

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Факультет електроніки та комп'ютерних технологій**  
**Кафедра системного проектування**

**Затверджено**

На засіданні  
кафедри системного проектування  
факультету електроніки та комп'ютерних  
технологій  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № 1 від 30.08.2022 р.)

Завідувач кафедри:



Роман ШУВАР

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**“ Методи та технології обчислень”,**  
**що викладається в межах ОПП**  
**“ Інженерія програмного забезпечення ”**  
**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з**  
**спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення**

Львів 2022 р.

<b>Назва дисципліни</b>	Методи та технології обчислень
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Драгоманова 50, м. Львів, 79005, вул. Ген. Тарнавського 107, м. Львів, 79011
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій Кафедра системного проектування
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	12 – інформаційні технології 121 – Інженерія програмного забезпечення
<b>Викладачі дисципліни</b>	Бугрій О.М., доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри системного проектування
<b>Контактна інформація викладачів</b>	oleh.buhrii@lnu.edu.ua , <a href="https://electronics.lnu.edu.ua/employee/buhrii-o-m">https://electronics.lnu.edu.ua/employee/buhrii-o-m</a>
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю): ауд. 205, корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, вул. Драгоманова 50, м. Львів
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://electronics.lnu.edu.ua/course/chysel-ni-metody-ist">https://electronics.lnu.edu.ua/course/chysel-ni-metody-ist</a> <a href="https://moodle.elct.lnu.edu.ua/course/view.php?id=178">https://moodle.elct.lnu.edu.ua/course/view.php?id=178</a>
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Дисципліна “Методи та технології обчислень” є нормативною дисципліною з спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення для освітньої програми “Інформаційні системи та технології”, яка викладається в 5-му семестрі в обсязі 4-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Інформація про дисципліну</b>	Курс розроблено для ознайомлення студентів з основними поняттями та методами сучасної теорії інтерполяції, чисельного розв’язування алгебричних та диференціальних рівнянь
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	<i>Мета:</i> надати студентам основні поняття про чисельні методи обчислень і обчислювальні алгоритми, які використовуються в сучасних інформаційних технологіях <i>Цілі:</i> забезпечити знайомство студентів з загальною теорією методів обчислень і сформувані навички їх практичного використання; навчити студента вибирати і обґрунтувати чисельні методи розв’язування задач, вказувати область їх застосування, записувати алгоритм розв’язування, реалізовувати його на персональному комп’ютері і аналізувати точність отриманого результату
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	1) Цегелик Г.Г. <i>Чисельні методи</i> . Підручник. – Львів: Видавничий центр Львівського національного університету імені Івана Франка, 2004. – 408с. 2) Лященко М.Я., Головань М.С. <i>Чисельні методи</i> . – К.: Либідь, 1996. – 287с. 3) Гончаров О.А., Васильєва Л.В., Юнда А.М. <i>Чисельні методи розв’язання прикладних задач</i> : Навч. посіб. – Суми: Сумський державний університет, 2020. – 142 с.

