**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Львівський національний університет імені Івана Франка**

**Факультет електроніки та комп’ютерних технологій**

**Кафедра сенсорної та напівпровідникової електроніки**

**Затверджено**

На засіданні

кафедри сенсорної та напівпровідникової електроніки

факультету електроніки та комп’ютерних технологій

Львівського національного університету імені Івана Франка

(протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_\_\_ 2023 р.)

Завідувач кафедри проф. Павлик Б.В.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Силабус з навчальної дисципліни**

**“Чисельні методи”,**

**що викладається в межах освітньої програми**

**“Сенсорні та діагностичні електронні системи”**

**першого рівня вищої освіти вищої освіти (бакалавр)**

**для здобувачів з спеціальності**

**176 «Мікро- та наносистемна техніка»**

**Львів 2023 р.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Назва дисципліни** | **Чисельні методи** |
| **Адреса викладання дисципліни** | Факультет електроніки та комп’ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. ген. Тарнавського, 107 |
| **Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна** | Факультет електроніки та комп’ютерних технологій  Кафедра сенсорної та напівпровідникової електроніки |
| **Галузь знань, шифр**  **та назва спеціальності** | 17 Автоматизація та приладобудування  176 Мікро- та наносистемна техніка |
| **Викладач дисципліни** | Лис Роман Мирославович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри сенсорної та напівпровідникової електроніки |
| **Контактна інформація**  **викладача** | [roman.lys@lnu.edu.ua](mailto:roman.lys@lnu.edu.ua)  Факультет електроніки та комп’ютерних технологій,  Кафедра сенсорної та напівпровідникової електроніки  вул. ген. Тарнавського, 107  лаб. 416  https://electronics.lnu.edu.ua/employee/lys-r-m |
| **Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються** | У день проведення лекційних/лабораторних занять відповідно до розкладу (вул. ген. Тарнавського, 107).  Також проводяться онлайн консультації на платформі Microsoft Teams. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача. |
| **Сторінка курсу** | https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=5380 |
| **Інформація про дисципліну** | Дисципліна «Чисельні методи» є нормативною дисципліною з спеціальності 176 «Мікро- та наносистемна техніка» освітньої програми «Сенсорні та діагностичні електронні системи», яка викладається в другому семестрі в обсязі 3 кредити (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). |
| **Коротка анотація дисципліни** | Курс спрямований на формування у студентів професійних компетентностей розв’язання типових задач (чисельними методами), які найчастіше зустрічаються у діяльності бакалавра з автоматизації, комп’ютерно-інтегрованих технологій, мікро- та наносистемної техніки. |
| **Мета та цілі дисципліни** | Вивчення курсу «Чисельні методи» дасть студентам можливість ознайомлення із основними методами чисельного розв’язання алгебраїчних та диференціальних рівнянь та систем; методами чисельного інтегрування та диференціювання; з базовими методами для наближення функцій, апроксимації та інтерполяції. Як результат – формування у студентів вміння обґрунтувати вибір чисельного методу для розв’язування математичної задачі, знати особливості його реалізації на ПК, вміти запрограмувати відповідний алгоритм, отримати числовий результат та оцінити похибку та інтерпретувати одержані результати. |
| **Література длявивчення дисципліни** | **Основна**  1. Чисельні методи: навч. посібник / Л.О. Волонтир, О.В. Зелінська, Н.А. Потапова, І.А. Чіков. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 322 с.  2. Шахно С.М. Практикум з чисельних методів: навч. посіб. / С.М. Шахно, А.Т. Дудикевич, С.М. Левицька. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2013. – 432 с.  3. Шаповаленко В.А. Чисельне обчислення функцій, характеристик матриць і розв'язування нелінійних рівнянь та систем рівнянь: навч. посібник / В.А. Шаповаленко, Л.М. Буката, О.Г. Трофименко. – Одеса: ВЦОНАЗ, 2010. – Ч.1. – 88с.  4. Самборська О.М. Чисельні методи: навч. посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів / О.М. Самборська, Б.Г. Шелестовський. – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2010. – 164 с.  5. Методичні рекомендації до лабораторних робіт з дисципліни "Алгоритми та методи обчислень" [електронний ресурс] / упоряд.: І.В. Мірошкіна. – Черкаси: ЧДТУ, 2018. – 106 с.  6. Супруненко О.