

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
УКРАЇНСЬКО-УГОРСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Українсько-угорського
навчально-наукового інституту

 /Шпеник О.О./

« 27 » червня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ (мова викладання - угорська)

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	– Освіта/ Педагогіка
Спеціальність	4 – Середня освіта
Предметна спеціальність	4.08 – Середня освіта. Фізика
Освітня програма	«Фізика. Інформатика» (мова навчання фахових дисциплін – угорська)
Статус дисципліни	Обов'язкова
Мова навчання	Угорська

Робоча програма навчальної дисципліни «**Методи оптимізації (мова викладання - угорська)**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **А Освіта** спеціальності **А4 Середня освіта** предметної спеціальності **А4.08 Середня освіта (Фізика та астрономія)** освітньої програми «**Фізика. Інформатика (мова навчання фахових дисциплін – угорська)**».

Розробник: Петкі К. П., ст. викладач кафедри фізико-математичних дисциплін.

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри **фізико-математичних дисциплін**

протокол № 10 від « 22 » травня 2025 р.

Завідувач кафедри _____ /Шафраньош . .

Схвалено науково-методичною комісією
Українсько-угорського навчально-наукового інституту

протокол № 5 від « 24 » червня 2025 р.

Голова науково-методичної комісії _____ . .

Петкі К.П., 2025 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2025 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 3	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 90	4-й	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,1 самостійної роботи студента – 3,3	7-й	
	Лекції:	
	20	
	Практичні (семінарські):	
	24	
Вид підсумкового контролю: екзамен,	Лабораторні:	
	Індивідуальна робота	
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	46	

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «**Методи оптимізації (мова викладання - угорська)**» є ознайомлення здобувачів вищої освіти з теоретичними основами та принциповими питаннями теорії екстремальних задач, оволодіння основними поняттями теорії дослідження операцій, вивчення здобувачами вищої освіти 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 даної дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

ІК. Здатність розв'язувати спеціалізовані практичні завдання в освітній галузі, що передбачає застосування концептуальних методів освітніх наук, предметних знань, психології, теорії та методики навчання і характеризується комплексністю та невизначеністю умов організації освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти.

Загальних компетентностей (ЗК):

ЗК 6. Здатність комунікувати угорською мовою як усно, так і письмово.

ЗК 7. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахових компетентностей (ФК):

ФК 3. Володіння математичним апаратом фізики у межах, достатніх для вивчення загального курсу фізики та інформатики.

ФК 5. Здатність використовувати програмне забезпечення для моделювання фізичних процесів, опрацювання експериментальних даних, візуалізації та симуляцій.

ФК 6. Здатність застосовувати теоретичні знання, моделі та різні методи для розв'язування задач шкільного курсу фізики, астрономії та інформатики різного рівня складності.

ФК 7. Здатність доцільно і критично застосовувати фізичні поняття, закони, принципи, теорії у поєднанні з необхідним математичним та інформатичним інструментарієм для пояснення фізичних явищ і процесів з використанням сучасних засобів навчання як з українською, так із угорською мовами.

ФК 8. Здатність використовувати систематизовані теоретичні й практичні знання з фізики, астрономії та інформатики й методики їх навчання у вирішенні професійних завдань.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Методи оптимізації (мова викладання - угорська)**» є опанування таких освітніх компонент (навчальних дисциплін) освітньої програми:

ОК 3 Вища алгебра (мова викладання - угорська)

ОК 18 Інформатика та програмування (мова викладання - угорська)

ОК 25 Бази даних та інформаційні системи (мова викладання - угорська)

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів вищої освіти програмних результатів навчання відповідно до стандарту вищої освіти зі спеціальності **А4.08 Середня освіта (Фізика та астрономія)** та освітньої програми «**Фізика. Інформатика (мова навчання фахових дисциплін – угорська)**»:

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Володіє компетенціями з дисциплін предметної галузі – фізики, астрономії, інформатики та суміжними з ними.	РН 1.
Уміє оперувати базовими категоріями та поняттями у галузі освіти.	РН 5.

Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики, структуру предметної галузі інформатики та методи їх навчання, місце і зв'язки в системі наук, етапи історії їх розвитку	РН 13.
Аналізує фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів та подальшою обробкою програмними засобами.	РН 14.
Користується математичним апаратом фізики, застосовує математичні та чисельні методи, що використовуються в курсі фізики та інформатики у базовій середній освіті.	РН 18.
Уміє створювати інформаційні моделі, реалізовувати їх засобами інформаційно комунікаційних технологій, здійснювати дослідження, інтерпретувати, аналізувати та узагальнювати його результати.	РН 23.

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Методи оптимізації (мова викладання - угорська)**»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Володіє навичками розробки, аналізу та порівняння моделей реальних процесів засобами оптимізації.	РН 1. РН 5.
Уміє будувати математичні моделі прикладних задач (виробничих, економічних, педагогічних, технічних). Уміє формулювати задачі оптимізації в аналітичній і табличній формах.	РН 13 РН 14
Уміє застосовувати алгоритмічні методи для знаходження оптимальних рішень у системах з багатьма змінними.	РН 18
Демонструє вміння використовувати ІКТ для розв'язання задач оптимізації в освітньому процесі.	РН 23

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

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

ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Форми поточного контролю: усні відповіді та виконання практичних завдань.

Форма модульного контролю: письмова контрольна робота.

Форми підсумкового семестрового контролю: екзамен.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Розподіл балів, які отримують здобувачі за поточний та модульний контроль (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота								Модульна контрольна робота	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2				60	100
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4		
5	5	5	5	5	5	5	5		

T1, T2 ... – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі за поточний та модульний контроль (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота	Модульна контрольна робота	Сума
---	----------------------------	------

Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2				60	100
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4		
5	5	5	5	5	5	5	5		

T1, T2 ... – теми

Оцінювання окремих видів навчальної роботи

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	6	40	6	40
Модульна контрольна робота	1	60	1	60
Разом		100		100

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

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		диференційована	недиференційована
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 здобувач вищої освіти, який виявив всебічне і глибоке знання програмного 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 здобувач вищої освіти, 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 здобувач вищої освіти, 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 здобувач вищої освіти, 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 здобувач вищої освіти, що виявив часткове знання основного програмного 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 здобувачу вищої освіти, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

— **«не задовільно» (0-34 балів, F)** виставляється здобувачу вищої освіти 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. Одновимірна 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 Ньютона. 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. Пряма і двоїста 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. Класична транспортна задача. Метод потенціалів – конкретизація симплексного методу.

Модуль 2

Змістовий модуль 3. Мережеві моделі задач дослідження операцій.

Тема 1. Етапи операційного дослідження. Операція, її особливості і ефективність.

Тема 2. Поняття математичної моделі. Критерій ефективності та його властивості. Невизначені і випадкові фактори операції. Класифікація задач дослідження операцій.

Тема 3. Математична модель задачі про максимальний потік та основні поняття. Теорема Форда – Фалкерсона. Алгоритм Форда знаходження максимального потоку.

Тема 4. Зведення задач оптимізації до задачі про максимальний потік.

