

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра програмування

Затверджено

на засіданні кафедри
дискретного аналізу та
інтелектуальних систем

факультету прикладної
математики та інформатики

Львівського національного
університету імені Івана Франка

(протокол № 1/24 від 30 серпня
2024 р.)

Завідувач кафедри Притула М. М.

Силабус навчальної дисципліни
« МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ »,
що викладається в межах ОПП Інформатика
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

Львів 2024 р.

Назва дисципліни	Методи оптимізації
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 дискретного аналізу та інтелектуальних систем
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань: 12 Інформаційні технології Спеціальність: 122 Комп'ютерні науки Спеціалізація: Інформатика
Викладачі дисципліни	Олійник Роман Миколайович, к. ф.-м. н., Смичок Марія Богданівна
Контактна інформація викладачів	Електронна пошта: roman.oliynyk@lnu.edu.ua , maria.smychok@lnu.edu.ua веб-сторінки: https://ami.lnu.edu.ua/employee/oliynyk https://ami.lnu.edu.ua/employee/smychok
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	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/
Інформація про дисципліну	Курс “Методи оптимізації” є нормативною дисципліною зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки для освітньо-професійної програми «Інформатика», яку викладають у шостому семестрі в обсязі 3,5 кредитів (за Європейською кредитно-трансферною системою ECTS)
Коротка анотація дисципліни	Цей курс містить фундаментальні положення теорії екстремальних задач і дослідження операцій, а також головні методи і алгоритми їхнього розв'язування.
Мета та цілі дисципліни	Метою курсу є викладення теорії та методів оптимізації з ілюстрацією їх застосувань. Головним завданням курсу є ознайомлення студентів із формулюванням основних типів класичних задач оптимізації та дослідження операцій, вивчення математичного апарату, який використовується для їх розв'язування.
Література для вивчення дисципліни	<i>Основна література</i> 1. Ладієва Л.Р. Методи оптимізації та пошуку оптимальних рішень. : Електронне мережне навчальне видання. Навчальний посібник. – 2023. – 74 с. 2. Ладієва Л.Р. Оптимізація систем керування. : Електронне мережне навчальне видання. Навчальний посібник. – 2020. – 192 с. <i>Додаткова література</i> 3. Катренко А.В. Дослідження операцій : підручник. Львів : «Магнолія Плюс», 2004. – 549 с.

	4-8. Бартіш М. Я. Дослідження операцій./ М. Я. Бартіш , І. М. Дудзяний. – Львів, 2007–2012, т. 1–5.
Обсяг курсу	3,5 кредитів ЄКТС – 105 годин. З них 32 годин лекцій, 32 години лабораторних занять та 41 годин самостійної роботи
Очікувані результати навчання	<p>Як результат вивчення цього курсу студент повинен знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> – формулювання основних типів задач оптимізації; – формулювання умов оптимальності для різних типів задач оптимізації; – основні чисельні методи розв’язування задач оптимізації; – формулювання основних типів задач дослідження операцій; <p>уміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> – правильно визначати тип конкретної задачі оптимізації; – застосовувати вивчені чисельні методи до розв’язування конкретних задач. – правильно визначати тип конкретної задачі дослідження операцій; – використовувати відповідні умови для знаходження можливих розв’язків конкретної задачі; – застосовувати методи до розв’язування конкретних задач.
Компетентності	<p><i>Інтегральна:</i> 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.</p> <p><i>Загальні (ЗК):</i></p> <p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</p> <p>ЗК9. Здатність працювати в команді.</p> <p>ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p><i>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):</i></p> <p>СК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв’язності та нерозв’язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.</p> <p>СК7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об’єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.</p>

