

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
Кафедра системного аналізу та теорії оптимізації**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Декан факультету математики  
та цифрових технологій  
Микола МАЛЯР  
« 30 » 2023 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ**

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	113 Прикладна математика
Освітня програма	Системи штучного інтелекту
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Робоча програма навчальної дисципліни «**Методи оптимізації та дослідження операцій**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **11 Математика та статистика** спеціальності **113 Прикладна математика** освітньої програми **Системи штучного інтелекту**.

**Розробник:** Кузка О.І., канд.фіз.-мат.наук, доцент кафедри системного аналізу та теорії оптимізації

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри **системного аналізу та теорії оптимізації**

Протокол № 11 від «16» червня 2023 року

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Мирослава ГЛЕБЕНА

Схвалено науково-методичною комісією **факультету математики та цифрових технологій**

протокол № 10 від «20» червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ Наталія ЮРЧЕНКО

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
	Денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 5	Рік підготовки:
Загальна кількість годин –150	<b>3-й</b>
Кількість модулів – 2	Семестр:
Тижневих годин для денної форм навчання:  аудиторних – 4,5  самостійної роботи студента – 4,5	<b>6-й</b>
	Лекції:
	<b>40</b>
	Лабораторні:
	-
Вид підсумкового контролю: екзамен	Практичні:
	<b>34</b>
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:
	<b>76</b>

## 2. Мета навчальної дисципліни

Метою дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій» є ознайомлення студентів з теоретичними основами та принциповими питаннями теорії екстремальних задач, оволодіння основними поняттями теорії дослідження операцій, вивчення студентами постановок та властивостей різних класів і типів екстремальних задач, необхідних і достатніх умов оптимальності, загальних чисельних методів розв'язування задач безумовної та умовної оптимізації, розробки і застосування з допомогою ЕОМ обчислювальних алгоритмів розв'язування оптимізаційних задач.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

ЗК01. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК03. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК05. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК08. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК12. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ЗК16. Здатність до планування та розподілу часу.

ЗК17. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ФК03. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.

ФК06. Здатність розв'язувати професійні задачі за допомогою комп'ютерної техніки, комп'ютерних мереж та Інтернету, в середовищі сучасних операційних систем, з використанням стандартних офісних додатків.

ФК07. Здатність експлуатувати та обслуговувати програмне забезпечення автоматизованих та інформаційних систем різного призначення.

ФК09. Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.

ФК13. Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних.

ФК14. Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібну точність і надійність результату.

## 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумови вивчення навчальної дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій» є опанування таких навчальних дисциплін освітньої програми:

ОК 6 Математичний аналіз

ОК 8 Диференціальні рівняння та їх застосування

ОК 22 Чисельні методи

## 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Системи штучного інтелекту», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.	РН01

Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.	PH03
Уміти розробляти та використовувати на практиці алгоритми, пов'язані з апроксимацією функціональних залежностей, чисельним диференціюванням та інтегруванням, розв'язанням систем алгебраїчних, диференціальних та інтегральних рівнянь, розв'язанням крайових задач, пошуком оптимальних рішень.	PH05
Володіти методиками вибору раціональних методів та алгоритмів розв'язання математичних задач оптимізації, дослідження операцій, оптимального керування і прийняття рішень, аналізу даних.	PH10
Вміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних і символьних алгоритмів.	PH11
Використовувати в практичній роботі спеціалізовані програмні продукти та програмні системи комп'ютерної математики.	PH13
Виявляти здатність до самонавчання та продовження професійного розвитку.	PH14
Уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу.	PH15

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Методи оптимізації та дослідження операцій**»:

<b>Очікувані результати навчання з дисципліни</b>	<b>Шифр ПРН</b>
Знання теоретичного і практичного матеріалу курсу «Методи оптимізації та дослідження операцій» наведеного у програмі: основи теорії екстремальних задач, методи розв'язування задач на безумовний та умовний екстремум, основи лінійного та нелінійного програмування, моделі дослідження операцій, алгоритм Форда знаходження максимального потоку в мережі, методи оптимального календарного планування, алгоритми пошуку найкоротшого шляху на графах.	PH01, PH03, PH05, PH10
Вміння користуватися отриманими знаннями з курсу «Методи оптимізації та дослідження операцій» для розв'язання практичних задач різного типу, в тому числі збирати необхідну інформацію для вхідних даних.	PH05, PH10, PH11, PH13
Вміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних алгоритмів для розв'язування задач оптимізації.	PH10, PH11, PH13, PH14
Вміти формалізувати задачі, формулювати їх математичну постановку, обирати раціональний метод вирішення та розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, одержувати результат у рамках обмеженого часу, оцінювати достовірність отриманих результатів.	PH03, PH11, PH14, PH15

