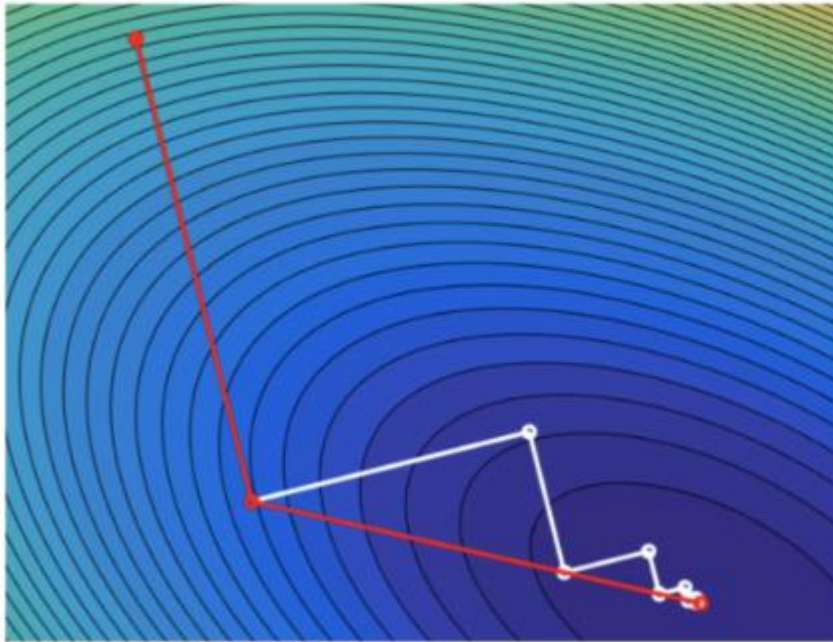




# Національний технічний університет України «КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

[RE-168] МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	17 - Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 - Електронні комунікації та радіотехніка
Освітня програма	172Мн РОС - Радіозв'язок і оброблення сигналів (ЄДЕБО id: 31175)172Мн РСІ - Радіосистемна інженерія (ЄДЕБО id: 31174)172Мн ІТР - Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки (ЄДЕБО id: 49263)172Мн ІКР - Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія (ЄДЕБО id: 49261)172Мн РКС - Радіотехнічні комп'ютеризовані системи (ЄДЕБО id: 49259)172Мн РЕІ - Радіоелектронна інженерія (ЄДЕБО id: 53272)172Мн РЕІ+ - Радіоелектронна інженерія (ЄДЕБО id: 57919)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма здобуття вищої освіти	Очна (денна)

Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС/ 120 годин (Лекц. 36 год, Практик. 18 год, СРС 66 год )
Семестровий контроль/контрольні заходи	Екзамен Контрольні заходи: МКР, захист робіт на комп'ютерному практикумі
Розклад занять	<a href="https://rozklad.kpi.ua">https://rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська / Англійська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: <a href="mailto:d.vasylenko@kpi.ua">Василенко Д. О.</a> , (d.vasylenko@kpi.ua) Практ.: <a href="#">Василенко Д. О.</a> ,
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2253">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2253</a>

#### Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Предмет навчальної дисципліни: математичні методи оптимізації.

Навчальна дисципліна «Математичні методи оптимізації» є важливою компонентою в формуванні теоретичної бази для подальшого вдосконалення, поглиблення та розвинування знань та умінь випускника університету у напрямку проектування оптимальних конструкцій для різних галузей промисловості, а також вивчення та професійного використання комп'ютерних САД систем. Набуті знання та вміння застосовуються при розробці та аналізі математичних моделей конструкцій та використанні сучасного програмного забезпечення для проектування і розрахунків елементів радіотехнічних пристроїв та систем.

Засвоєння навчальної дисципліни МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ дає студентам

#### **ЗДАТНІСТЬ:**

- здатність обирати найбільш ефективні методи оптимізації для пошуку оптимальних рішень,
- здатність формулювати постановки задач оптимального проектування радіотехнічних пристроїв та систем,
- здатність розв'язувати практичні задачі пошуку екстремуму цільових функцій і оптимізації систем і процесів,
- здатність реалізовувати методи оптимізації та математичні моделі дослідження операцій у середовищі MATLAB online/Octave,
- здатність інтерпретувати та застосовувати результати розв'язання задач в практичних цілях при прийнятті рішень.

