іспит в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з: Математичний аналіз, Диференціальні та інтегральні рівняння, Обчислювальна техніка і програмування.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання дисципліни	Презентація, лекції, дискусія, виконання лабораторних робіт.
Необхідне обладнання	Лекційні заняття – мультимедійна установка та ноутбук. Лабораторні заняття – обладнання комп'ютерного класу.

Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)

Оцінювання проводяться за 100- бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

- допуск до лабораторних робіт та захист лабораторних робіт – 40 балів (10 робіт х 4 бали);
- колоквіум в середині семестру за лекційними заняттями – 10 балів.

Разом за семестр: 50 балів.

- Іспит: 50 балів.

Підсумкова максимальна кількість балів: **100.**

Шкала оцінювання лабораторної роботи

Бали	Критерії оцінювання
4	Здобувач самостійно провів розрахунки відповідно до ходу роботи в повному обсязі, грамотно обробив результати експерименту. Склавши письмовий звіт, зробив обґрунтований висновок. На захисті продемонстрував глибокий рівень знань з тематичної лабораторної роботи.
3	Студент виконав розрахунки частково з допомогою лаборанта/викладача відповідно до ходу роботи. Одержані результати дають можливість сформувати правильні висновки або їх частину. На захисті лабораторної роботи продемонстровано достатній рівень знань.
2	Студент провів розрахунки з допомогою лаборанта / викладача, частково обробив результати експерименту, склав письмовий звіт, де допущені помилки з оформлення, на захисті продемонстрував базовий рівень знань.
1	Студент провів розрахунки з допомогою лаборанта / викладача, частково обробив результати експерименту, склав письмовий звіт без належного оформлення, на захисті продемонстрував низький рівень знань.
0	Здобувач не представив до захисту звіт з відповідної тематичної лабораторної роботи.

У разі відсутності студента під час проведення лабораторних занять з поважних причин йому надається право на відпрацювання. У всіх інших випадках відсутність здобувача на лабораторних заняттях автоматично зараховується йому як незадовільна оцінка (0 балів) за відповідну тематичну лабораторну роботу. Незадовільну оцінку студент має право перескласти. Додатковий термін перездачі призначає викладач.

Підсумковий контроль (іспит): 50% семестрової оцінки.
Підсумковий контроль здійснюється у формі іспиту з врахуванням накопичених балів протягом семестру в процесі поточного контролю.

На іспит виноситься 2 описові питання, з максимальною оцінкою в 10 балів кожне і тести з максимальною сумарною оцінкою 30 балів. Максимальна кількість балів за іспит – 50.

Критерії оцінювання питань іспиту та колоквіуму

Критерії	Бали
Здобувач продемонстрував глибокий рівень розуміння матері-алу. Під час відповіді використовував формули, означення, приводив доведення, вільно володів концепціями. Розглянуто всі аспекти поставленого запитання. Відповіді були достатньо	10-9

	аргументовані, чіткі й логічні, містили всі необхідні елементи й деталі. Допускалися деякі неточності формулювань.	
	Здобувач продемонстрував достатній або середній рівень фізичних знань під час відповіді на запитання. Наведено формули й означення без їхнього повного кінцевого розуміння. Відповіді на певні аспекти питання були в основному правильні, але недостатньо фізично обґрунтовані, допускалися математичні помилки й неточності означень.	8-6
	Здобувачем продемонстровано задовільний або базовий рівень знань з питання, яке у відповіді не розглянуто з усіх необхідних точок зору. Крім значних математичних помилок, траплялися випадки, пов'язані з помилковою фізичною інтерпретацією певного аспекту питання.	5-1
	Додаткові бали (до 10 включно) можна отримати за написання тез, статті, участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах або конкурсах за тематикою навчальної дисципліни. **Академічна доброчесність** здобувачами вищої освіти передбачає самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання. Списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій чи усній роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів обману. **Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом. **Література**. Усю література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надано викладачами виключно в освітніх цілях без права її передавання третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих. **Політика виставлення балів**. Враховуються бали, набрані на практичних та поточному тестуванні. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних із навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. **Додаткові бали** можна отримати за результатами неформального та/або інформального навчання по тематиці даного курсу. Визнання та зарахування результатів такого навчання відбувається у відповідності до наданих документів про неформальне та/або інформальне навчання. **Жодні форми академічної недоброчесності не толеруються.**	
Питання до екзамену	1. Робота з оболонкою програми. 2. Прості обчислення в Octave. 3. Типи даних. 4. Елементарні математичні функції. 5. Матриці і вектори. 6. Функції для роботи з векторами. 7. Графічні засоби Octave.	

	8. Синтаксис та структура програм. 9. Скріпти і функції. 10. Оператори розгалуження. 11. Цикли. 12. Аналітичні розрахунки в Octave. 13. Різницева апроксимація 1-ї похідної. 14. Похибки різницевої апроксимації похідної. 15. Некоректність чисельного диференціювання. 16. Регуляризація по кроку. 17. Різницева апроксимація 2-ї похідної. 18. Багатоточкові апроксимації похідних. 19. Задача Коші. 20. Різницеві схеми Ейлера. 21. Схеми Рунге-Кутти. 22. Багатокроковий алгоритм Адамса-Бешфорта. 23. Неявний алгоритм «предіктор-коректор». 24. Жорсткі системи ЗДР. 25. Алгоритми розв'язування жорстких ЗДР. 26. Постановка крайових задач. 27. Алгоритм пристрілки. 28. Різницеві схеми. 29. Постановка задачі на власні значення. 30. Рівняння коливань струни. 31. Рівняння Шредінгера 32. Різницеві схеми розрахунків. 33. Явна різницева схема Ейлера. 34. Неявна схема Ейлера. 35. Алгоритм прогонки. 36. Клас обернених задач. 37. Некоректні задачі 38. Регуляризація. 39. Задачі деконволюції. 40. Регуляризація Тихонова.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «Чисельні методи»

Тиж-день	Тема занять	Форма діяльності та обсяг годин	Література	Термін виконання
1	Основи проведення розрахунків в середовищі Octave	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 3 год.	І.: 2	1 тиждень
2		Лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.	І.: 2	1 тиждень
3	Візуалізація даних, програмування та аналітичні розрахунки в Octave	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 3 год.	І.: 2	1 тиждень
4		Лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.	І.: 2	1 тиждень
5	Чисельне диференціювання	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 3 год.	Б.:1-3 Д.:1-2	1 тиждень
6		Лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.	Б.:1-3 Д.:1-2	1 тиждень
7	Звичайні дифрівняння (ЗДР). Задачі Коші.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 5 год.	Б.:1-3 Д.:1-2	1 тиждень
8		Лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.	Б.:1-4 Д.:1-2	1 тиждень
9	Звичайні дифрівняння. Крайові задачі.	Лекції – 2 год. (колоквіум) лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 3 год.	Б.:1-4 Д.:1-2	1 тиждень
10		Лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.	Б.:1-4 Д.:1-2	1 тиждень
11	Дифрівняння в частинних похідних.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 3 год.	Б.:1-4 Д.:1-2	1 тиждень
12		Лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.	Б.:1-4 Д.:1-2	1 тиждень
13	Обернені задачі.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 3 год.	Б.:1-4 Д.:1-2	1 тиждень
14		Лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.	Б.:1-4 Д.:1-2	1 тиждень
15	Фізичні задачі які розв’язуються чисельними методами.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 3 год.	Б.:1-4 Д.:1-2	1 тиждень
16		Лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.	Б.:1-4 Д.:1-2	1 тиждень