



• Реквізити навчальної дисципліни

Назва українською мовою	<b>Математичні методи оптимізації</b>																							
Назва англійською мовою	<b>Mathematical methods of optimization</b>																							
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)																							
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування																							
Спеціальність	153 Мікро- та наносистемна техніка																							
Освітня програма	МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНА ТЕХНІКА																							
Статус дисципліни	Нормативна (306)																							
Форма навчання	очна(денна)																							
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр																							
Обсяг дисципліни	4 кредитів ЄКТС																							
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен																							
Розподіл годин за видами занять .	<table border="1"><thead><tr><th></th><th>Лекції</th><th>Практич. занят. (семінари)</th><th>Лабор. заняття (комп'ют. практ.)</th><th>Індив. заняття</th><th>СРС</th></tr></thead><tbody><tr><td>Години Всього</td><td>36</td><td>18</td><td>-</td><td>-</td><td>66</td></tr><tr><td>Кредитний модуль</td><td>36</td><td>18</td><td></td><td></td><td>66</td></tr></tbody></table>							Лекції	Практич. занят. (семінари)	Лабор. заняття (комп'ют. практ.)	Індив. заняття	СРС	Години Всього	36	18	-	-	66	Кредитний модуль	36	18			66
	Лекції	Практич. занят. (семінари)	Лабор. заняття (комп'ют. практ.)	Індив. заняття	СРС																			
Години Всього	36	18	-	-	66																			
Кредитний модуль	36	18			66																			
Контрольні заходи	<table border="1"><thead><tr><th>Екзамен</th><th>Залік</th><th>МКР (вказати кількість)</th><th>РГР, РР, ГР (вказати кількість)</th><th>ДКР (вказати кількість)</th><th>Реферат (вказати кількість)</th></tr></thead><tbody><tr><td>+</td><td></td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr></tbody></table>						Екзамен	Залік	МКР (вказати кількість)	РГР, РР, ГР (вказати кількість)	ДКР (вказати кількість)	Реферат (вказати кількість)	+		1	-	-	-						
Екзамен	Залік	МКР (вказати кількість)	РГР, РР, ГР (вказати кількість)	ДКР (вказати кількість)	Реферат (вказати кількість)																			
+		1	-	-	-																			
Мова викладання	Українська																							
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н.,доцент Зайченко О.Ю. <a href="mailto:zaichenko.helen@iit.kpi.ua">zaichenko.helen@iit.kpi.ua</a> Практичні д.т.н.,доцент Зайченко О.Ю.																							
Розміщення курсу	<a href="https://classroom.google.com/c/MTUyNzM5NTM0MTUw">https://classroom.google.com/c/MTUyNzM5NTM0MTUw</a>																							

• Програма навчальної дисципліни

Цілі та предметні результати навчання	
<b>Цілі дисципліни</b>	Дисципліна “Математичні методи оптимізації” належить до спеціальних дисциплін навчального плану підготовки магістрів та має виключне значення в формуванні світогляду майбутніх фахівців. Навчальна дисципліна “Математичні методи оптимізації” має за мету підготовку магістрантів до майбутньої діяльності пов’язаною із застосуванням сучасних методів оптимізації для вирішення конкретних прикладних задач та дати студентам систематизовані знання в області сучасного математичного апарату теорії оптимальних рішень в системах організаційного управління. Метою дисципліни є формування уявлень про основні задачі, математичні методи, моделі та практичні інструменти оптимізації та прийняття рішень.