О. Розв'язання задач з дисципліни "Чисельні методи в інформатиці": навч.-методич. посібник / О.О. Супруненко, Ю.Є. Гребенович. – Ч.1. – Черкаси: ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2011. – 80 с.  7. Чисельні методи розв'язання прикладних задач: навч. посіб. / О.А. Гончаров, Л.В. Васильєва, А.М. Юнда. – Суми: Сумський державний університет, 2020. – 142 с.  **Додаткова**  8. Ляшенко Б.М. Методи обчислень: навч.-метод. посібник / Б.М. Ляшенко, О.М. Кривонос, Т.А. Вакалюк. – Житомир: Вид-во ЖДУ, 2014. – 228 с.  9. Програмуваня: підручник / укладач Л.Я. Глинчук, Т.О. Гришанович. – Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2022. – 160 с.  10. Обчислювальна математика та програмування. Чисельні методи: метод. вказ. і завд. до практ. та самостійної роботи / С.Г. Бондаренко, С.В. Брановицька, О.В. Сангінова. – К.: НТУУ "КПІ", 2014. – 86 с.  11. Хвищун І.О. Програмування і математичне моделювання: підруч. / І.О. Хвищун. – К.: Видавничий Дім «Ін Юре», 2007. – 544 с. |
| **Обсяг курсу** | Загальний обсяг 90 год. Аудиторних занять – 48 год.: 16 год. – лекційних занять, 32 год. – лабораторних занять. Самостійна робота – 42 год. |
| **Очікувані результати навчання** | В результаті вивчення даного курсу студент повинен:  **знати**: загальні поняття, пов’язані із чисельними методами; постановки типових фізичних і математичних задач та задач з електроніки; методи чисельного інтегрування та диференціювання; чисельні методи розв’язування нелінійних рівнянь, систем лінійних аглебраїчних рівнянь, систем звичайних диференціальних рівнянь; чисельні методи наближення функцій.  **вміти**: використовувати здобуті знання для чисельного розв’язання типових задач на ПК; застосовувати один чи декілька з відомих комп’ютерних математичних пакетів для розв’язання практичних задач; програмувати, тестувати та налагоджувати програми, які реалізовують чисельні методи. |
| **Ключові слова** | Похибки обчислень, нормалізована форма числа з плаваючою крапкою, інтерполяція, екстраполяція, чисельне диференціювання, метод половинного ділення, метод Ньютона, метод Гаусса, СЛАР, LU-розклад, метод Ейлера-Коші, методи Рунге-Кутта, задача Коші. |
| **Формат курсу** | Очний.  Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій для кращого розуміння тем. |
| **Теми** | Теми подані у схемі курсу нижче |
| **Підсумковий**  **контроль, форма** | Залік у кінці семестру. Формат заліку: письмовий тестовий. |
| **Пререквізити** | Для вивчення дисципліни необхідні знання з таких предметів: «Архітектура комп’ютерів та програмування», «Вища математика», «Загальна фізика», «Фізичний практикум». |
| **Навчальні методи татехніки, які будуть**  **використовуватися**  **під час викладання**  **курсу** | Лекції, презентації, ідивідуальні завдання, лабораторні завдання, групові та підгрупові завдання, дискусія.  Робота в системі Moodle для здійснення модульного контролю, завантаження виконаних лабораторних завдань. |
| **Необхідне обладнання** | Персональний комп’ютер, проектор. Мультимедіа, платформи Microsoft Teams та Moodle, комп’ютерне програмне забезпечення. IDE для програмування мовою C++, C. |
| **Критерії оцінювання(окремо для кожноговиду навчальноїдіяльності)** | Оцінювання знань студента здійснюється за 100 бальною шкалою, 70 балів за поточну успішність (лабораторний практикум), 15 балів за проміжний модульний контроль, 15 балів за підсумкову контрольну роботу.  Поточний контроль знань студентів здійснюється під час проведення лабораторних занять. Модульний контроль проводиться 1 раз впродовж семестру. Семестр закінчується здачею заліку з навчальної дисципліни (у вигляді підсумкової контрольної роботи). Під час семестрового контролю враховуються результати здачі лабораторних і модульних контрольних робіт та підсумкової контрольної роботи.  **Академічна доброчесність:** Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Виявлення ознак академічної недоброчесності при виконанні лабораторних робіт та формуванні звітів є підставою для їх 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 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 контролі (виконання лабораторних робіт, модулів), самостійній роботі та бали підсумкової контрольної роботи. При цьому обов’язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторних занять; 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** | Перелік питань і завдань для проведення підсумкової оцінки знань усіх тем курсу до контрольних робіт розміщено на веб-сторінці курсу. |
| **Опитування** | Анкету з метою оцінювання якості курсу буде надано після вивчення курсу. |