#### **ЗНАННЯ:**

- основних методів оптимізації одновимірної оптимізації,
- основних методів прямого пошуку (алгоритм Гауса, алгоритм Розенброка, симплексний метод Нелдера-Міда)

- основних методів першого порядку (алгоритм найшвидшого спуску, метод спряжених градієнтів),
- методу Ньютона і квазіньютонівських методів (метод Бройдена, метод Девідсона-Флетчера-Пауела, алгоритм Пірсона),
- природних алгоритмів глобальної оптимізації (генетичного алгоритму, алгоритму бджолиного рою),
- основних методів нелінійного програмування, а саме метод множників Лагранжа, умови оптимальності Куна-Таккера, задачі геометричного програмування та її властивості,
- основних методів лінійного програмування.

#### **УМІННЯ:**

- знаходження оптимуму складних функцій різними методами оптимізації у програмі Matlab.
- моделювання характеристик радіотехнічних пристроїв та систем за допомогою нейронних мереж.

#### **ДОСВІД:**

- програмування у середовищі Matlab online/ Octave складних алгоритмів оптимізації.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі програмні компетентності та результати навчання за ОНП "Радіоелектронна інженерія"

#### ***Загальні компетентності***

Здатність досліджувати проблеми із використанням системного аналізу, синтезу та інших загальнонаукових методів пізнання (ЗК 12)

#### ***Фахові компетентності***

Здатність обирати оптимальні методи досліджень і оптимізації, модифікувати та адаптувати існуючі, розробляти нові методи досліджень і оптимізації відповідно до існуючих технічних засобів та формувати методику обробки результатів досліджень (ФК 16)

Здатність демонструвати і використовувати знання сучасних комп'ютерних та інформаційних технологій та інструментів інженерних і наукових досліджень, розрахунків, обробки та аналізу даних, моделювання та оптимізації (ФК 17)

#### ***Програмні результати навчання***

Досліджувати процеси у телекомунікаційних та радіотехнічних системах з використанням засобів автоматизації інженерних розрахунків, планування та проведення наукових експериментів з обробкою і аналізом результатів. (ПРН 6)

Розробляти алгоритми адаптивної обробки сигналів в сучасних радіотехнічних системах, що працюють в умовах апріорної невизначеності, та досліджувати їх ефективність шляхом статистичного моделювання на ЕОМ з використанням спеціалізованих програмних засобів (ПРН 17)

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Навчальна дисципліна належить до циклу загальної підготовки.

Міждисциплінарні зв'язки: навчальна дисципліна базується на знаннях, отриманих при вивченні дисципліни «Вища математика».

3. Зміст навчальної дисципліни

## ТЕМАТИКА ЛЕКЦІЙ

Розділ 1 Вступна частина

Тема 1. Постановка задачі оптимізації та основні поняття.

Постановка задачі оптимізації та основні поняття. Приклади екстремальних задач та їх формалізація. Основні класи екстремальних задач. Ознайомлення з програмою курсу і PCO.

Розділ 2 Основи лінійного програмування

Тема 2. Лінійне програмування і симплекс метод

Постановка задачі. Нормальна форма задачі лінійного програмування. Перехід від одного допустимого розв'язку до іншого. Симплексний метод розв'язку задач лінійного програмування. Розв'язок задач на мінімум. Табличний симплекс метод. Приклади постановок завдань лінійного програмування.

Розділ 3 Методи пошуку безумовного екстремуму функцій однієї і багатьох змінних

Тема 3. Методи одновимірної оптимізації

Постановка задачі. Метод дихотомії або ділення відрізків навпіл. Метод золотого перетину. Метод Фібоначчі. Метод квадратичної апроксимації. Приклади розв'язку задач.

