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 2023 р.)

Ю.Ящук

Завідувач кафедри Ящук Ю.О.

Силабус навчальної дисципліни «Обчислювальна лінійна алгебра», що викладається в межах ОПП "Інформатика" першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Обчислювальна лінійна алгебра
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, Україна, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики, кафедра програмування
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань: 12 Інформаційні технології Спеціальність: 122 Комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Дяконюк Лілія Миколаївна, к. ф.-м. н., доцент, Борисюк Ярина Євгенівна, асистент
Контактна інформація викладачів	Електронна пошта: liliia.diakoniuk@lnu.edu.ua yaryna.borysyk@lnu.edu.ua веб-сторінки: https://ami.lnu.edu.ua/employee/diakoniuk
Консультації з питань навчання по дисципліні	Консультації проводять раз на тиждень згідно з оприлюдненим розкладом консультацій викладача. Можливі он-лайн консультації через Zoom чи Microsoft Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/course/obchysliuvalna-liniyna-alhebra
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Обчислювальна лінійна алгебра» є дисципліною за вибором студентів зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки для освітньої програми «Інформатика», яку викладають у 6-му семестрі в обсязі 5 кредитів (за Європейською кредитно-трансферною системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс передбачає огляд практичних задач, в яких використовуються методи лінійної алгебри, а також вивчення основних аспектів їх чисельної реалізації, які враховують специфіку формулювання проблем та даних, вивчення проблеми вибору ефективного методу розв'язку та реалізації алгоритмів на сучасних мовах програмування.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення вибіркової дисципліни «Обчислювальна лінійна алгебра» є освоєння студентами сучасних базових чисельних методів розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь та алгоритмів розв'язування задач на власні значення, а також вироблення уміння будувати та використовувати програмне забезпечення, що реалізовують ці алгоритми. Також курс ставить за ціль навчити студента проходити повний цикл розв'язування задачі від аналізу даних, вибору найбільш ефективного методу за різними критеріями, до аналізу отриманих результатів, оцінювання обчислювальних похибок та можливих методів їх оптимізації.
Література для вивчення дисципліни	*Основна література* 1. С. Шахно. Чисельні методи лінійної алгебри. . – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені І.Франка. – 2007. – 247 с. 2. Дяконюк Л.М. Чисельні методи лінійної алгебри. / Дяконюк Л.М., Муха І.С. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені І.Франка. – 2006. – 107с. 3. M. Cohen. Practical Linear Algebra for Data Science: From Core Concepts to Applications Using Python. – 1st Edition. – O'Reilly Media, 2022. – 326 p. 4. W. W. Hager. Applied Numerical Linear Algebra. - ISBN:1611976855. – Society for Industrial and Applied Mathematic, 2021. – 424 p. 5. James P. Howard. Computational methods for numerical analysis with R. - The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory Laurel, Maryland, USA, 2017. – 279 p. *Додаткова література* 1. W. Ford. Numerical Linear Algebra with Applications Using MATLAB.- Academic Press. - 2014. – 624 p. 2. І. А. Дичка. Чисельні методи. Розв'язування задач лінійної алгебри та нелінійних рівнянь: лабораторний практикум. / І. А. Дичка, М. В. Онай, Р. А. Гадиняк. – КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 95с. 3. Мамчич Я.М. Обчислювальні методи лінійної алгебри: методичні рекомендації/ Ярослав Минович Мамчич. – Луцьк: ПП. Іванюк В.П., 2015. – 56 с. 4. Ляшенко Б.М. Методи обчислень: навчально-методичний посібник для студентів фізико-математичного факультету. / Ляшенко Б.М. , Кривонос О.М., Вакалюк Т.А – Житомир: Вид-во ЖДУ, 2014. – 228 с.
Обсяг курсу	5 кредитів ЄКТС – 150 годин. З них 32 годин лекцій, 32 години лабораторних занять та 86 годин самостійної роботи (6-й семестр)
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде **Знати:** - Найбільш поширені методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь - Формулювання та суть проблеми на власні значення.

	- Методи знаходження детермінанта для великих матриць. - Паралельні методи розв'язування задач лінійної алгебри. **Вміти** - Вибрати оптимальний метод з врахуванням структури матриці. - Здійснювати оцінку власних значень. - Обґрунтовувати вибрану схему архітектури програмного забезпечення - Застосовувати спеціальні методи для розв'язування розріджених систем. - Ефективно використовувати ресурси комп'ютера для великих систем. - Реалізовувати алгоритми, використовуючи обрану мову програмування. - Аналізувати та оцінювати отримані числові розв'язки.
Компетентності	*Інтегральна:* Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачають застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов. *Загальні (ЗК):* ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями. *Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):* СК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтовування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування СК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки
Програмні результати навчання	ПР2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.
Ключові слова	Системи лінійних алгебраїчних рівнянь, ітераційні методи, задачі на власні значення. Обчислювальна похибка.
Формат курсу	Очний
Підсумковий контроль, форма	Залік
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін "Основи програмування", "Лінійна алгебра", "Чисельні методи", "Програмне забезпечення" Одночасно з вивченням цього курсу, студенти в команді розробляють проекти з використанням сучасних підходів до розробки програм
Навчальні методи та техніки, які використовують під час викладання курсу	Лекції з мультимедійними презентаціями та з демонстрацією прийомів практичного використання середовища програмування; лабораторні заняття у вигляді розробки проектів у команді з 3-4 осіб; самостійне опрацювання навчальних матеріалів: підручників, конспектів лекцій, готових програм мовою C#, додаткових навчальних посібників, розміщених у хмарному сховищі (Moodle, Microsoft Teams, Google Classroom). Обговорення теоретичного та практичного матеріалу в онлайн сервісах, формулювання творчих завдань для студентів, виконання яких готує до вивчення нового теоретичного матеріалу.
Необхідне обладнання	Для проведення практичних: комп'ютер, проєктор, доступ до мережі інтернет. Для проведення лабораторних та виконання завдань: комп'ютер, ОС Windows, доступ до інтернету, середовище розробки програм технологіями .Net C# (Microsoft Visual Studio, Code Blocks тощо). 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.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	**Оцінювання** проводиться за 100-бальною шкалою. 20 балів – колоквіум. 10 балів -1 індивідуальне завдання 10 балів -2 індивідуальне завдання 20 балів -3 індивідуальне завдання