<b>Здатності</b>	Вивчення навчальної дисципліни націлено на формування, розвиток та закріплення у здобувачів таких загальних та фахових компетентностей :ЗК1.Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; ФК2 Здатність здійснювати тестування та діагностику приладів та обладнання, а також оброблення і аналіз отриманих результатів; ФК5. Здатність аргументувати вибір методів розв’язання складних задач і проблем мікро- та наносистемної техніки, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення; ФК8 Здатність планувати і виконувати теоретичні та експериментальні наукові дослідження у сфері мікро- та наносистемної техніки та з дотичних міждисциплінарних наукових напрямів; ФК12. Здатність використовувати інформаційні технології, методи інтелектуалізації та візуалізації, штучного інтелекту, методи машинного навчання, хмарні технології для дослідження та аналізу процесів в мікро- та наносистемній техніці, включаючи електронні біомедичні системи; ФК13. Здатність до системного мислення, розв’язання задач розробки, оптимізації та оновлення конструктивних елементів мікроелектроніки та структурних блоків приладів фізичного та біомедичного призначення.	
<b>Результати навчання</b>	<b>Знання</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Знання понять операції, моделі операції, етапів розробки моделі операцій;</li> <li>– Знання класифікації економіко-математичних моделей і методів;</li> <li>– Знання принципів моделювання організаційно-технічними системами і операцій;</li> <li>– Знання методів розв’язання задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного, динамічного програмування;</li> <li>– Знання особливостей побудови та розв’язання багатокритеріальних задач.</li> </ul>
	<b>Вміння</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Формувати систему для оцінки адекватності розроблених математичних моделей;</li> <li>– Вибирати та застосовувати відповідний метод розв’язування задачі оптимізації, знаходити її оптимальний розв’язок, коригувати модель й розв’язок на основі отриманих нових знань про задачу й операцію;</li> <li>– Використовувати математичні методи для прийняття ефективних рішень під час розв’язання професійних задач в процесі проектування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень;</li> <li>– Застосовувати методи та моделі дослідження операцій в системах</li> </ul>

		<p>підтримки прийняття рішень в різних предметних областях;          – Застосувати існуючі моделі та методи математичного програмування для вирішенні теоретичних і прикладних задач.</p>
<b>Результати навчання</b>		<p>ПРН 3. Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення;          ПРН12 Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та наноелектроніки;          ПРН18 Досліджувати нові та використовувати існуючі методи аналізу, синтезу і ідентифікації характеристик і параметрів засобів мікро- та наносистемної техніки, біомедичних електронних приладів і систем.</p>
<b>2.Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)</b>		<p>Навчальна дисципліна “ Математичні методи оптимізації ” базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін “Вища математика ”, ”Лінійна алгебра”. Знання теоретичних і прикладних положень неперервного та дискретного аналізу, включаючи аналіз нескінченно малих, інтегральне числення, диференційні рівняння, теорію графів.</p> <p>Отримані в результаті вивчення дисципліни знання та практичні навички використовуються в наступних дисциплінах “ Математичне моделювання систем і процесів ” та науковій роботі за темою магістерської дисертації та виконанні магістерської дисертації</p>
<b>3.Зміст дисципліни (перелік тем)</b>		<p><b><u>Розділ 1. Введення. Основні поняття .</u></b>          Тема 1.1. .Основні принципи і задачі дослідження операцій          Тема 1.2. Багатокритеріальна задача.</p> <p>Постановка та властивості задача багатокритеріальної оптимізації. Парето-оптимальна альтернатива. Знаходження оптимального розв'язку .</p> <p><b><u>Розділ 2. Лінійне програмування</u></b></p> <p><b>Тема 2.1. Постановки задач ЛП і дослідження їхньої структури.</b>          Канонічна та розгорнута форма задач ЛП. Множина допустимих розв'язків, поняття про ДБР.          Основні теореми ЛП. Теоретичний метод розв'язання задач ЛП.</p> <p><b>Тема2.2. Симплекс-метод.</b>          Теоретичні основи симплекс-метода, форма симплекс-таблиці, алгоритм симплекс-метода. Зв'язок між елементами симплекс-таблиць, ознака оптимальності.</p> <p><b>Тема2.3. Двоїста задача ЛП.</b>          Зв'язок між формами запису прямої та двоїстої задач ЛП, основні теореми двоїстості, зведена теорема про зв'язок оптимальних рішень пари двоїстих задач, та зв'язок обмежень прямої задачі з оптимальним розв'язком двоїстої задачі і навпаки.</p> <p><b>Тема2.4. Двоїстий симплекс-метод.</b>          Теоретичні основи двоїстого симплекс-метода. Псевдоплан та його</p>

властивості. Алгоритм двоїстого симплекс-метода. Ознаки оптимальності плану та нерозв'язності задачі ЛП. Порівняльний аналіз двоїстого симплекс-метода з прямим симплекс-методом.