## 5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

### Методи навчання

Метод проблемного викладення матеріалу, пояснювально-ілюстративний метод, пошуковий метод.

### Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій» є: виконання практичних завдань, презентація результатів виконаних завдань, модульні контрольні роботи, екзамен.

### Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: усні відповіді та виконання практичних завдань.

Форма модульного контролю: письмова контрольна робота.

Форми підсумкового семестрового контролю: екзамен.

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота										Модульна контрольна робота	Сума	
Змістовний модуль 1				Змістовний модуль 2					Змістовний модуль 3			
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2		
3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	60	100

T1, T2 ... – теми

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота										Модульна контрольна робота	Сума	
Змістовний модуль 4			Змістовний модуль 5				Змістовний модуль 6					
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T4	T1	T2				
4	5	4	4	6	4	5	4	4	60	100		

T1, T2 ... – теми

### Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарно)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарно)
Практичні заняття	5	40	4	40
Модульна контрольна робота	1	60	1	60
<b>Разом</b>		<b>100</b>		<b>100</b>

## Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

**Методика оцінювання.** Матеріал кожного змістовного модуля, який здобувачі вищої освіти повинні засвоїти протягом семестру, виноситься на одну з двох модульних контрольних робіт.

Модульна контрольна робота включає теоретичний матеріал та практичне завдання, які виконуються письмово (при необхідності, для виконання чисельних розрахунків допускається застосування комп'ютерів) Модульна контрольна робота складається з два теоретичних питань, які оцінюються по 15 балів і одне практичне, яке оцінюється в 30 балів.

За виконання практичних завдань, що стосуються даних модулів здобувачу вищої освіти нараховується різна кількість балів, в залежності від складності матеріалу.

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти поточного оцінювання (включно із виконанням практичних завдань та презентацією результатів) є досягнення здобувачем освіти не менше 50% балів від загальної кількості запланованої за конкретною темою. Конкретна максимальна кількість балів подається у таблицях розподілу балів, які отримують здобувачі за модуль та за окремі види навчальної роботи.

Невиконані завдання, а також неявка на модульну контрольну роботу оцінюються в 0 балів незалежно від причини невиконання (неявки).

Сумарна оцінка (від 0 до 100 балів) виставляється у відомість модульного контролю. Модуль зараховується, якщо сумарний бал складає не менше 60 балів, і виконані всі практичні роботи, які є складовими даного модуля.

Здобувач вищої освіти, який не з'явився на модульну контрольну роботу, або ж його модульна оцінка складає від 0 до 34 балів, зобов'язаний скласти (перескласти) модуль до початку підсумкового контролю у строки, визначені викладачем дисципліни та погоджені деканатом факультету.

## Критерії оцінювання підсумкового контролю

Підсумкова рейтингова доекзаменаційна оцінка визначається як середнє арифметичне значення оцінок двох модулів.

**Екзаменаційна методика оцінювання.** До складання екзамену допускаються здобувачі вищої освіти, які мають підсумковий доекзаменаційний рейтинговий бал не менше 35 і, яким зараховано всі лабораторні роботи.

Здобувач вищої освіти, доекзаменаційний рейтинговий бал якого складає від 0 до 34 балів, зобов'язаний покращити його до початку екзамену під час чергування викладачів на кафедрі у строки, визначені викладачем дисципліни та погоджені деканатом факультету. В протилежному випадку, здобувач не допускається до екзамену, і у нього виникає академічна заборгованість.

