

# Методи оптимізації в автоматизованих системах управління технологічними процесами

## ОПИС КУРСУ

Методи оптимізації в автоматизованих системах управління технологічними процесами – це базовий курс, який дозволяє опанувати та використовувати термінологію, розуміти алгоритми роботи основних методів оптимізації, а також застосовувати їх для розв'язання практичних задач, які постають при функціонуванні систем автоматичного керування технологічними процесами. Дисципліна розглядає базові методи класичного аналізу, одномірної та багатоцільової оптимізації, в тому числі детерміновані та стохастичні алгоритми неперервної та дискретної оптимізації. Особливістю курсу є спрямованість на впровадження та використання актуальних методів оптимізації в практичну реалізацію задач ідентифікації й оптимізації технологічних процесів, оптимізації налаштувань систем керування, побудови функціонально адаптивних систем регулювання. Дисципліна є обов'язковою для вивчення здобувачами магістерського рівня вищої освіти за освітньою програмою «Інтелектуальні системи управління та робототехнічні комплекси в гірничо-металургійному виробництві», оскільки отримані знання можуть бути застосовані при експлуатації, дослідженні та аналізі функціонування об'єктів і систем комп'ютерно-інтегрованого управління технологічними процесами, а також для розробки новітніх технічних рішень при керуванні складними технологічними процесами промислового виробництва.

## ВИМОГИ

Освітній рівень

– відповідні до бакалаврського рівня освіти знання з теорії автоматичного регулювання, ідентифікації та моделювання об'єктів автоматизації, проектування автоматизованих систем керування;

Магістр

– математичні знання та навички: диференціальне та інтегральне обчислення, матрична алгебра; функції однієї та багатьох змінних, функціональні ряди;

Кількість кредитів

– ІТ-навички: використання Microsoft Word, Excel та Visio, базові знання з алгоритмізації та програмування;

3,5 / 5,0

– знання основних технологічних процесів та агрегатів гірничо-металургійного виробництва.

Назва кафедри, яка пропонує дисципліну

Автоматизації, електро- та робототехнічних систем

– наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;

– наявність особистого логіну та паролю в Moodle (для отримання або поновлення слід звернутися до куратора групи).

**Мірошниченко Вікторія**

[v.i.miroshnichenko@mipolytech.education](mailto:v.i.miroshnichenko@mipolytech.education)  
кандидат технічних наук, доцент, фахівець з комп'ютерно-інтегрованих технологій та автоматизації технологічних процесів



## ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- здатність застосовувати знання теоретичних засад методів оптимізації для визначення стратегій оптимізації технологічних процесів та агрегатів;
- спроможність аналізувати технологічні агрегати та процеси як об'єкти автоматизації для виділення та формулювання проблем та задач промислового виробництва, що потребують оптимізації: визначати набори відповідних вхідних та вихідних параметрів, їхні обмеження, обирати математичну модель об'єкта, задавати цільову функцію оптимізації;
- спроможність інтегрувати знання з інших галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні, зокрема, економічні, аспекти при розв'язанні задач оптимізації;
- здатність визначати метод, розробляти алгоритм та відповідну програму розв'язання конкретної задачі оптимізації із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення MATLAB (Optimization Toolbox);
- спроможність застосовувати сучасні методи оптимізації, зокрема, генетичні алгоритми, для дослідження та вдосконалення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

## ТЕМАТИКА

Постановка задач статичної оптимізації. Класифікація методів оптимізації функцій. Методи класичного аналізу для розв'язку задач умовної оптимізації. Методи одномірної оптимізації. Градієнтні методи багатомірної оптимізації. Методи нульового порядку багатомірної оптимізації. Лінійне програмування. Стохастичні алгоритми оптимізації. Реалізація оптимізації в системах керування. Генетичні алгоритми оптимізації.

## ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСУ, ФОРМИ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

- Освітній процес передбачає комбінацію оглядових і проблемних лекцій та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle – з одного боку, та проблемно орієнтованих практичних занять з відпрацювання аналітично-розрахункових навичок – з іншого.
- Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим; від студентів очікується ознайомлення з матеріалами перед лекцією, що дозволить побудувати лекційне заняття, консолідує пояснення викладача та обговорення проблемних питань, які виникли при підготовці до лекції. При підготовці рекомендовано також використовувати наукові публікації українською та англійською мовою, а також англійськомовні навчальні матеріали на платформі Kortext.
- Практичні заняття передбачають аналіз умовно змодельованих ситуацій та розв'язання задач різних рівнів, розбір реальних кейсів за матеріалами відкритого доступу, а також виконання лабораторних робіт із використанням спеціалізованого програмного забезпечення MATLAB; їх відвідування є бажаним.
- Студенту слід виконати індивідуальні завдання, зокрема, самостійно пройти релевантні курси на платформі MOOC (Udemy), та модульні контрольні роботи у терміни, встановлені у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання».
- З урахуванням поточної ситуації від учасників освітнього процесу очікується виконання вимог безпеки при сигналі «Повітряна тривога», санкції за залишення заняття або неявку на заняття не застосовуються.
- Опціонально доступні індивідуальні та групові консультації. З викладачем можна зв'язатися через електронну пошту, в чаті або в персональній розмові в MS Teams.

## ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

### Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	Всього
Види контр. точок									
Лабораторні роботи	10		10		10		10		40
Індивідуальні завдання				10				10	20
Модульні контрольні роботи				20				20	40
Всього									100

### Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Лабораторні роботи	Оцінка за лабораторну роботу виставляється в Moodle після завантаження студентом(кою) відповідного звіту та перевірки його викладачем(кою), яка здійснюється впродовж тижня, може бути оскаржена на наступному практичному занятті. Мах 10 балів:
ЛРН№1. Основи вирішення задач оптимізації за допомогою MATLAB	<ul style="list-style-type: none"> <li>при виконанні лабораторної роботи здобувачем продемонстровано набуті навички постановки та формулювання задач оптимізації, обґрунтовано розв'язання цих задач в MATLAB із використанням проблемно-орієнтованого підходу; виконано завдання в повному обсязі та завантажено оформлений за вимогами звіт або Сертифікат неформальної освіти (чітко визначеного в методичних вказівках курсу) з файлами розроблених програм в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття) (7 балів);</li> <li>оцінювання ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (3 бали)</li> </ul>
ЛРН№2. Застосування методів одномірної оптимізації в задачах ідентифікації об'єктів управління	<ul style="list-style-type: none"> <li>при виконанні лабораторної роботи здобувачем продемонстровано знання методів одномірної оптимізації, обґрунтовано застосування цих методів в задачах ідентифікації об'єктів управління, а також наведено аргументовані аналітичні висновки за отриманими результатами; завдання виконано в повному обсязі та завантажено оформлений за вимогами звіт з файлами розроблених програм в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття) (7 балів);</li> <li>оцінювання ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (3 бали)</li> </ul>
ЛРН№3. Аналіз ефективності застосування градієнтних методів та методів нульового порядку в задачах управління	<ul style="list-style-type: none"> <li>при виконанні лабораторної роботи здобувачем було продемонстровано знання градієнтних методів та методів нульового порядку, застосовано визначені методи для вирішення задач управління, у наданих прикладах визначено принципіві та непринципові невідповідності, неведено критично осмислені та проаналізовані отримані результати; завдання виконано в повному обсязі та завантажено оформлений за вимогами звіт в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття) (7 балів);</li> <li>оцінювання ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (3 бали)</li> </ul>
ЛРН№4. Стохастичні алгоритми оптимізації	<ul style="list-style-type: none"> <li>при виконанні лабораторної роботи здобувачем було продемонстровано знання основних принципів та галузі застосувань стохастичних методів оптимізації, зокрема, методу частинок рою, застосовано цей метод для вирішення задач управління з використанням MATLAB, критично осмислені та проаналізовані отримані результати; завдання виконано в повному обсязі та завантажено оформлений за вимогами звіт або</li> </ul>