#### **Тема 2.5. Дослідження моделей ЛП-задач на чутливість.**

Економічна інтерпретація оптимальних значень двоїстих змінних. Дослідження чутливості оптимального розв'язку задач ЛП при варіюванні обмежених ресурсів. Дослідження чутливості при варіюванні матриці обмежень задачі. Дослідження чутливості при введенні нового способу виробництва.

#### **Тема 2.6. Постановка та властивості транспортної задачі. Методи знаходження оптимальних рішень.**

Змістовна постановка та математична модель транспортної задачі. Умови розв'язності T-задачі. Ознака оптимальності плану T-задачі. Відкриті T-моделі. Опорні плани T-задачі та методи їх знаходження: метод північно-західного кута та мінімального елемента. Алгоритм методу потенціалів. Алгоритм угорського методу .

### **Розділ 3. Дискретне програмування**

#### **Тема 3.1. Метод гілок та меж в задачі ЛЦП.**

Загальна схема методу гілок та меж. Основні процедури методу. Ознака оптимальності. Алгоритм методу гілок та меж для задачі ЛЦП. Процедура розбиття множини на підмножини варіантів та знаходження оцінок в задачі ЛЦП. Ознака оптимальності. Приклад застосування.

#### **Тема 3.2. Метод гілок та меж в задачі комівояжера.**

Постановка задачі комівояжера. Теореми про оптимальний план задачі. Опис алгоритму методу гілок та меж в задачі комівояжера. Ознака оптимальності.

#### **Тема 3.3. Метод послідовного аналізу та відсіву варіантів (ПАВ) в задачі ЛЦП.**

Загальна схема та основні процедури методу ПАВ. Ознаки оптимальності. Алгоритм методу ПАВ для задач ЛЦП. Процедура відсіву за обмеженнями. Процедура відсіву за критерієм .

### **Розділ 4. Нелінійне програмування**

#### **Тема 4.1. Постановка задач нелінійного програмування (НП) і дослідження їхньої структури.**

Теорема про розташування оптимальних розв'язків задачі НП. Визначення опуклої та вгнутої функції. Ознаки опуклості та вогнутості. Алгоритм класичного методу умовної оптимізації. Метод множників Лагранжа. Теорема Куна-Такера та її роль в нелінійному програмуванні (НП).

#### **Тема 4.2. Методи знаходження оптимальних рішень задач нелінійного програмування. Класичний метод пошуку умовного екстремуму. Метод змінної метрики. Прямі методи пошуку.**

#### **Тема 4.3. Задача квадратичного програмування та метод її**

	<p><b>розв'язання.</b> Форма запису задачі. Умови оптимальності Куна-Таккера для задач квадратичного програмування. Алгоритм ЛП для задач квадратичного програмування. Метод перебору варіантів.</p> <p><b>Тема 4.4..</b> Задача геометричного програмування без обмежень і метод її розв'язання. Загальна характеристика задач ГП Задача геометричного програмування без обмежень і метод її розв'язання..</p> <p><b>Тема 4.5.</b> Пряма та двоїста задачі ГП. Основна теорема геометричного програмування. Пряма та двоїста задачі ГП. Основна теорема геометричного програмування. критерій оптимальності та розв'язувальні множники. Метод розв'язання загальної задачі геометричного програмування.</p> <p><b><u>Розділ 5. Динамічне програмування.</u></b></p> <p><b>Тема 5.1.</b> Обчислювальний метод динамічного програмування. Обчислювальний метод динамічного програмування. Принцип оптимальності Беллмана.</p> <p><b>Тема 5.2.</b> Послідовні задачі прийняття рішень. Застосування динамічного програмування для оптимізації послідовних процесів прийняття рішень.</p>
<b>На лекційних заняттях</b>	лекція, пояснення, презентація
<b>На практичних заняттях</b>	Можливість застосувати теоретичні знання під час виконання практичних завдань, дискусія, мозковий штурм, проблемні завдання.