Змістовий модуль 4. 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.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання (денна, заочна)					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
7-й семестр						
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Основи теорії екстремальних задач						
Тема 1. Основні поняття, пов'язані з екстремальними задачами.	5	1	1			3
Тема 2. Класична задача на умовний екстремум.	5	1	1			3
Тема 3. Чисельні методи одновимірної оптимізації.	6	1	2			3
Тема 4. Чисельні методи мінімізації функцій багатьох змінних.	6	1	2			3
Разом за змістовий модуль 1	22	4	6			12
Змістовий модуль 2. Основи опуклого програмування. Лінійне програмування						
Тема 1. Опуклі множини і функції, їх властивості.	4	1	1			2
Тема 2. Канонічна задача лінійного програмування. Базисний допустимий розв'язок.	5	1	1			3
Тема 3. Симплексний метод.	6	1	2			3
Тема 4. Задача цілочислового лінійного програмування.	6	1	2			3
Разом за змістовий модуль 2	21	4	6			11
Модульна контрольна робота	2	2				
Разом за модуль	45	10	12			23
Модуль 2						
Змістовий модуль 1. Мережеві моделі задач дослідження операцій						
Тема 1. Етапи операційного дослідження.	6	1	2			3
Тема 2. Поняття математичної моделі.	5	1	2			2
Тема 3. Математична модель задачі про максимальний потік та основні поняття.	5	1	1			3
Тема 4. Задача цілочислового лінійного програмування.	5	1	1			3
Разом за змістовий модуль 1	21	4	6			11
Змістовий модуль 2.						
Тема 1. Сітковий графік та правила його побудови.	6	1	2			3
Тема 2. Ранній (очікуваний) час звернення подій.	5	1	1			3
Тема 3. Задача про оптимальне календарне планування як задача лінійного програмування	5	1	1			3
Тема 4. Прямі і обернені задачі сіткового планування.	6	1	2			3
Разом за змістовий модуль 2	22	4	6			12
Модульна контрольна робота	2	2				
Разом за модуль	45	10	12			23
Разом	90	20	24			46

6.3. Теми практичних (семінарських, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1	Методи знаходження екстремумів функцій	2
2	Задачі лінійного програмування	4
3	Задачі цілочислового лінійного програмування	2
4	Транспортна задача. Метод потенціалів	4
5	Нелінійна оптимізація з обмеженнями	2
6	Задача про максимальний потік	4
7	Задача про оптимальне календарне планування	2
8	Оптимальний розподіл ресурсів на сіткових графах	2
9	Пошук найкоротших шляхів на графах	2
Разом		24

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1	Основи теорії екстремальних задач.	4
2	Чисельні методи одновимірної оптимізації.	4
3	Основи опуклого програмування.	4
4	Лінійне програмування	4
5	Цілочислове лінійне програмування. Методи відтинань.	4
6	Нелінійне програмування	4
7	Моделі дослідження операцій.	4
8	Задача про максимальний потік	6
9	Задача про оптимальне календарне планування	6
10	Пошук найкоротших шляхів на графах	6
Разом		46

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

1. Основні поняття, пов'язані з екстремальними задачами. Одновимірна оптимізація. Умови екстремуму.
2. Скінченновимірні задачі безумовної оптимізації. Необхідні і достатні умови екстремуму. Класичний метод розв'язування задач.
3. Класична задача на умовний екстремум. Метод виключення змінних.
4. Необхідні і достатні умови екстремуму. Метод множників Лагранжа
5. Чисельні методи одновимірної оптимізації. Мінімізація унімодальних функцій.
6. Методи дихотомії, золотого перерізу, Фібоначчі.
7. Чисельні методи мінімізації функцій багатьох змінних.
8. Градієнтні методи. Метод Ньютонів. Методи спряжених напрямків. Метод спряжених градієнтів.
9. Опуклі множини і функції, їх властивості. Задача опуклого програмування.
10. Теорема Куна-Таккера. Умови Куна-Таккера для гладкої основної задачі.
11. Прямі і двоїсті задачі. Основні співвідношення двоїстості.
12. Канонічна задача лінійного програмування. Базисний допустимий розв'язок.
13. Еквівалентні перетворення задач. Геометрична інтерпретація.