Тема 4. Методи нульового порядку багатомірної оптимізації

Метод випадкового пошуку і випадкового напрямку пошуку. Метод покоординатного спуску. Метод Хука-Дживса (метод пошуку по зразку). Метод пошуку по симплексу. Симплексний алгоритм Нелдера-Міда. Метод Розенброка.

Тема 5. Градієнтні методи багатомірної оптимізації

Тема 5.1. Градієнтні методи першого порядку

Математичне підґрунтя градієнтних методів. Градієнтний метод із дробленням кроку, з постійним кроком, з наперед заданим кроком. Алгоритм найшвидшого градієнтного спуску. Градієнтний метод з моментом. Алгоритм Нестерова. Приклад використання градієнтного методу. Визначення спряженості двох векторів. Метод Пауела (метод спряжених напрямків). Метод спряжених градієнтів (Флетчера-Рівса).

Тема 5.2. Градієнтні методи другого порядку

Матриця Хесіана. Метод Ньютона. Метод Левенберга-Марквардта. Квазіньютонівські методи: метод Бройдена, метод Девідона-Флетчера-Пауела.

Визначення Якобіана. Метод Гауса-Ньютона.

Розділ 4 Методи пошуку умовного екстремуму

Тема 6. Методи послідовної безумовної оптимізації

Метод множників Лагранжа. Метод зовнішнього штрафу. Метод внутрішнього штрафу. Приклади бар'єрних та штрафних функцій. Знаходження початкового розв'язку для методу внутрішнього штрафу.

Метод послідовного лінійного програмування.

Тема 7. Методи можливих напрямків.

Метод проекції градієнта. Метод Розена.

Розділ 5. Природні алгоритми глобальної оптимізації

Тема 8. Генетичний алгоритм

Основні засади роботи бінарного генетичного алгоритму. Визначення операторів кросоверу, селекції і мутації. Бінарне кодування змінних. Приклади конструктивного синтезу радіотехнічних пристроїв за допомогою генетичного алгоритму. Небінарний генетичний алгоритм. Умови зупинки алгоритму. Рекомендації по вибору основних параметрів генетичного алгоритму. Steady-state генетичний алгоритм. Ідеологія елітизму. Цільова функція для максимізації і для мінімізації. Модифікації цільової функції.

Тема 9. Алгоритм бджолиного рою

Основні засади роботи алгоритму бджолиного рою. Визначення напрямку пошуку в алгоритмі бджолиного рою. Граничні умови. Набори параметрів Клерка і Трелеа. Порівняння швидкості пошуку алгоритму бджолиного рою і генетичного алгоритму.

Тема 10. Інші глобальні методи оптимізації

Тема 10.1 Метод відпалювання

Основні засади методу. Алгоритм роботи

Тема 10.2 Світлячковий алгоритм

Основні засади методу. Алгоритм роботи

Розділ 6 Багатокритеріальна оптимізація

Тема 11 Класичні методи багатокритеріальної оптимізації

Постановка задачі багатокритеріальної оптимізації. Оптимальність по Парето. Фронт Парето, домінантні і недомінантні рішення. Арбітражні розв'язки: метод головного критерію, арбітражна схема Неша. Скаляризація цільової функції: метод суми зважених критеріїв, метод зміни обмежень.

Тема 12 Генетичні алгоритми в задачах багатокритеріальної оптимізації

Алгоритми VEGA, NSGA, NSGA-II.

Розділ 7 Спеціальні методи оптимізації радіотехнічних пристроїв та систем

Тема 13. Нейронні мережі

Структура нейронної мережі. Математична модель нейрона. Багатосаровий перцептрон. Тренування нейронної мережі. Моделювання характеристик радіотехнічних пристроїв за допомогою нейронної мережі (на прикладі плоского широкосмугового диполя).

Тема 14. Методи просторового відображення в задачах оптимізації радіотехнічних пристроїв та систем

Алгоритми Space Mapping та Aggressive Space Mapping

#### ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Метою практичних занять є оволодіння умінням розв'язувати практичні задачі пошуку екстремуму цільових функцій, реалізовувати методи оптимізації у середовищі MATLAB online/ Octave, обирати методи оптимізації, враховуючи особливості цільової функції. Практичні заняття передбачаються за такими темами:

Тестові функції для перевірки методів оптимізації, візуалізація функцій двох змінних, візуалізація кроків оптимізації.

