

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій

Затверджено

На засіданні кафедри оптоелектроніки та
інформаційних технологій
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій

Львівського національного університету
імені Івана Франка

(протокол № 6 від 29.08 2023 р.)

Завідувач кафедри:



Олег КУШНІР

Силабус з навчальної дисципліни
“Математичні методи дослідження операцій”,
що викладається в межах ОПП “Комп'ютерні науки”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 122 – Комп'ютерні науки

Назва дисципліни	Математичні методи дослідження операцій
Адреса викладання дисципліни	м. Львів, вул. Ген. Тарнавського, 107
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 Інформаційні технології, 122 Комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Паночко Галина Іванівна, канд.фіз.-мат. наук, доцент Мостова Мар'яна Романівна, канд.фіз.-мат. наук, асистент Дуфанець Марта Василівна, доктор філософії, доцент Іжик Олег Борисович, доктор філософії, асистент
Контактна інформація викладачів	https://electronics.lnu.edu.ua/employee/panochko-h-i https://electronics.lnu.edu.ua/employee/mostova-mariana-romanivna/ https://electronics.lnu.edu.ua/employee/dufanets-marta-vasylivna https://electronics.lnu.edu.ua/employee/izhyk-oleh-borysovych/
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекційних занять (згідно розкладу проведення лекційного заняття). Також можливі он-лайн консультації через MS Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну скриньку викладача galyna.panochko@lnu.edu.ua .
Сторінка дисципліни	https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Математичні методи дослідження операцій» є нормативною навчальною дисципліною з спеціальності 122 Комп'ютерні науки для освітньої програми «Комп'ютерні науки», яка викладається в 4-му семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Ознайомити студентів з сучасними системами комп'ютерного моделювання при розв'язанні задач математичного програмування і вирішенні оптимізаційних задач.
Мета та цілі дисципліни	Метою дисципліни є в достатній мірі опрацювати основні методи розв'язування математичних задач, на яких ґрунтується сучасна математична теорія дослідження операцій та оптимізації процесів, зокрема, методи програмування, сітьового планування, методи стохастичної оптимізації та оптимального керування. Ціллю дисципліни є сформувати в студентів практичні навички, які б дали змогу створювати та аналізувати, оптимізувати математичні моделі реальних систем
Література для вивчення дисципліни	<p>Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Бартіш М.Я., Дудзяний І.М.</i> Дослідження операцій. Частина 1. Лінійні моделі: підручник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007, 168с. 2. <i>Бартіш М.Я., Дудзяний І.М.</i> Дослідження операцій. Частина 2. Алгоритми оптимізації на графах. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007, 120 с. 3. <i>Бартіш М.Я., Дудзяний І.М.</i> Дослідження операцій. Частина 4. Динамічне програмування. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2013, 120 с. 4. Журавчак Л. М., Нитребич О. О. Дослідження операцій. Навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. 112 с <p>Допоміжна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. <i>Моклячук М. П.</i> Основи опуклого аналізу. Навчальний посібник. – Київ, Видавництво ТВіМС, 2004, 236 с. 6. <i>Ланде Д. В., Зубок В. Ю.</i> Методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни “ММДО” - Київ Видавництво ІСЗІ НТУУ «КПІ», 2013, 90с. 7. <i>Зайченко Ю.П.</i> Дослідження операцій. Підручник. Сьоме