	<p>4) Лопушанська Г.П., Бугрій О.М., Лопушанський А.О. <i>Диференціальні рівняння та рівняння математичної фізики</i>. – Підручник. – Львів: видавець І. Е. Чижиков. (1-е видання: 2012. – 362 с.) 2-е видання: 2017. – 372 с.</p> <p>5) Костюшко І.А., Любашенко Н.Д., Третиник В.В. <i>Методи обчислень</i>: Підручник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка». – 2021. – 257 с.</p> <p>6) Brownlee J. <i>Basics of Linear Algebra for Machine Learning. Discover the Mathematical Language of Data in Python</i>, 2021. – 248 p.</p> <p>7) Brownlee J. <i>Optimization for Machine Learning. Finding Function Optima with Python</i>, 2021. – 393 p.</p> <p>8) Iserles A. <i>A First Course in the Numerical Analysis of Differential Equations</i>. New York, Cambridge University Press, 1996. – 378p.</p> <p>9) Дорошенко А.Ю., Погорілий С.Д., Дорогий Я.Ю., Глушко Є.В. <i>Програмування числових методів мовою Python</i>: Навч. посіб. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2013. – 463с.</p> <p>10) Гаврилюк І.П., Макаров В.Л. <i>Методи обчислень</i>: Підручник: У 2 ч.. – К.: Вища школа, 1995. – Ч. 1. – 367 с., Ч. 2. – 431 с.</p>
<b>Обсяг курсу</b>	Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекційних та 32 годин лабораторних робіт. Самостійної роботи: 56 год.
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>У результаті вивчення даного курсу студент буде:</p> <p><b>знати:</b> основні поняття, визначення і проблеми курсу; вимоги до постановки основних задач методів обчислень; призначення й особливості застосування основних чисельних методів обчислень;</p> <p><b>вміти:</b> володіти математичним апаратом методів обчислень; застосовувати чисельні методи для розв’язування прикладних задач; реалізувати методи обчислень на сучасних персональних комп’ютерах.</p> <p>Після вивчення даного курсу «Методи та технології обчислень» здобувачі набудуть таких Загальних та Фахових компетентностей та Програмних результатів навчання:</p> <p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ФК14. Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування. ФК15. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем. ФК20. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв’язання завдань інженерії програмного забезпечення. ФК26. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.</p> <p>ПРН5. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об’єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення. ПРН13. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань. ПРН26. Знати та вміти застосовувати засоби інженерії програмного забезпечення для реалізації проектів з використанням технологій науки про дані та штучного інтелекту.</p>

<b>Ключові слова</b>	Методи обчислень, інтерполяція функції, чисельне розв'язування рівнянь та систем рівнянь.
<b>Формат курсу</b>	Очний
<b>Теми</b>	<p>Тема 1. <i>Вступ до теорії сплайнів та інтерполяційних многочленів.</i></p> <p>Тема 2. <i>Інтерполяційні многочлени Ньютона та їх застосування.</i></p> <p>Тема 3. <i>Наближення функції факторіальними многочленами.</i></p> <p>Тема 4. <i>Поняття про найкраще наближення функції в метричному просторі.</i></p> <p>Тема 5. <i>Чисельне диференціювання функції однієї змінної.</i></p> <p>Тема 6. <i>Чисельне інтегрування функції однієї змінної.</i></p> <p>Тема 7. <i>Системи лінійних алгебраїчних рівнянь.</i></p> <p>Тема 8. <i>Задачі лінійної алгебри та методи їх розв'язування.</i></p> <p>Тема 9. <i>Нелінійні рівняння та методи їх розв'язування.</i></p> <p>Тема 10. <i>Системи нелінійних рівнянь. Вступ до теорії оптимізації.</i></p> <p>Тема 11. <i>Відшукування екстремумів функції однієї та багатьох змінних.</i></p> <p>Тема 12. <i>Однокрокові методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку.</i></p> <p>Тема 13. <i>Багатокрокові методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку</i></p> <p>Тема 14. <i>Крайова задача для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку.</i></p> <p>Тема 15. <i>Задачі для диференціальних рівнянь з частинними похідними.</i></p> <p>Тема 16. <i>Дискретні та неперервні нейронні мережі Хопфілда в теорії комп'ютерного зору.</i></p>
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Екзамен у кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	<p>Для вивчення даного курсу студентам потрібні базові знання з курсів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вища математика;</li> <li>- дискретна математика;</li> <li>- теорія алгоритмів;</li> <li>- алгоритмізація і програмування;</li> <li>- об'єктно-орієнтоване програмування.</li> </ul>
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Інформаційні методи (лекція, бесіда, ілюстрація, демонстрація); дедуктивні методи на основі узагальнень; евристичні методи (проблемна лекція); інтерактивні методи (дискусія).
<b>Необхідне обладнання</b>	Комп'ютер із необхідним програмним забезпеченням, доступ до Internet мережі.
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Змістовий модуль 1: 25% семестрової оцінки за виконані лабораторні роботи.</li> <li>• Змістовий модуль 2: 25% семестрової оцінки за виконані лабораторні роботи.</li> <li>• екзамен: 50% семестрової оцінки, максимальна кількість балів 50.</li> </ul> <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p>