Екзамен з навчальної дисципліни здобувач вищої освіти може не складати, якщо він успішно пройшов усі модульні контролю та його влаштовує підсумкова доекзаменаційна рейтингова оцінка за навчальний рік. Здобувачі вищої освіти, рейтинговий бал яких становить від 35 до 59, екзамен складають обов'язково. Здобувач освіти може підвищити на екзамені рейтинговий бал, при цьому, за результатами складання екзамену оцінка не може бути менша за доекзаменаційний рейтинговий бал.

Екзамен проводиться в усній формі. Екзаменаційний білет складається з двох теоретичних питань та одного практичного завдання. Оцінювання результатів навчання на екзамені здійснюється за 100-бальною шкалою. Оцінка за екзамен вноситься у відомість обліку успішності.

**Таблиця відповідності оцінок за різними шкалами оцінювання**

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

**Критерій оцінювання підсумкового контролю з дисципліни**

— **«Відмінно» (90-100 балів, A)** заслуговує студент, який виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну і ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії;

— **«Добре» (82-89 балів, B)** заслуговує студент, який виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисциплін і здатний до самостійного доповнення, але під час відповіді допустив деякі неточності;

— **«Добре» (74-81 бал, C)** заслуговує студент, що виявив не цілком повне знання програмного матеріалу, не завжди успішно виконує передбачені програмою завдання, частково засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив не систематичний характер знань з дисциплін і не завжди здатний до їх самостійного доповнення і під час відповіді допускає деякі неточності;

— **«Задовільно» (64-73 бали, D)** заслуговує студент, що виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, дана оцінка виставляється студентам, що допустили помилки у відповіді на екзамену та при виконанні екзаменових завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача;

— **«Задовільно» (60-63 балів, E)** заслуговує студент, що виявив часткове знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, не завжди вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою. Як правило, дана оцінка виставляється студентам, що допустили грубі помилки у відповіді на екзамену та при виконанні екзаменових завдань, але які частково володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача.

— **«не задовільно» (35-59 балів, FX)** виставляється студенту, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

— **«не задовільно» (0-34 балів, F)** виставляється студенту коли протягом семестру він допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

## **6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **6.1. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1**

##### **Змістовий модуль 1. Основи теорії екстремальних задач**

Тема 1. Основні поняття, пов'язані з екстремальними задачами. Одновимірний оптимізація. Умови екстремуму. Скінченновимірні задачі безумовної оптимізації. Необхідні і достатні умови екстремуму. Класичний метод розв'язування задач.

Тема 2. Класична задача на умовний екстремум. Метод виключення змінних. Необхідні і достатні умови екстремуму. Метод множників Лагранжа

Тема 3. Чисельні методи одновимірної оптимізації. Мінімізація унімодальних функцій. Методи дихотомії, золотого перерізу, Фібоначчі.

Тема 4. Чисельні методи мінімізації функцій багатьох змінних. Основні поняття і означення. Загальна схема методів. Градієнтні методи. Метод Ньютонів. Методи спряжених напрямків. Метод спряжених градієнтів.

##### **Змістовий модуль 2. Основи опуклого програмування. Лінійне програмування**

Тема 1. Опуклі множини і функції, їх властивості. Задача опуклого програмування. Теорема Куна-Таккера. Умови Куна-Таккера для гладкої основної задачі. Прямі і двоїсті задачі. Основні співвідношення двоїстості.

Тема 2. Канонічна задача лінійного програмування. Базисний допустимий розв'язок. Еквівалентні перетворення задач. Геометрична інтерпретація.

Тема 3. Симплексний метод. Критерій оптимальності. Достатня умова необмеженості цільової функції. Симплексна ітерація. Скінченність симплексного алгоритму. Метод штучного базису. Двоетапний симплексний метод. Властивості канонічної задачі. Таблична реалізація симплексного алгоритму.

Тема 4. Задача цілочислового лінійного програмування. Методи відтинань.

Тема 5. Класична транспортна задача. Метод потенціалів – конкретизація симплексного методу.

##### **Змістовий модуль 3. Нелінійна оптимізація з обмеженнями (загальний випадок)**

Тема 1. Загальна задача нелінійного програмування. Умови екстремуму. Диференціальна умова оптимальності в задачі мінімізації на опуклій множині. Принцип оптимальності Лагранжа.