	Сертифікат неформальної освіти (чітко визначеного в методичних вказівках курсу) з файлами розроблених програм в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття) (7 балів); – оцінювання ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (3 бали)
Індивідуальні завдання	Підготовлений звіт з індивідуального у вигляді файлу *.docx, або *.pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle і перевіряється протягом тижня після завершення терміну подачі. Оскарження оцінки може бути здійснене на останньому практичному занятті модуля.
ІНЗ №1. Розв'язання задач оптимізації в MATLAB	Мах 10 балів: – у відповідності до індивідуального завдання здобувачем підготовлено звіт, у якому наведено необхідні вірні розрахунки з використанням MATLAB щодо розв'язання задач оптимізації, а також критично осмислені та проаналізовані отримані результати; завдання виконано в повному обсязі та завантажено оформлений за вимогами звіт з файлами розроблених програм в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття) (7 балів); – оцінювання здатності здобувача під час захисту звіту демонструвати володіння термінологічним апаратом, відповідати на запитання, швидко адаптувати розв'язок до змін у вихідних даних (3 бали)
ІНЗ №2. Генетичні алгоритми оптимізації	Мах 10 балів: – у відповідності до індивідуального завдання здобувачем підготовлено звіт, у якому наведено результати розв'язання задач оптимізації з використанням генетичних алгоритмів в MATLAB, а також критично осмислені та проаналізовані отримані результати; завдання виконано в повному обсязі та завантажено оформлений за вимогами звіт з файлами розроблених програм в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття) (7 балів); оцінювання здатності здобувача під час захисту звіту демонструвати володіння термінологічним апаратом, відповідати на запитання, швидко адаптувати розв'язок до змін у вихідних даних (3 бали)
Модульні контрольні роботи	МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі за 1 годину 10 хвилин. В разі неявки або неможливості виконання МКР з поважних причин на таке заняття допускається відкриття виконання МКР за погодженням з викладачем в інший час асинхронно. Кількість спроб не обмежується, однак обмеження по часу виконання МКР залишається. Кожна модульна контрольна робота включає блок тестових завдань та задач з матеріалу модуля (мах 20 балів). Тестові завдання являють собою тести множинного вибору з однією вірною відповіддю. Задачі передбачають обґрунтування порядку розв'язання проблем, виконання розрахунків. Тести оцінюються за збігом із правильною відповіддю. При розв'язанні задач оцінюється логіка й обґрунтованість розв'язання, правильність арифметичних розрахунків.

#### Додаткові зауваження:

- студент може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)) та Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій ([Академічні політики : Polytechnic \(metinvest.university\)](#))
- оцінки, отримані за роботу на практичних заняттях не можуть бути відпрацьовані або покращені, окрім процедури оскарження, оцінки за інші види поточного контролю можуть бути покращені за індивідуальною домовленістю з викладачем;
- викладач не має права знижувати оцінку за індивідуальне завдання або модульну контрольну роботу, якщо вони не були складені вчасно, однак в разі, якщо така робота була оцінена пізніше, ніж момент завершення теоретичного навчання у семестрі, то відповідна оцінка не враховується у рейтингу здобувачів освіти.

#### Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

	Варіант вивчення як обов'язкової	Варіант вивчення як вибіркової
Форма підсумкового контролю	Письмовий екзамен	Залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю

		без проведення додаткових контрольних заходів
Умови допуску до підсумкового контролю	не менше 35 балів; якщо здобувачі освіти в результаті самооцінки академічного прогресу не впевнені, що набравши 35 балів за поточну успішність, складуть іспит на 85 балів і вище, то вони мають підвищити власні результати поточного контролю до прийнятного рівня	якщо сума оцінок за поточний контроль за семестр становить менше 60 балів, необхідно відпрацювати відповідні види контролю поточної успішності до завершення теоретичного навчання
Порядок визначення підсумкової оцінки	<p>Для варіанту заліку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– якщо протягом семестру за результатами поточного контролю здобувач освіти набрав менше 60 балів, то під час екзаменаційної сесії йому надається змога отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях;</li> <li>– в разі, якщо протягом семестру за результатами поточного контролю або в процесі покращення власних результатів здобувач освіти набрав більше 60 балів, йому виставляється фактична сума балів і оцінка «залік», в іншому випадку – «незалік».</li> </ul> <p>Для варіанту екзамену:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– підсумкова оцінка (ПО) визначається як середнє арифметичне поточної успішності з навчальної дисципліни (О) та оцінки, отриманої під час іспиту (І). В разі, якщо оцінка, отримана на іспиті, менше 60 балів, підсумкова оцінка дорівнює оцінці іспиту:</li> </ul> $\begin{cases} \text{ПО} = \frac{0 + \text{I}}{2}, & \text{якщо } \text{I} \geq 60 \\ \text{I}, & \text{якщо } \text{I} < 60 \end{cases}$	
Порядок проходження екзамену	Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період; до складу завдань екзамену (100 балів) входять 24 тестових завдань множинного вибору з однією вірною відповіддю (по 4 бали) та 1 задача, яка передбачає обґрунтування порядку розв'язання проблем, виконання розрахунків (4 бали). Екзамен оцінює ступінь володіння предметної термінологією та здатність здобувачів розв'язувати проблеми оптимізації промислового виробництва. Для складання екзамену надається 1 спроба. Порядок оскарження екзаменаційної оцінки визначений у розділі 10 Положення про організацію освітнього процесу ( <a href="#">Нормативні документи : Polytechnic (metinvest.university)</a> )	

Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки наведена в таблиці

Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
90-100	A	Студент демонструє видатний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни, що засвідчують його безумовну готовність до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Відмінно	Залік
82-89	B	Студент виявляє вищий за середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні незначні помилки	Добре	
75-81	C	Студент виявляє середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні деякі значущі помилки		
67-74	D	Студент виявляє задовільний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях наявні суттєві помилки	Задовільно	
60-66	E	Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати вивчення навчальної дисципліни		
35-59	FX	Низка запланованих результатів навчання не досягнуті. Рівень наявних результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Незадовільно	Незалік
0-34	F	Результати навчання відсутні або критично низькі		

## ОСОБЛИВІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

- В разі, якщо дисципліна є обов'язковою для здобувача освіти, і він засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх або такому ж рівні, то кредити та оцінка з дисципліни може бути перезарахована в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)). Консультацію з даного питання можна отримати у викладача, куратора або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну;
- В разі, якщо здобувач освіти обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не перезараховуються;
- В разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з проблематики економічної теорії (наприклад, Coursera, Udemu або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих вебресурсів або проконсультуватися з викладачем на предмет релевантності самостійно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни; 2) в разі успішності опанування такого курсу, яке підтверджується сертифікатом або іншим способом, такому здобувачу у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;
- В разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Ning A., Joaquim R. R. A. Martins. Engineering Design Optimization. Cambridge : Cambridge University Press. 2021. 650 p. URL: <https://public.websites.umich.edu/~mdolaboratory/pdf/Martins2021.pdf>.
2. Методи оптимізації та дослідження операцій : навч. посіб. / уклад.: Я. Б. Сікора, А. Й. Щехорський, Б. Л. Якимчук. Житомир : ЖДУ ім. Ів. Франка, 2019. 148 с.
3. Методи оптимізації та пошуку оптимальних рішень : навч. посіб. / уклад. Л. Ладієва. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 73 с.
4. Методи оптимізації та дослідження операцій : навч. посібник / О. О. Ємець. Полтава : ПУЕТ, 2019. Ч. 2. 139 с.
5. Lipták B. G. Instrument engineers' handbook. 4th ed. Taylor & Francis Group : CRC Press, 2006. Vol. 2 : Process Control and Optimization. 2304 p.
6. Sukanta N. Fundamentals of Optimization Techniques with Algorithms. 1st Edition. Elsevier, 2020. 320 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/c2019-1-02539-9>. URL: <https://read.kortext.com/library/books/652985>.
7. Diwekar U. M. Introduction to Applied Optimization. Springer Nature, 2020. 358 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-55404-0>. URL: <https://read.kortext.com/library/books/814506>.

## АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

Як член спільноти Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» Ви маєте дотримуватися певних стандартів та академічної політики:

- **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагіату; фабрикації; фальсифікації; списування обману; хабарництва; необ'єктивного оцінювання; надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання – прямо заборонено (докладніше про це – у Положенні про академічну доброчесність здобувачів вищої освіти та науково-педагогічних працівників ТОВ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»); і в разі виявлення – **відповідний захід контролю (контрольну точку) буде оцінено в 0 балів за з наступним повідомленням декану факультету та голові комісії з академічної доброчесності Університету.**

- В разі випадку надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання студент може оскаржити процедури оцінювання за процедурами, передбаченими Положенням про організацію освітнього процесу (розділ 10).

- Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані лише тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс і для цілей, пов'язаних з цим курсом і не можуть поширюватися.

- Спілкування з однокурсниками та викладачем має бути професійним та ввічливим.

- Очікується, що Ви перевірятимете всі Ваші письмові повідомлення, включаючи поштові повідомлення та повідомлення у MS Teams на коректність змісту та мови.

- Університет прагне підтримувати середовище, вільне від дискримінації або дискримінаційних домагань, спрямованих на будь-яку людину або групу в межах своєї спільноти - здобувачів освіти, співробітників або відвідувачів.

Докладніше про академічні політики стосовно етичності поведінки, академічної доброчесності та протидію булінгу можна дізнатися за посиланням: [Академічні політики - Polytechnic \(metinvest.university\)](https://metinvest.university)