<p>Програмні результати навчання</p>	<p>ПР1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук. ПР5. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.</p>																																																		
<p>Ключові слова</p>	<p>Алгоритм, оптимізація, функція Лагранжа</p>																																																		
<p>Формат курсу</p>	<p>Очний: проведення лекцій, лабораторних робіт та консультацій в приміщеннях університету, а в умовах карантину – онлайнний на платформі Microsoft Teams</p>																																																		
<p>Теми</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="491 775 587 831">Тижд.</th> <th data-bbox="587 775 879 831">Тема, план, короткі тези</th> <th data-bbox="879 775 1050 831">Форма заняття</th> <th data-bbox="1050 775 1214 831">Тривалість, год</th> <th data-bbox="1214 775 1388 831">Термін виконання</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="491 831 587 958" rowspan="2">1</td> <td data-bbox="587 831 879 958">Формулювання задач оптимізації та основні означення.</td> <td data-bbox="879 831 1050 958">Лекція</td> <td data-bbox="1050 831 1214 958">2</td> <td data-bbox="1214 831 1388 958"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="587 958 879 1086">Геометрична інтерпретація задач оптимізації.</td> <td data-bbox="879 958 1050 1086">Лабораторна робота</td> <td data-bbox="1050 958 1214 1086">2</td> <td data-bbox="1214 958 1388 1086">Наступне лабораторне заняття</td> </tr> <tr> <td data-bbox="491 1086 587 1301" rowspan="2">2,3</td> <td data-bbox="587 1086 879 1301">Лінійне програмування (ЛП). Приклади задач ЛП. Різні форми математичної моделі задач ЛП.</td> <td data-bbox="879 1086 1050 1301">Лекція</td> <td data-bbox="1050 1086 1214 1301">4</td> <td data-bbox="1214 1086 1388 1301"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="587 1301 879 1451">Приклади задач ЛП. Різні форми математичної моделі задач ЛП</td> <td data-bbox="879 1301 1050 1451">Лабораторна робота</td> <td data-bbox="1050 1301 1214 1451">2</td> <td data-bbox="1214 1301 1388 1451"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="491 1451 587 1621" rowspan="2">4,5</td> <td data-bbox="587 1451 879 1496">Симплекс-метод.</td> <td data-bbox="879 1451 1050 1496">Лекція</td> <td data-bbox="1050 1451 1214 1496">4</td> <td data-bbox="1214 1451 1388 1496"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="587 1496 879 1621">Відшукування початкових опорних планів.</td> <td data-bbox="879 1496 1050 1621">Лабораторна робота</td> <td data-bbox="1050 1496 1214 1621">4</td> <td data-bbox="1214 1496 1388 1621">Наступне лабораторне заняття</td> </tr> <tr> <td data-bbox="491 1621 587 1771" rowspan="2">6,7</td> <td data-bbox="587 1621 879 1771">Теорія двоїстості у ЛП. Правила побудови двоїстих задач. Теореми двоїстості.</td> <td data-bbox="879 1621 1050 1771">Лекція</td> <td data-bbox="1050 1621 1214 1771">4</td> <td data-bbox="1214 1621 1388 1771"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="587 1771 879 1868">Симплекс-метод.</td> <td data-bbox="879 1771 1050 1868">Лабораторна робота</td> <td data-bbox="1050 1771 1214 1868">6</td> <td data-bbox="1214 1771 1388 1868">Наступне лабораторне заняття</td> </tr> <tr> <td data-bbox="491 1868 587 2031">8,9</td> <td data-bbox="587 1868 879 2031">Транспортна задача ЛП. Відшукування початкових опорних планів. Математична модель транспортної</td> <td data-bbox="879 1868 1050 2031">Лекція</td> <td data-bbox="1050 1868 1214 2031">4</td> <td data-bbox="1214 1868 1388 2031"></td> </tr> </tbody> </table>					Тижд.	Тема, план, короткі тези	Форма заняття	Тривалість, год	Термін виконання	1	Формулювання задач оптимізації та основні означення.	Лекція	2		Геометрична інтерпретація задач оптимізації.	Лабораторна робота	2	Наступне лабораторне заняття	2,3	Лінійне програмування (ЛП). Приклади задач ЛП. Різні форми математичної моделі задач ЛП.	Лекція	4		Приклади задач ЛП. Різні форми математичної моделі задач ЛП	Лабораторна робота	2		4,5	Симплекс-метод.	Лекція	4		Відшукування початкових опорних планів.	Лабораторна робота	4	Наступне лабораторне заняття	6,7	Теорія двоїстості у ЛП. Правила побудови двоїстих задач. Теореми двоїстості.	Лекція	4		Симплекс-метод.	Лабораторна робота	6	Наступне лабораторне заняття	8,9	Транспортна задача ЛП. Відшукування початкових опорних планів. Математична модель транспортної	Лекція	4	
Тижд.	Тема, план, короткі тези	Форма заняття	Тривалість, год	Термін виконання																																															
1	Формулювання задач оптимізації та основні означення.	Лекція	2																																																
	Геометрична інтерпретація задач оптимізації.	Лабораторна робота	2	Наступне лабораторне заняття																																															
2,3	Лінійне програмування (ЛП). Приклади задач ЛП. Різні форми математичної моделі задач ЛП.	Лекція	4																																																
	Приклади задач ЛП. Різні форми математичної моделі задач ЛП	Лабораторна робота	2																																																
4,5	Симплекс-метод.	Лекція	4																																																
	Відшукування початкових опорних планів.	Лабораторна робота	4	Наступне лабораторне заняття																																															
6,7	Теорія двоїстості у ЛП. Правила побудови двоїстих задач. Теореми двоїстості.	Лекція	4																																																
	Симплекс-метод.	Лабораторна робота	6	Наступне лабораторне заняття																																															
8,9	Транспортна задача ЛП. Відшукування початкових опорних планів. Математична модель транспортної	Лекція	4																																																