Тема 2. Чисельні методи нелінійного програмування. Метод проєкції градієнта та метод умовного градієнта. Методи штрафних функцій. Аналіз чисельних методів.

#### **Модуль 2**

##### **Змістовий модуль 4. Мережеві моделі задач дослідження операцій.**

Тема 1. Етапи операційного дослідження. Операція, її особливості і ефективність. Поняття математичної моделі. Критерій ефективності та його властивості. Невизначені і випадкові фактори операції. Класифікація задач дослідження операцій.

Тема 2. Математична модель задачі про максимальний потік та основні поняття. Теорема Форда – Фалкерсона. Алгоритм Форда знаходження максимального потоку.

Тема 3. Зведення задач оптимізації до задачі про максимальний потік.

## Змістовий модуль 5. Задача про оптимальне календарне планування

Тема 1. Сітковий графік та правила його побудови. Змістовна інтерпретація сіткового графа. Умови непротиворечивості. Ранги вершин графа. Основні теореми про ранги вершин графа.

Тема 2. Ранній (очікуваний) час звершення подій. Теорема про час звершення подій. Пізній (граничний) час звершення подій при мінімізації терміну виконання робіт. Критичний шлях, особливості критичних операцій. Алгоритм знаходження критичного шляху. Терміни початку і завершення операцій. Резерви часу подій та операцій, їх знаходження.

Тема 3. Задача про оптимальне календарне планування як задача лінійного програмування.

Тема 4. Прямі і обернені задачі сіткового планування. Типи задач оптимізації комплексу операцій. Оптимальний розподіл ресурсів на сіткових графах. Оптимізація комплексу операцій по часу з використанням додаткових засобів та з використанням внутрішніх резервів. Задача про оптимальний без резервний план.

## Змістовий модуль 6. Пошук найкоротших шляхів на графах.

Тема 1. Постановка задачі. Алгоритм Дейкстра пошуку найкоротшого шляху.

Тема 2. Задача комівояджера. Алгоритми пошуку найкоротшого циклічного шляху.

### 6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	у тому числі			
		лекц	прак	лаб..	інд
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Основи теорії екстремальних задач</b>					
Тема 1. Основні поняття, пов'язані з екстремальними задачами. Одновимірна оптимізація. Умови екстремуму. Скінченновимірні задачі безумовної оптимізації. Необхідні і достатні умови екстремуму. Класичний метод розв'язування задач.	5	1	1		3
Тема 2. Класична задача на умовний екстремум. Метод виключення змінних. Необхідні і достатні умови екстремуму. Метод множників Лагранжа	5	1	1		3
Тема 3. Чисельні методи одновимірної оптимізації. Мінімізація унімодальних функцій. Методи дихотомії, золотого перерізу, Фібоначчі	7	2	1		4
Тема 4. Чисельні методи мінімізації функцій багатьох змінних. Основні поняття і означення. Загальна схема методів. Градієнтні методи. Метод Ньютона. Методи спряжених напрямків. Метод спряжених градієнтів	7	2	1		4
<b>Разом – змістовий модуль 1</b>	24	6	4		14
<b>Змістовий модуль 2. Основи опуклого програмування. Лінійне програмування</b>					
Тема 1. Опуклі множини і функції, їх властивості. Задача опуклого програмування. Теорема Куна-Таккера. Умови Куна-Таккера для гладкої основної задачі. Пряма і двоїста задачі. Основні співвідношення двоїстості.	7	2	1		4
Тема 2. Канонічна задача лінійного програмування. Базисний допустимий розв'язок. Еквівалентні перетворення задач. Геометрична інтерпретація.	7	2	1		4