Поточне тестування та самостійна робота																Піс- ум- ков- ий тест (екз- аме- н)	Сум- а
Змістовий модуль 1								Змістовий модуль 1									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	50	100
2	2	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3		
<p><b>Академічна доброчесність:</b> Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в написанні завдань є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідання занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні зайняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p><b>Література.</b> 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.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали, набрані при поточному контролі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного 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. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>																	
<b>Питання до заліку чи екзамену.</b>		<p>Інтерполяція функцій за допомогою кубічних сплайнів Розділені різниці. Властивості розділених різниць. Скінченні різниці. Факторіальні многочлени. Розклад функцій в ряд за факторіальними многочленами. Інтерполяційні многочлени Ньютона. Інтерполяційні многочлени Лагранжа. Точність інтерполяційних формул. Квадратичне наближення. Алгебраїчні многочлени найкращого квадратичного наближення. Ортогональні алгебраїчні многочлени на дискретних вузлах. Метод найменших квадратів побудови алгебраїчних многочленів найкращого квадратичного наближення. Побудова формул для чисельного диференціювання з використанням інтерполяційних многочленів Ньютона та за допомогою методу невизначених коефіцієнтів. Методи Рунге-Ромберга та Ейткена покращення точності формул для чисельного диференціювання. Точність формул для чисельного диференціювання. Процедура регуляризації по кроку. Метод побудови квадратурних формул з використанням інтерполяційних многочленів та за допомогою методу невизначених коефіцієнтів. Точність квадратурних формул наближеного обчислення інтегралів.</p>															

	<p>Складові квадратурні формули. Точність складових квадратурних формул. Адаптивний алгоритм чисельного інтегрування з використанням квадратурної формули Сімпсона.</p> <p>Методи Рунге-Ромберга та Ейткена покращення точності квадратурних формул для обчислення інтегралів.</p> <p>Метод Гауса розв'язку системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Алгоритм методу Гауса з вибором головного елемента по стовпцях</p> <p>Метод прогонки розв'язку системи лінійних алгебраїчних рівнянь з трьохдіагональною матрицею</p> <p>LU-розклад матриці. Ітераційні методи уточнення розв'язків системи лінійних алгебраїчних рівнянь</p> <p>Ітераційні методи розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Методи простої ітерації, метод Якобі, метод Гауса-Зейделя</p> <p>Задачі лінійної алгебри: обчислення визначника, знаходження оберненої матриці з використанням LU-розкладу матриці</p> <p>Задачі лінійної алгебри: знаходження власних значень та власних векторів матриць</p> <p>Однокрокові ітераційні методи розв'язку нелінійних рівнянь з одним невідомим: метод простої ітерації, метод Ньютона, метод Чебишова</p> <p>Однокрокові ітераційні методи розв'язку нелінійних рівнянь з одним невідомим: метод хорд, метод парабол, метод зворотної інтерполяції</p> <p>Обчислення швидкості збіжності ітераційних методів розв'язку нелінійних рівнянь з одним невідомим: метод простої ітерації, метод Ньютона, метод хорд</p> <p>Властивості коренів алгебраїчних рівнянь. Метод Ньютона по схемі Горнера знаходження дійсних коренів алгебраїчних рівнянь</p> <p>Властивості коренів алгебраїчних рівнянь. Метод Ліна знаходження комплексних коренів алгебраїчних рівнянь</p> <p>Метод золотого перетину одновимірної оптимізації</p> <p>Метод Фібоначчі одновимірної оптимізації</p> <p>Метод Хука-Дживса багатовимірної оптимізації</p> <p>Задача Коші для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку: отримання формули Рунге-Кутта для розв'язку у випадку <math>q=2</math> та <math>s=2</math></p> <p>Задача Коші для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку: однокрокові методи Рунге-Кутта для розв'язку</p> <p>Задача Коші для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку: методи оцінки локальної похибки методів Рунге-Кутта розв'язку задачі, алгоритм автоматичного вибору величини кроку</p> <p>Задача Коші для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку: формули Адамса прогнозу та корекції розв'язку задачі</p> <p>Задача Коші для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку: дослідження точності, збіжності та стійкості методу прогнозу та корекції Адамса другого порядку</p> <p>Задача Коші для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку: метод невизначених коефіцієнтів побудови методів прогнозу та корекції чисельного розв'язку</p> <p>Крайова задача для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку: чисельні методи розв'язку, метод скінченних різниць</p> <p>Крайова задача для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку: точність різницевого рівнянь розв'язку, підвищення точності різницевого рівнянь, підвищення точності різницевої апроксимації крайових умов</p>
--	---