		задачі за критерієм вартості.			
		Транспортна задача ЛП. Відшукування початкових опорних планів.	Лабораторна робота	4	Наступне лабораторне заняття
	10	Властивості транспортної задачі. Методи розв'язування Транспортної задачі.	Лекція	2	
		Розв'язування ТЗ.	Контрольна робота	2	
	11	Нелінійна оптимізація.	Лекція	2	
		Угорський метод.	Лабораторна робота	2	Наступне лабораторне заняття
	12	Метод множників Лагранжа.	Лекція	2	
		Функція Лагранжа	Лабораторна робота	2	Наступне лабораторне заняття
	13	Алгоритми градієнтного спуску, їх позитивні якості та недоліки.	Лекція	2	
		Алгоритми градієнтного спуску	Лабораторна робота	2	Наступне лабораторне заняття
	14, 15	Метод Ньютона. Метод Ньютона з регулюванням кроку. Алгоритм Ньютона-Рафсона.	Лекція	4	
		Метод Ньютона. Метод Ньютона з регулюванням кроку. Алгоритм Ньютона-Рафсона.	Лабораторна робота	4	Наступне лабораторне заняття
	16	Нелінійна оптимізація з обмеженнями. Теорема Куна-Таккера у термінах сідлової точки.	Лекція	2	
			Контрольна робота	2	Наступне лабораторне заняття

Підсумковий контроль, форма	іспит в кінці семестру																																			
Пререквізити	Викладення матеріалу ґрунтується на таких дисциплінах: “Математичний аналіз”, “Алгебра та геометрія”, “Дискретна математика”, “Теорія ймовірностей та математична статистика”.																																			
Навчальні методи та техніки, які використовують під час викладання курсу	Лекції з мультимедійними презентаціями; лабораторні заняття, 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 лекцій: комп’ютер, проектор, доступ до мережі інтернет. Для проведення лабораторних та виконання завдань: комп’ютер, ОС Windows/Linux, доступ до інтернету. 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)	<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності) Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Оцінка за шкалою ECTS</th> <th colspan="2">Оцінка в балах</th> <th>Оцінка за національною шкалою</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>Відмінно</td> <td>90-100</td> <td>відмінно</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Дуже добре</td> <td>81-89</td> <td>добре</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Добре</td> <td>71-80</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>Задовільно</td> <td>61-70</td> <td>задовільно</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>Достатньо</td> <td>51-60</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FX (F)</td> <td>Незадовільно</td> <td>0-50</td> <td>незадовільно</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> <p>Не зараховано</p> <p>Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> виконання практичних завдань за варіантами: 60% семестрової оцінки; заліковий модуль – 40% семестрової оцінки. <p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності) Критерії оцінювання практичних завдань: (10балів) Критерії оцінювання 10 балів студент повністю виконав умови завдання, алгоритм реалізовано правильно, відповідає на всі запитання, пов'язані з тематикою завдання, проводить чіткий аналіз та порівняння отриманих результатів; 8-9 балів студент повністю виконав умови завдання, на деякі запитання, алгоритм реалізовано правильно, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з незначними неточностями, проводить аналіз отриманих результатів з незначними неточностями; 6-7 балів студент виконав завдання з незначними помилками, але самостійно їх виправляє, якщо на них вкаже викладач,</p>	Оцінка за шкалою ECTS		Оцінка в балах		Оцінка за національною шкалою	A	Відмінно	90-100	відмінно	5	B	Дуже добре	81-89	добре	4	C	Добре	71-80			D	Задовільно	61-70	задовільно	3	E	Достатньо	51-60			FX (F)	Незадовільно	0-50	незадовільно	2
Оцінка за шкалою ECTS		Оцінка в балах		Оцінка за національною шкалою																																
A	Відмінно	90-100	відмінно	5																																
B	Дуже добре	81-89	добре	4																																
C	Добре	71-80																																		
D	Задовільно	61-70	задовільно	3																																
E	Достатньо	51-60																																		
FX (F)	Незадовільно	0-50	незадовільно	2																																