Тема 3. Симплексний метод. Критерій оптимальності. Достатня умова необмеженості цільової функції. Симплексна ітерація. Скінченність симплексного алгоритму. Метод штучного базису. Двоетапний симплексний метод. Властивості канонічної задачі. Таблична реалізація симплексного алгоритму.	8	2	2			4
Тема 4. Задача цілочислового лінійного програмування. Методи відтинань.	8	2	2			4
Тема 5. Класична транспортна задача. Метод потенціалів – конкретизація симплексного методу.	8	2	2			4
<b>Разом – змістовий модуль 2</b>	<b>38</b>	<b>10</b>	<b>8</b>			<b>20</b>
<b>Змістовий модуль 3. Нелінійна оптимізація з обмеженнями (загальний випадок)</b>						
Тема 1. Загальна задача нелінійного програмування. Умови екстремуму. Диференціальна умова оптимальності в задачі мінімізації на опуклій множині. Принцип оптимальності Лагранжа.	7	1	2			4
Тема 2. Чисельні методи нелінійного програмування. Метод проєкції градієнта та метод умовного градієнта. Методи штрафних функцій. Аналіз чисельних методів.	7	1	2			4
<b>Разом – змістовий модуль 3</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>4</b>			<b>8</b>
Модульна контрольна робота	2	2				
<b>Разом – модуль 1</b>	<b>78</b>	<b>20</b>	<b>16</b>			<b>42</b>
<b>Модуль 2</b>						
<b>Змістовий модуль 4. Мережеві моделі задач дослідження операцій.</b>						
Тема 1. Етапи операційного дослідження. Операція, її особливості і ефективність. Поняття математичної моделі. Критерій ефективності та його властивості. Невизначені і випадкові фактори операції. Класифікація задач дослідження операцій.	4	2				2
Тема 2. Математична модель задачі про максимальний потік та основні поняття. Теорема Форда – Фалкерсона. Алгоритм Форда знаходження максимального потоку.	10	2	4			4
Тема 3. Зведення задач оптимізації до задачі про максимальний потік.	6	2	2			2
<b>Разом – змістовий модуль 4</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>6</b>			<b>8</b>
<b>Змістовий модуль 5. Задача про оптимальне календарне планування</b>						
Тема 1. Сітковий графік та правила його побудови. Змістова інтерпретація сіткового графа. Умови непротиворічливості. Ранги вершин графа. Основні теореми про ранги вершин графа.	8	2	2			4
Тема 2. Ранній (очікуваний) час звершення подій. Теорема про час звершення подій. Пізній (граничний) час звершення подій при мінімізації терміну виконання робіт. Критичний шлях, особливості критичних операцій. Алгоритм знаходження критичного шляху. Терміни початку і завершення операцій. Резерви часу подій та операцій, їх знаходження.	8	2	2			4
Тема 3. Задача про оптимальне календарне планування як задача лінійного програмування.	6	2				4
Тема 4. Прямі і обернені задачі сіткового планування. Типи задач оптимізації комплексу операцій. Оптимальний розподіл ресурсів на сіткових графах. Оптимізація комплексу операцій по часу з використанням додаткових засобів та з	12	2	4			6

використанням внутрішніх резервів. Задача про оптимальний без резервний план.						
<b>Разом – змістовий модуль 5</b>	34	8	8			18
<b>Змістовий модуль 6. Пошук найкоротших шляхів на графах.</b>						
Тема 1. Постановка задачі. Алгоритм Дейкстра пошуку найкоротшого шляху.	8	2	2			4
Тема 2. Задача комівояджера. Алгоритми пошуку найкоротшого циклічного шляху.	8	2	2			4
<b>Разом – змістовий модуль 6</b>	16	4	4			8
Модульна контрольна робота	2	2				
<b>Разом – модуль 2</b>	72	20	18			34
<b>Разом за семестр</b>	120	40	34			76

### 6.3 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1	Методи знаходження екстремумів функцій	4
2	Задачі лінійного програмування	4
3	Задачі цілочислового лінійного програмування	2
4	Транспортна задача. Метод потенціалів	2
5	Нелінійна оптимізація з обмеженнями	4
6	Задача про максимальний потік	6
7	Задача про оптимальне календарне планування	4
8	Оптимальний розподіл ресурсів на сіткових графах	4
9	Пошук найкоротших шляхів на графах	4
	<b>Разом</b>	<b>34</b>

### 6.4 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1	Основи теорії екстремальних задач.	6
2	Чисельні методи одновимірної оптимізації.	4
3	Чисельні методи мінімізації функцій багатьох змінних.	4
4	Основи опуклого програмування.	4
5	Лінійне програмування	8
6	Цілочислове лінійне програмування. Методи відтинань.	4
7	Класична транспортна задача. Метод потенціалів.	4
8	Нелінійне програмування	8
9	Моделі дослідження операцій.	2
10	Задача про максимальний потік	6
11	Задача про оптимальне календарне планування	12
12	Оптимальний розподіл ресурсів на сіткових графах	6
13	Пошук найкоротших шляхів на графах	8
	<b>Разом</b>	<b>76</b>