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова:

1. Дослідження операцій [Текст] : підручник для студ. вищих навч. закл., що навч. за напрямками "Прикладна математика" та "Комп'ютерні науки" / Ю. П. Зайченко. - 4. вид., перероб. і доп. - К. : ЗАТ "ВПОЛ", 2000. - 687 с. - Бібліогр.: с. 686-687. - ISBN 5-11-000226-6. - ISBN 966-646-001-7
2. Зайченко О.Ю., Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. -К:Видавничий дім "Слово", 2014.- 472 с.
3. Оптимізаційні методи та моделі : підручник / В.С. Григорків, М.В. Григорків, О.І. Ярошенко. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2022. – 440 с.
4. Hamdy A. Taha .Operations Research: An Introduction 10th Edition: -2017.-848 p.
5. Навчально-методичний посібник до практичних занять з курсу «Математичні методи оптимізації» для студентів магістратури усіх спеціальностей / Уклад. О.Ю.Зайченко. — К.: Політехніка, 2007. — 88 с.

Допоміжна:

1. Wayne L. Winston. Operations Research: Applications and Algorithms 4th Edition. ISBN: 9780534423605.-2021.
2. Методи оптимізації .Пер с англ./под ред.Дж. Моудера,С.Элмаграби.-:712с

### 5. **Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

У гугл-класі будуть щотижневі завдання з детальними інструкціями та необхідним матеріалом, які необхідно вчасно виконувати.

### 6. **Самостійна робота студента**

Головною метою надання студентам завдань для самостійної роботи є оволодіння практичними вміннями та навичками в застосуванні математичних методів оптимізації для розв'язання практичних задач.

По темі, що виноситься на самостійну роботу, складається короткий план теми, перелік основних понять та теоретичних відомостей (знань) які повинні отримати студенти. Даються контрольні питання, завдання, тести для перевірки отриманих знань та умінь в результаті виконання СРС. Методичні рекомендації до виконання СРС, варіанти завдань, термін виконання надає лектор всім групам потоку і зазначає у гугл-класі. Викладачі, які ведуть практичні заняття, у двотижневий термін з призначеної дати здачі студентами робіт, перевіряють роботи та виставляють рейтингові бали.

Усі роботи студенти мають прикріплювати в особистому кабінеті гугл-класу. Дедлайни кожного завдання позначені в щотижневих завданнях у гугл-класі. Роботи мають бути виконані з дотриманням академічної доброчесності. Політика та принципи академічної доброчесності, етична поведінка студентів визначені у Кодексі честі <https://kpi.ua>

### **Політика та контроль**

### 7. **Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Викладач повинен звернути увагу студентів на те, що дослідження операцій - це дисципліна, що займається розробкою і застосуванням методів знаходження оптимальних рішень на основі математичного та статистичного моделювання, а також евристичних підходів в різних областях

людської діяльності. Таким чином, дослідження операцій орієнтоване на рішення практичних завдань у всіх областях цілеспрямованої людської діяльності, які можна описати за допомогою математичних моделей.

**Рекомендовані методи навчання:** проектний метод, імітаційні вправи, презентація  
Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій і фіксувати основні результати практичних занять.

Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання прийомів і алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота, що дозволяє перетворити отримані знання в об'єкт власної діяльності. Самостійна робота включає в себе читання літератури, рішення задач, виконання контрольних робіт, підготовку до іспиту.

## **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), контрольні роботи.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: контрольні роботи, активність на практичних заняттях. Кожний студент отримує свій підсумковий рейтинг по дисципліні.

Рейтинг студента з кредитного модуля у шостому семестрі складається з балів, які він отримує за:

- написання модульної контрольної роботи;
- робота на практичних заняттях;
- відповіді на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критеріїв оцінювання:

Модульний контроль.

Ваговий бал – 40. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює 40 балів.

Критерії оцінювання:

Модульний контроль.

Ваговий бал – 40. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює 40 балів.