14. Симплексний метод. Критерій оптимальності.
15. Симплексна ітерація. Скінченність симплексного алгоритму.
16. Метод штучного базису. Двоетапний симплексний метод.
17. Властивості канонічної задачі.
18. Таблична реалізація симплексного алгоритму.
19. Задача цілочислового лінійного програмування. Методи відтинань.
20. Класична транспортна задача. Метод потенціалів – конкретизація симплексного методу.
21. Етапи операційного дослідження. Операція, її особливості і ефективність.
22. Поняття математичної моделі. Критерій ефективності та його властивості.
23. Невизначені і випадкові фактори операції. Класифікація задач дослідження операцій.
24. Математична модель задачі про максимальний потік та основні поняття. Теорема Форда – Фалкерсона. Алгоритм Форда знаходження максимального потоку.
25. Зведення задач оптимізації до задачі про максимальний потік.
26. Сітковий графік та правила його побудови. Змістовна інтерпретація сіткового графа. Умови непротиворечивості.
27. Ранги вершин графа. Основні теореми про ранги вершин графа.
28. Ранній (очікуваний) час звершення подій. Теорема про час звершення подій.
29. Критичний шлях, особливості критичних операцій. Алгоритм знаходження критичного шляху.
30. Терміни початку і завершення операцій. Резерви часу подій та операцій, їх знаходження.
31. Задача про оптимальне календарне планування як задача лінійного програмування.
32. Прямі і обернені задачі сіткового планування.
33. Оптимальний розподіл ресурсів на сіткових графах.
34. Оптимізація комплексу операцій по часу з використанням додаткових засобів та з використанням внутрішніх резервів.
35. Задача про оптимальний без резервний план.

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА (за потребою)

Технічні засоби – персональні комп'ютери, мультимедійний проектор.

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

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Вислоух С. П., Волошко О. В., Тимчик Г. С., Філіппова М. В. Комп'ютерне моделювання процесів і систем. Методи оптимізації : навч.-метод. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 267 с.
2. Optimization in Industrial Engineering: From Classical Methods to Modern Metaheuristics with MATLAB Applications / E. Cuevas, J. C. Rosas Caro, A. Alejo Reyes, P. González Ayala, A. Rodriguez. – Cham : Springer, 2025. – 217 с.
3. Optimization Algorithms in Machine Learning: A Meta-heuristics Perspective / Debashish Das, Ali Safaa Sadiq, Seyedali Mirjalili. – Singapore : Springer, 2025. – 181 с.
4. Optimization Algorithms / Alaa Khamis. – Shelter Island, NY : Manning Publications, 2025.
5. Solving Optimization Problems with the Heuristic Kalman Algorithm: New Stochastic Methods (Springer Optimization and Its Applications, 212) / 2024.
6. Numerical and Evolutionary Optimization 2024 / Marcela Quiroz та ін. (ред.) – MDPI Books, 2025.
7. 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. Воронков О. О. Оптимізаційні методи і моделі: конспект лекцій з курсу. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 110 с.
3. Глушик М. М. Дослідження операцій : [Навч. посібник] / М. М. Глушик, Н. М. Телесницька. – Львів : Новий Світ-2000, 2009 . – 367 с.
4. 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.
5. Дослідження операцій в економіці : підруч. / О. І. Черняк та ін. ; ред. О. І. Черняка. Миколаїв: МНАУ, 2020. 398 с.
6. Дослідження операцій. Конспект лекцій / Уклад.: О.І. Лисенко, І.В. Алексєєва, К: НТУУ «КПІ», 2016. 196 с.
7. 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.
8. 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.
9. Зайченко О.Ю., Зайченко Ю. П. Дослідження операцій. Збірник задач. К.: Видавничий Дім «Слово», 2007. 472 с.
10. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій: [Підруч.] / Ю. П. Зайченко. [7-ме вид., перероб. та доп.]. К. : Слово, 2006. – 816 с.
11. Кузьмичов А. І. Оптимізаційні методи і моделі. Моделювання засобами MS Excel : навч. посіб. Київ: Ліра-К, 2015. 215 с.
12. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Методи оптимізації». Лінійне програмування. Задача лінійного програмування та її властивості. Ужгород, УжНУ, 2003. 20с.
13. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Методи оптимізації». Лінійне програмування. Симплексний метод. Ужгород, УжНУ, 2002. 20с.
14. 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 :
3. [Приклади побудови економіко-математичних моделей економічних процесів та явищ \(scritub.com\)](http://scritub.com)
4. **Stephen Boyd – Convex Optimization (курс, Stanford)**
<https://web.stanford.edu/~boyd/cvxbook/>
5. **MIT OpenCourseWare – Optimization Methods**
<https://ocw.mit.edu>
6. **SciPy Optimization Documentation**
<https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/optimize.html>
7. **CVXPY Documentation**
<https://www.cvxpy.org/>

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами(Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)