<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.
-------------------	--

**Схема курсу “Методи обчислень”  
для студентів спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення**

<b>Тиж.</b>	<b>Тема, план, короткі тези</b>	<b>Форма діяльності (заняття)* *лекція, самостійна, дискусія, групова робота)</b>	<b>Література.** * Ресурси в інтернеті</b>	<b>Завдання, год</b>	<b>Термін виконання</b>
1	Вступ до теорії сплайнів та інтерполяційних многочленів	Лекція	[1], [2], [3], [9], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
1	Робота в середовищі Google Colaboratory. Jupyter Notebook. Основні бібліотеки для візуалізації та аналізу даних	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
2	Інтерполяційні многочлени Ньютона та їх застосування	Лекція	[1], [2], [3], [10], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
2	Лаб.1. Інтерполяція кубічними сплайнами	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
3	Наближення функції факторіальними многочленами	Лекція	[1], [2], [10], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
3	Лаб.2. Розділені різниці. Інтерполяційні многочлени Ньютона	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
4	Поняття про найкраще наближення функції в метричному просторі	Лекція	[1], [2], [10], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
4	Лаб.3. Скінченні різниці. Факторіальні многочлени	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
5	Чисельне диференціювання функції однієї змінної	Лекція	[1], [2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
5	Лаб.4. Знаходження алгебраїчних многочленів найкращого квадратичного наближення методом найменших квадратів	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
6	Чисельне інтегрування функції однієї змінної	Лекція	[1], [2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
6	Лаб.5. Чисельне диференціювання. Методи підвищення точності	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
7	Системи лінійних алгебраїчних рівнянь	Лекція	[1], [2], [3], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
7	Лаб. 6. Складові квадратурні формули для чисельного інтегрування. Методи підвищення точності. Адаптивний алгоритм	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня

8	Задачі лінійної алгебри та методи їх розв'язування	Лекція	[1], [2], [6], [10], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
8	Підсумкове заняття ЗМ 1	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
9	Нелінійні рівняння та методи їх розв'язування	Лекція	[1], [2], [3], [10], Сайт курсу	2	Кінець поточного тижня
9	Лаб.7. LU-розклад	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
10	Системи нелінійних рівнянь. Вступ до теорії оптимізації	Лекція	[1], [2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
10	Лаб.8. Ітераційні методи розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
11	Відшукування екстремумів функції однієї та багатьох змінних	Лекція	[1], [2], [10], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
11	Лаб.9. Однокрокові та багатокрокові чисельні методи розв'язування нелінійних рівнянь з одним невідомим. Метод Ньютона по схемі Горнера та метод Ліна розв'язування алгебраїчних рівнянь	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
12	Однокрокові методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку	Лекція	[1], [2], [4], [8], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
12	Лаб.10. Метод Хука Дживса	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
13	Багатокрокові методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь першого порядку	Лекція	[1], [2], [4], [8], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
13	Лаб.11. Метод Рунге-Кутта розв'язування задачі Коші для звичайних диференційних рівнянь першого порядку	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
14	Крайова задача для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку	Лекція	[1], [2], [4], [8], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
14	Лаб.12. Методи прогнозу і корекції для розв'язування задачі Коші для звичайних диференційних рівнянь першого порядку	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
15	Задачі для диференціальних рівнянь з частинними похідними	Лекція	[1], [2], [4], [10] Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
15	Підсумкове заняття ЗМ 2	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
16	Дискретні та неперервні нейронні мережі Хопфілда в теорії комп'ютерного зору	Лекція	[4], [7], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
16	Підсумкове заняття	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня



<https://moodle.elct.lnu.edu.ua/course/view.php?id=252>