СХЕМА КУРСУ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тиж. | Тема, план, короткі тези | Форма діяльності (за­няття) | Література.  Ресурси в Інтернеті | Завдання (лабораторна робота), год. | Термін викона­ння |
| 1 | **Тема 1. Вступ. Елементи теорії похибок.**  Предмет і завдання курсу. Основні терміни та визначення. Класифікація методів розв’язування математичних задач (графічні, аналітичні, чисельні). Запис чисел в ЕОМ: з фіксованою крапкою, з плаваючою крапкою. Нормалізована форма числа з плаваючою крапкою; розрядність та межа порядку дійсних чисел в ЕОМ. Похибка задачі (неусувна похибка); похибка методу; похибка заокруглень (похибка операцій). Основна задача теорії похибок. Пряма та обернена задачі теорії похибок. Абсолютна та відносна похибки. Граничні абсолютні та відносні похибки. Значущі цифри. Правильні (точні) цифри у вузькому та широкому значеннях. Похибки округлення. Абсолютна та відносна похибки суми та різниці наближених чисел. Стійкість та коректність задачі. Збіжність чисельного методу. | Лекція  (2 год) | [1–11] | Вступне заняття. Інструкція з техніки безпеки. ЛР «Теорія похибок» 2 год. | 2 тижні |
| 2 | **Тема 2. Методи чисельного інтегрування.**  Криволінійна трапеція, геометричне тлумачення визначеного інтегралу. Методи Ньютона-Котеса (метод прямокутників, метод трапецій, метод парабол), сплайнові методи, методи Гауса-Кристофеля, метод Монте-Карло (імовірнісні методи). Похибки чисельного інтегрування. | Лекція  (2 год) | [1–11] | ЛР «Обчислення визначеного інтегралу», 2 год. | 2 тижні |
| 3 | **Тема 3. Чисельні методи розв’язання нелінійних рівнянь.**  Метод половинного ділення (МПД), особливі випадки МПД. Метод Ньютона (метод дотичних), модифікований метод Ньютона. | Лекція  (2 год) | [1–11] | ЛР «Знаходження коренів нелінійного рівняння», 2 год. | 2 тижні |
| 4 | **Тема 4. Наближення функцій.** Поліноміальне інтерполювання. Умови Лагранжа, інтерполяційна функція. Завдання інтерполяції. Екстраполяція. Інтерполяційний многочлен Лагранжа, лагранжеві коефіцієнти. Багатоінтервальна інтерполяція. Кусково-лінійна інтерполяція, сплайн-інтерполяція. Апроксимація експериментальних даних. Метод найменших квадратів. Квадратичне відхилення, коефіцієнт кореляції, вибіркове відхилення та вибіркова коварація. Середнє вибіркове відхилення як характеристика точності апроксимації. | Лекція  (4 год) | [1–11] | ЛР «Інтерполяційний многочлен Лагранжа», 2 год.  ЛР «Апроксимація експериментальних даних. Метод найменших квадратів», 2 год. | 4 тижні |
| 5 | **Тема 5. Чисельне диференціювання.**  Скінченні різниці. Перший інтерполяційний многочлен Ньютона для інтерполяції вперед. Другий многочлен Ньютона для інтерполяції назад. Формули чисельного диференціювання на основі багаточленів Ньютона. | Лекція  (2 год) |  | ЛР «Чисельне диференціювання», 2 год. |  |
| 6 | **Тема 6. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР).**  Типи систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Основна та розширена матриці СЛАР. Елементарні перетворення матриць. Властивості визначників та матриць. Мінори матриць, алгебраїчні доповнення, ранг матриці. Прямі та ітераційні методи розв’язання систем лінійних рівнянь Розв’язування систем *m* лінійних рівнянь з *n* невідомими. Теорема Кронекера- Капеллі. Метод Гаусса розв’язування СЛАР. Розв’язування систем *n* лінійних рівнянь з *n* невідомими за допомогою методу оберненої матриці. Недоліки застосування формул Крамера та метода оберненої матриці. Розв’язування СЛАР за допомогою *LU*-розкладу. | Лекція  (2 год) | [1–11] | ЛР «Розв’язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь», 2 год. | 2 тижні |
| 7 | **Тема 7. Чисельні методи розв’язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь.**  Формулювання задачі Коші, умова Ліпшиця. Метод Ейлера та його модифікації. Метод Ейлера-Коші. Методи Рунге-Кутта, переваги та недоліки цих методів. Формули методу Рунге-Кутта різних порядків точності. Розв’язування задачі Коші для систем звичайних диференціальних рівнянь. Формули методу Рунге-Кутта різних порядків для системи двох диференціальних рівнянь першого порядку. Оцінка похибки наближеного розв’язку задачі Коші. Приклади задачі Коші у фізиці та електроніці. | Лекція  (2 год) | [1–11] | ЛР «Звичайні диференційні рівняння. Задача Коші», 2 год. | 2 тижні |

Розробник доц. Лис Р.М.