	20 балів -4 індивідуальне завдання 20 балів -5 індивідуальне завдання Колоквіум формується з 4 теоретичних запитань, кожне з яких оцінюється по 5 балів. Індивідуальні завдання оцінюються балами, визначеними як відсотки від максимального балу за наступними критеріями: 80%-100% - завдання повністю виконане. Програма працює для різних тестових прикладів. Студент володіє теоретичним матеріалом, дає правильну відповідь на більшість поставлених питань. 50%-80% - завдання повністю виконане. Програма працює не для всіх тестових прикладів. Студент правильно відповідає на більшість поставлених запитань. 25%-50% - завдання не повністю виконане, студент дав відповідь на менше, ніж половину поставлених питань. 1%-25% - завдання не повністю виконане, студент може пояснити код, проте не дає теоретичні обґрунтування отриманих результатів. 0% - завдання не виконано. **Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Активність під час проведення лекцій і лабораторних заохочується балами. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом. Виконані роботи завантажують у відповідне хмарне сховище. За відповідних обставин альтернативою відвідування лабораторних занять в університеті може бути дистанційна онлайнова робота за розкладом проведення занять. Активність на лекціях і лабораторних ураховують при оцінюванні відповідного лабораторного завдання. **Академічна доброчесність**: роботи студентів мають бути їхніми оригінальними дослідженнями, розробками чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів, здавання чужих комп'ютерних програм як своїх становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Ніякі прояви академічної недоброчесності не толеруються.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано після завершення курсу.

Схема курсу "Обчислювальна лінійна алгебра".

Номер тижня	Тема лекції	Кількість годин	Тема лабораторних занять	Кількість годин
1.	Вступ	2 год.	Формування базових класів для розв'язування задач	2 год
	Самостійна робота	5 год.		
2.	Огляд практичних задач, в яких застосовуються чисельні методи лінійної алгебри	2 год.	Захист 1 індивідуального завдання.	2 год
	Самостійна робота	5 год.		
3.	Методи Гауса та Жордана-Гауса	2 год	Створення інтерфейсу програмного забезпечення для розв'язування слар.	2 год
	Самостійна робота	5 год.		
4.	Контроль та покращення точності розв'язків, отриманих за методом Гауса	2 год	Робота над тестовими прикладами для методу Гауса.	2 год
	Самостійна робота	5 год.		
5.	Методи Холецького та квадратного кореня.	2 год	Захист 2 індивідуального завдання.	2 год
	Самостійна робота	5 год.		
6.	Ітераційні методи.	2 год	Створення програмної реалізації для методу простої ітерації.	2 год
	Самостійна робота	5 год.		
7.	Алгоритми зведення розрідженої матриці системи до матриці стрічкового вигляду.	2 год	Розв'язування методу Якобі та Зейделя	'2 год
	Самостійна робота	5 год.		

8.	Фронтальний алгоритм методу Гауса для розв’язування великих систем лінійних алгебраїчних рівнянь.	2 год	Захист 3 індивідуального завдання.	2 год
	Самостійна робота	5 год.		
9.	Алгоритм методу Гауса з розрізуванням для розв’язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь спеціального вигляду.	2 год	Реалізація алгоритму Катхіл-Маккі.	2 год
	Самостійна робота	5 год.		
10.	Метод прогонки.	2 год	Програмна реалізація методу прогонки.	2 год
	Самостійна робота	5 год.		
11.	Способи розпаралелення методів СЛАР.	2 год	Реалізація паралельного алгоритму методу Зейделя.	2 год
	Самостійна робота	6 год.		
12.	Класифікація матричних проблем на власні значення. Подібні матричні проблеми.	2 год	Захист 4 індивідуального завдання.	2 год
	Самостійна робота	6 год.		
13.	Зведення класичної матричної до проблеми з тридіагональною матрицею.	2 год	Створення програмного інтерфейсу для розв’язування задач на власні значення.	2 год
	Самостійна робота	6 год.		
14.	Метод поділу відрізка навпіл для знаходження власних значень проблеми з тридіагональною матрицею.	2 год	Реалізація алгоритму зведення класичної проблеми до простішої.	2 год
	Самостійна робота	6 год.		
15.	QL–алгоритм.	2 год	Обчислювальні аспекти QL-алгоритму.	2 год
	Самостійна робота	6 год.		
16.	Метод ітерацій у підпросторі.	2 год	Захист 5 індивідуального завдання.	2 год
	Самостійна робота	6 год.		

.