	<p>видання. – К.: Видавничий дім «Слово», 2006.</p> <p>8. <i>Зайченко О.Ю., Зайченко Ю.П.</i> Дослідження операцій. Збірник задач. – К.: Видавничий дім «Слово», 2007.</p> <p>9. <i>Наконечний С. І., Савіна С.С.</i> Математичне програмування: Навч. посіб. - К.: КНЕУ, 2003.</p> <p>10. Дослідження операцій. Конспект лекцій / Уклад.: О.І. Лисенко, І.В. Алексеєва, – К: НТУУ «КПІ», 2016. – 196 с.</p> <p>11. Ketan Date, Rakesh Nagu // GPU-accelerated Hungarian algorithms for the Linear Assignment Problem, <i>Parallel Computing</i> 57, p. 52-72 (2016)</p> <p>12. G. Ayorkor Mills-Tettey Anthony Stentz M. Bernardine Dias, The dynamic hungarian algorithm for the assignment problem with changing costs // Robotics Institute Carnegie Mellon University Pittsburgh, Pennsylvania 15213 (2013)</p> <p>13. О.О. Мельник/ Евристичні алгоритми розв'язання одноетапних задач складання розкладів для удосконалення моделі багаторівневої системи планування // Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.8</p> <p>14. Alhijawi, B., Awajan, A. Genetic algorithms: theory, genetic operators, solutions, and applications. <i>Evol. Intel.</i> (2023). https://doi.org/10.1007/s12065-023-00822-6</p>
<p>Обсяг курсу</p>	<p>64 години аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 32 години лабораторних робіт та 56 годин самостійної роботи</p>
<p>Очікувані результати навчання</p>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <p>знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Класи задач математичного програмування; • Методи розв'язання задач лінійного та нелінійного програмування; • Методи знаходження оптимальних рішень у задачах динамічного програмування, • методи знаходження оптимальних рішень в умовах неповних даних(транспортна задача; задача комівояжера) <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Використовувати знання з математичного аналізу (розв'язування лінійних та нелінійних систем алгебраїчних рівнянь; обчислення визначених інтегралів; інтерполювання функціональних залежностей; розв'язування диференціальних рівнянь); основ аналітичної геометрії; теорії ймовірності та математичної статистики (статистично опрацьовувати результати експерименту; перевіряти статистичні гіпотези) для розв'язку задач оптимізації, теорії ігор, теорії складних мереж ; • класифікувати задачі математичного програмування; • описувати алгоритми розв'язування задач математичного програмування; • формулювати опорні плани та визначати критерії оптимальності транспортної задачі; • розв'язувати задачу комівояжера як приклад задачі цілочисельного програмування <p>Після вивчення даного курсу здобувачі набудуть таких Загальних (ЗК), Спеціальних/Фахових (СК) компетентностей та Програмних результатів</p>

	<p>навчання (ПР):</p> <p>ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним.</p> <p>СК 1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування.</p> <p>СК 5. Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки, будувати моделі оптимального управління з урахуванням змін економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії.</p> <p>ПР 2. 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.</p> <p>ПР 6. Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів.</p> <p>ПР 7. Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно– та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.</p> <p>ПР 10. Використовувати інструментальні засоби розробки клієнт-серверних застосувань, проектувати концептуальні, логічні та фізичні моделі баз даних, розробляти та оптимізувати запити до них, створювати розподілені бази даних, сховища та вітрини даних, бази знань, у тому числі на хмарних сервісах, із застосуванням мов веб-програмування.</p> <p>ПР 16. Виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення.</p>
Ключові слова	Лінійне, цілочисельне, динамічне програмування, транспортна задача, задача комівояжера, оптимізаційні методи
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Див. СХЕМА КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	залік наприкінці семестру
Пререквізити	Для вивчення дисципліни необхідні знання, одержані при вивченні дисциплін спеціальності “Комп'ютерні науки”, насамперед “Дискретна математика”, “Алгоритмізація і програмування”, “Чисельні методи”, “Вища математика”
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	словесний (лекція, обговорення, дискусія); наочний (презентація); практичний (лабораторні заняття, самостійна робота)
Необхідне обладнання	Мультимедіа, платформа Moodle, Microsoft Teams, доступ до мережі інтернет, комп'ютерне програмне забезпечення: Phython 3.0, Microsoft Office 365. Для проведення лабораторних занять комп'ютер (Intel Core i3-6300 / RAM 8 ГБ / HDD 265 ГБ). Для проведення лекційних занять ноутбук (AMD Ryzen 7 3700U with Radeon Vega Mobile Gfx 2.30 GHz/RAM 16 ГБ)