## 7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

**Технічні засоби** – персональні комп'ютери, мультимедійний проектор.

**Програмне забезпечення** – операційна система, Google Таблиці, Google Meet, Classroom.

## 8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Основна література

1. Воронков О. О. Оптимізаційні методи і моделі: конспект лекцій з курсу. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 110 с.
2. Глушик М. М. Дослідження операцій : [Навч. посібник] / М. М. Глушик, Н. М. Телесницька. – Львів : Новий Світ-2000, 2009 . – 367 с.
3. Дослідження операцій. Конспект лекцій / Уклад.: О.І. Лисенко, І.В. Алексєєва, К: НТУУ «КПІ», 2016. 196 с.
4. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій: [Підруч.] / Ю. П. Зайченко. [7-ме вид., перероб. та доп. ]. К. : Слово, 2006. – 816 с.
5. Карагодова О. О. Дослідження операцій: [Навчал. посіб.] / Карагодова О. О. , В. Р. Кігель, В. Д. Рожок. К. : ЦУЛ, 2007. – 256 с.
6. Катренко А. В. Дослідження операцій : підруч. Львів : Магнолія Плюс, 2015. 352 с.
7. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрік та ін. Суми : Сумський державний університет, 2017. 212 с.
8. Наконечний С. І., Савіна С. С. Математичне програмування : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2016. 452 с.
9. Яровий, А. А. Математичні методи дослідження операцій. Лінійне програмування. Частина 1 : навчальний посібник / А. А. Яровий, Л. М. Ваховська, Л. В. Крилик. Вінниця : ВНТУ, 2020. – 86 с.

### Допоміжна література

1. Боровик О. В. Дослідження операцій в економіці. Навчальний посібник для ВНЗ / О. В. Боровик. К.: ЦУЛ, 2007. 424 с.
2. Гренджа В.І., Брила А.Ю. Методичні вказівки до практичних робіт з курсу «Методи оптимізації» Ч.І. Скінченновимірні задачі безумовної оптимізації. Ужгород, 2011. –34 с.
3. Дослідження операцій в економіці : підруч. / О. І. Черняк та ін. ; ред. О. І. Черняка. Миколаїв : МНАУ, 2020. 398 с.
4. Задача про максимальний потік. Метод Форда (методичні вказівки до курсу «Методи оптимізації та дослідження операцій»)/Укладачі: М. І. Глебена, О. І. Кузка. Ужгород, 2023. 15 с.
5. Задачі календарного планування (методичні вказівки до курсу «Методи оптимізації та дослідження операцій»)/Укладачі: М. І. Глебена, О. І. Кузка, М. М. Ломага. Ужгород, 2023. 24 с.
6. Зайченко О.Ю., Зайченко Ю. П. Дослідження операцій. Збірник задач. К.: Видавничий Дім “Слово”, 2007. 472 с.
7. Кузьмичов А. І. Оптимізаційні методи і моделі. Моделювання засобами MS Excel : навч. посіб. Київ : Ліра-К, 2015. 215 с.
8. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Методи оптимізації». Лінійне програмування. Задача лінійного програмування та її властивості. Ужгород, УжНУ, 2003. 20с.
9. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Методи оптимізації». Лінійне програмування. Симплексний метод. Ужгород, УжНУ, 2002. 20с.

10. Наконечний С. І., Савіна С. С. Математичне програмування: Навч. посіб. К.: КНЕУ, 2003. 452 с.

### **Інформаційні ресурси в мережі Інтернет**

1. Optimization Methods and Software. – Режим доступу:  
<https://www.tandfonline.com/toc/goms20/current>
2. Приклади побудови економіко-математичних моделей економічних процесів та явищ. – [Електронний ресурс.]. – Режим доступу :  
[Приклади побудови економіко-математичних моделей економічних процесів та явищ \(scritub.com\)](http://scritub.com)