Критерії оцінювання:

Критерії нарахування балів за контрольні заходи:

~ “відмінно”: 95 -100% - здобувач виявив всебічні, систематичні та глибокі знання навчального матеріалу з дисципліни; продемонстрував уміння вільно виконувати всі завдання, передбачені програмою; засвоїв основну та додаткову літературу; проявив творчі здібності в розумінні, в логічному, чіткому, стислому та ясному трактуванні навчального матеріалу; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності

~ “дуже добре”: 85-94% - здобувач виявив систематичні знання навчального матеріалу з дисципліни вище середнього рівня; продемонстрував уміння добре виконувати всі завдання, передбачені програмою, допустивши незначні помилки; засвоїв основну та додаткову літературу; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності

~ “добре”: 75-84% - здобувач виявив загалом добрі знання навчального матеріалу при виконанні передбачених програмою завдань, але припустив ряд помітних помилок; засвоїв основну літературу; показав систематичний характер знань з дисципліни; здатний до їх самостійного використання та поповнення в процесі подальшої навчальної роботи і професійної діяльності

~ “задовільно”: 65-74% - здобувач виявив знання основного навчального матеріалу з дисципліни в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої професійної діяльності; ознайомився

з основною літературою; впорався з виконанням завдань, передбачених програмою, але припустив значну кількість помилок або недоліків на запитання при співбесіді, тестуванні та при виконанні завдань тощо, принципи з яких може усунути самостійно  
~ “достатньо”: 60-64% - здобувач виявив знання основного навчального матеріалу з дисципліни в мінімальному обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої професійної діяльності; ; ознайомився з основною літературою; в основному виконав завдання, передбачені програмою, але припустив помилки у відповіді на запитання при співбесідах, тестуванні та при виконанні завдань тощо, які він може усунути лише під керівництвом та за допомогою викладача  
~ “незадовільно”: 30-59% - здобувач мав значні прогалини в знаннях основного навчального матеріалу; допускав принципові помилки при виконанні передбачених програмою завдань, але спроможний самостійно доопрацювати програмний матеріал і підготуватися для перездачі дисципліни  
~ “незадовільно”: 0-29% - здобувач не мав знань зі значної частини навчального матеріалу з дисципліни; допускав принципові помилки при виконанні більшості передбачених програмою завдань або не виконував ці завдання

Робота на лекціях:

відповіді під час проведення лекції – 0,2 бала.

Робота на практичних заняттях:

відповіді на практичних заняттях – 2 бала.

Штрафні та заохочувальні бали:

несвоєчасне виконання модульної контрольної роботи (-2) бали;

Розмір шкали рейтингу  $R=100$  балів.

Розмір стартової шкали  $R_c=60$  балів.

Розмір екзаменаційної шкали  $R_e=40$  балів.

Умови позитивної проміжної атестації

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тижень) студент матиме не менш ніж 15 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «ідеальний» студент має отримати 30 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тижень) студент матиме не менш ніж 30 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «ідеальний» студент має отримати 60 балів).

Умови допуску до заліку: відпрацювання всіх занять, написання модульної контрольної роботи, а також стартовий рейтинг більше 30 балів. Критерії екзаменаційного оцінювання:

вичерпні відповіді на всі питання залікового білету, а також на додаткові питання, чітке визначення всіх понять; величин – 40 балів;

в деяких відповідях мають місце певні неточності – 35-30 балів;

допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою викладача, має місце знання основних понять і величин – 20-15 балів;

припускаються суттєві помилки, непорозуміння основних понять по суті фізичних процесів – 5 балів.

Семестровий контроль: екзамен



Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

#### **Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.
- Академічна доброчесність  
Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

#### Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

#### Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

##### **Складено**

проф. кафедри  
математичних методів системного аналізу, д.т.н., доц. Зайченко О.Ю.

**Ухвалено** кафедрою електронної інженерії протокол № 31 від 21.06. 2023р.

**Ухвалено** кафедрою мікроелектроніки протокол №22 від 23.06.2023 р.

**Погоджено** Методичною комісією факультету<sup>1</sup> № 06/23 від 29.06.2023 р.