<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>Оцінювання рівня знань здобувача освіти проводиться за 100-бальною шкалою з урахуванням таких видів навчальної діяльності:</p> <p>1. Оцінювання лабораторних занять: 60% семестрової оцінки; зокрема: Підготовка, виконання та захист дванадцяти лабораторних робіт Максимальна кількість балів – 60. Кожна лабораторна робота оцінюється 5 балами (виконання лабораторної роботи – 1 бал, оформлення звіту до лабораторної роботи – 1 бал, захист лабораторної роботи в усній формі – 3 бали). Студент за захист лабораторної роботи отримує 3 бали, якщо повністю володіє теоретичним матеріалом і в повному обсязі аргументовано відповідає на поставленні запитання. Студент отримує 2 бали за захист лабораторної роботи, якщо відповіді на поставленні питання є поверхневими, з несуттєвими неточностями. Студент за захист лабораторної роботи отримує 1 бал, якщо з допомогою викладача дає відповіді на базові питання. Якщо студент не володіє теоретичним матеріалом до даної лабораторної роботи та/або не вміє пояснити програмну реалізацію поставленої задачі, то студенту виставляється нуль балів.</p> <p>2. Контрольні заміри у формі усного та/або письмового контролю. 40% семестрової оцінки, зокрема:</p> <p>а) Проведення інструктажу з охорони праці та техніки безпеки: студентові на вступному занятті виставляється 5 балів.</p> <p>б) Проведення проміжного модульного контролю під час 8 – 9 тижня семестру – 15 балів (контрольне опитування передбачає розгорнуті відповіді на три питання, кожне оцінюється п'ятьма балами)</p> <p>в) Проведення завершального модульного контролю під час 16 тижня семестру – 20 балів. (проводиться у формі 20-тих тестових завдань, з однією правильною відповіддю – 1 бал за вибір правильної відповіді).</p> <p>Загалом упродовж семестру здобувач освіти має можливість отримати 100 балів. Також, передбачається врахування результатів неформальної та інформальної освіти при наявності підтверджуючих документів, як окремі кредити вивчення навчальної дисципліни (згідно Положення про “Порядок визнання у ЛНУ ім. Івана Франка результатів навчання, здобутих у неформальній та інформальній освіті” від 30.01.2020р).</p>
---	--

	<p>Академічна доброчесність: Очікується, що контрольні роботи студентів у вигляді звітів до лабораторних робіт 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 роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>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.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані на поточному тестуванні при захисті звітів до лабораторних робіт, самостійна підготовка до роботи та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях непов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвочасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p>Критерії оцінювання результатів неформальної освіти: Нарахування балів відбувається за написання студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, участь у діяльності наукових гуртків, участь у наукових семінарах та круглих столах, конкурсах, участь у заходах неформальної освіти за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо), курсах на провідних ІТ компаніях за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.</p>
<p>Питання до модульного контролю</p>	<p>Перелік орієнтовних питань для проведення проміжного і завершального контролю знань</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальна постановка задачі математичного програмування 2. Елементи опуклого аналізу. Властивості опуклих множин та функцій 3. Задачі безумовної оптимізації 4. Постановка задачі лінійного програмування 5. Принцип побудови двоїстої задачі лінійного програмування 6. Приклади задач цілочисельного програмування 7. Багатокритеріальні задачі лінійного програмування 8. Способи розв'язку одно- та двопараметричних задач оптимізації 9. Постановка задачі нелінійного програмування. 10. Метод множників Лагранжа до розв'язку задач квадратичного програмування 11. Теорема Куна-Такера та її застосування 12. Суть транспортних задач закритого та відкритого типу 13. Суть задачі комівояжера 14. Суть симплекс-методу та двоїстого симплекс методу розв'язку задач лінійного програмування. 15. Суть методів знаходження початкового опорного плану транспортної задачі. 16. Суть методу потенціалів та угорського методу розв'язання

	<p>транспортної задачі.</p> <p>17. Суть методу гілок і меж та метод Гоморі при розв'язку задач цілочисельного програмування.</p> <p>18. Суть методів розв'язування оптимізаційних задач на графах.</p> <p>19. Приклади математичних моделей оптимізаційних задач з чинником часу.</p> <p>20. Суть градієнтних методів, зокрема, методу найменшого спуску до розв'язку задач багатовимірної оптимізації.</p> <p>21. Приклади математичних моделей випадкових процесів</p> <p>22. Приклади розв'язування задач оптимізації на мережах</p> <p>Перелік завдань для проведення і оцінювання лабораторних робіт у формі захисту лабораторних робіт; тестові завдання для проведення заключного контролю, розміщені на веб-сторінці курсу в середовищі moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756</p>
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано після завершення курсу.</p>