	<p>на деякі запитання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з неточностями, проводить аналіз отриманих результатів з неточностями;</p> <p>3-5 балів студент виконав завдання частково, алгоритм реалізовано з помилками, які частково може виправити, якщо на них вкаже викладач, на запитання відповідає з помилками, проводить аналіз отриманих результатів з помилками;</p> <p>1-2 бали студент виконав завдання частково або з грубими помилками, які самостійно не може виправити, переважно не відповідає на запитання</p> <p>0 балів студент не виконав завдання.</p> <p>Критерії оцінювання залікового модуля (40 балів):</p> <p>Заліковий модуль Критерії оцінювання</p> <p>40 балів Студент правильно відповів на усі питання залікового модуля</p> <p>30-39 балів студент виконав завдання з незначними помилками, добре володіє навчальним матеріалом, розкриває повністю зміст теоретичних питань з незначними неточностями;</p> <p>10-29 балів студент виконав завдання з помилками, володіє навчальним матеріалом на достатньому рівні,</p> <p>1-9 балів студент виконав лише частину завдання; частково знає теоретичний матеріал</p> <p>0 балів Студент не виконав завдання</p> <p>Підсумкова максимальна кількість балів – 100 (50 балів за лабораторні та 50 балів за екзамен).</p> <p>Очікується, що студенти виконають 6 практичних робіт у вигляді звітів. 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 незарахування, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>занятті відбувається захист звіту пропущеного заняття.</p> <p>Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі тім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>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 письмових робіт, передбачених курсом. При відсутності студента на лабораторному занятті без поважної причини, на наступному занятті відбувається захист звіту пропущеного заняття.</p>
--	---

	<p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані на поточному захисті практичних робіт, самостійній роботі та бали підсумкового тестування.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються</p>
Опитування	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано після завершення курсу.</p>
<p>Запитання до іспитів</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Формулювання задач оптимізації та основні означення. 2. Геометрична інтерпретація задач оптимізації. 3. Лінійне програмування (ЛП). Приклади задач ЛП. 4. Різні форми математичної моделі задач ЛП. 5. Симплекс-метод. 6. Відшукування початкових опорних планів. 7. Теорія двоїстості у ЛП. 8. Правила побудови двоїстих задач. 9. Теореми двоїстості. 10. Транспортна задача ЛП. 11. Математична модель транспортної задачі за критерієм вартості. 12. Властивості транспортної задачі. 13. Відшукування початкових опорних планів транспортної задачі. 14. Методи розв'язування Транспортної задачі. 15. Нелінійна оптимізація. 16. Умови оптимальності. 17. Числові методи мінімізації диференційовних функцій. 18. Градієнтні методи. 19. Метод Ньютона. Метод Ньютона з регулюванням кроку. 20. Нелінійна оптимізація з обмеженнями. 21. Теорема Куна-Таккера у термінах сідлової точки. 22. Алгоритми градієнтного спуску, їх позитивні якості та недоліки. 23. Умови збіжності градієнтного методу. 24. Алгоритм Ньютона-Рафсона. 25. Алгоритм опорних градієнтів. 26. Метод множників Лагранжа. 	