СХЕМА КУРСУ

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття) **лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література, ресурси в Інтернеті	Завдання (год)	Термін виконання
1	Класифікація, постановка та приклади задач дослідження операцій. Основи математичного моделювання та програмування оптимізаційних задач.	Лекція	1, 4,7,10,11	2 год	1 тиж. семестру
	Вступне заняття: інформування щодо поведінки у разі виникнення надзвичайної ситуації. Академічна доброчесність.	Лаб. заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	1 тиж. семестру
2	Задачі лінійного програмування. Геометрична інтерпретація властивості розв'язків задач лінійного програмування.	Лекція	1, 4,7,10	2 год	2 тиж. семестру
	Лаб. №1. Створення та аналіз математичної моделі задачі лінійної оптимізації	Лаб. заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	2 тиж. семестру
3	Алгебра симплекс методу розв'язку задач лінійного програмування	Лекція	1, 4,8,10	2 год	3 тиж. семестру
	Лаб. №2. Розв'язок задачі лінійного програмування з двома змінними	Лаб. заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	3 тиж. семестру
4	Алгебра двоїстого симплекс методу	Лекція	1, 4,8	2 год	4 тиж. семестру
	Лаб. №3. Застосування методу найменших квадратів до розв'язку задач лінійного програмування	Лаб. заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	4 тиж. семестру
5	Транспортна задача лінійного програмування та методи її розв'язування	Лекція	1, 4,7,10	2 год	5 тиж. семестру

	Лаб. №4. Знаходження оптимальних планів задачі лінійного програмування симплекс-методом	Лаб. заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	5 тиж. семестру
6	Задачі цілочисельного програмування та способи оптимізації їх розв'язків	Лекція	1, 4, 7	2 год	6 тиж. семестру
	Лаб. №5. Побудова та розв'язок задачі двоїстого лінійного програмування	Лаб. заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	6 тиж. семестру
7	Алгоритмічна складність задачі комівояжера та точні методи її розв'язку	Лекція	1, 4	2 год	7 тиж. семестру
	Лаб. №6. Знаходження опорного плану транспортної задачі методом мінімального елемента	Лаб. заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	7 тиж. семестру
8	Постановка задач нелінійного програмування. Математичні основи умовної та безумовної оптимізації. Проміжний модульний контроль.	Лекція	1, 4, 5	2 год	8 тиж. семестру
	Захист лабораторних робіт Лаб. №1 - Лаб. №6	Лаб. заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	8 тиж. семестру
9	Математичні моделі оптимізаційних задач та одно-, дво- і кількапараметричне динамічне програмування.	Лекція	2,3, 4,12	2 год.	9 тиж. семестру
	Лаб. №7. Розв'язок транспортної задачі методом потенціалів	Лаб. заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	9 тиж. семестру
10	Динамічне програмування та графові структури	Лекція	2, 3,6, 11	2 год	10 тиж. семестру
	Лаб. №8. Розв'язування задачі цілочисельного програмування методом Гоморі	Лаб. заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	10 тиж. семестру
11	Динамічне програмування таваріаційне числення	Лекція	3, 9,12	2 год	11 тиж. семестру

	Лаб. №9. Метод множників Лагранжа у задачах квадратичного програмування	Лаб. заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	11 тиж. семестру
	Математичні моделі керування запасами	Лекція	2,3	2 год	12 тиж. семестру
12	Лаб. №10. Реалізація методу динамічного програмування для оптимізації однопараметричних задач	Лаб. заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	12 тиж. семестру
	Моделі випадкових процесів	Лекція	3	2 год	13 тиж. семестру
13	Лаб. №11. Реалізація методу динамічного програмування для оптимізації двопараметричних задач	Лаб. заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	13 тиж. семестру
	Гradientні методи у задачах дво- та кілька параметричної оптимізації.	Лекція	3,6	2 год	14 тиж. семестру
14	Лаб. №12. Знаходження характеристик випадкових процесів	Лаб. заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	14 тиж. семестру
	Евристичні алгоритми для розв'язку оптимізаційних задач	Лекція	6,13,14	2 год	15 тиж. семестру
15	Захист лабораторних робіт Лаб. №7 - Лаб. №12	Лаб. Заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	15 тиж. семестру
	Теорія масового обслуговування. Підсумкове заняття	Лекція	1 – 14	2 год	16 тиж. семестру
16	Завершальний модульний контроль	Лаб. Заняття	середовище moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=3756	2 год	16 тиж. семестру