Пошук оптимуму функцій однієї змінної методами дихотомії, золотого перерізу, Фібоначчі.

Пошук оптимуму функцій багатьох змінних методами нульового порядку.

Пошук оптимуму функцій багатьох змінних градієнтними методами оптимізації першого порядку.

Пошук оптимуму функцій багатьох змінних методами градієнтними методами оптимізації другого порядку.

Реалізація бінарного генетичного алгоритму у системі Matlab/Octave. Дослідження складних функцій з багатьма мінімумами.

Реалізація алгоритму бджолиного рою у системі Matlab/Octave. Дослідження складних функцій з багатьма мінімумами.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Василенко, Д. О. Математичні методи оптимізації. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія» за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / Д. О. Василенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 977,2 КБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 38 с. – Назва з екрана. - Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57062>
2. Сучасні методи аналізу, синтезу і оптимізації пристроїв надвисоких частот та антен [Електронний ресурс] : методичні рекомендації для студентів напряму підготовки 6.050901 «Радіотехніка» / НТУУ «КПІ»; уклад. Д. О. Василенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,57 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 61 с. Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/16419>
3. Основи теорії і методів оптимізації [Текст] : навч. посіб. для студ. мат. спец. вищ. навч. закл. / М. І. Жалдак, Ю. В. Триус. - Черкаси : Брама-Україна, 2005. - 608 с.
4. Данилов, В. Я. Числові алгоритми оптимізації [Електронний ресурс] : навчальний посібник / В. Я. Данилов, П. М. Зінько ; відп. ред. П. І. Бідюк ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 73,4 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – 312 с. – Бібліогр.: с. 310-312.
5. Rao Singiresu S. Engineering Optimization: Theory and Practice / Singiresu S. Rao. - New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2009 – 813 p.

6. Rahmat-Samii Yahya Electromagnetic optimization by genetic algorithm / Yahya Rahmat-Samii Yahya, Eric Michielssen – New York, USA: John Wiley & Sons, 1999. – 480 p.
7. Kennedy J. Particle swarm optimization / J. Kennedy, R. Eberhart // IEEE International Conference on Neural Networks, 27-30 Nov 1995. – Perth, Australia, 1995. – P. 1942-1948.
8. Robinson J. Particle swarm optimization in electromagnetics / J. Robinson, Y. Rahmat-Samii // IEEE Transactions on Antennas and Propagation. – 2004. –Vol. 52, Issue 2. – P. 397-407.

Додаткова література:

1. Bandler J. W. Space mapping technique for electromagnetic optimization / J.W. Bandler, R.M. Biernacki, S.H. Chen et al. // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. – 1994. – Vol. 42, Issue 12. – P. 2536–2544.
2. Bandler J. W. Electromagnetic optimization exploiting aggressive space mapping / J.W. Bandler, R. Hemmers, R.H. Madsen et al. // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. – 1995. – Vol. 43, Issue 12. – P. 2874-2882.
3. Deb K. et al. A fast elitist non-dominated sorting genetic algorithm for multi-objective optimization: NSGA-II //International Conference on Parallel Problem Solving From Nature. – Springer Berlin Heidelberg, 2000. – С. 849-858.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Лекційні заняття**

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Тема 1. Постановка задачі оптимізації та основні поняття. Постановка задачі оптимізації та основні поняття. Приклади екстремальних задач та їх формалізація. Основні класи екстремальних задач. Ознайомлення з програмою курсу і РСО.
2	Тема 2. Лінійне програмування і симплекс метод Постановка задачі. Нормальна форма задачі лінійного програмування. Базисний розв'язок. Перехід від одного допустимого розв'язку до іншого. Симплексний метод розв'язку задач лінійного програмування. Знаходження початкового базисного розв'язку.
3	Тема 2. Лінійне програмування і симплекс метод Перехід від одного допустимого розв'язку до іншого. Симплексний метод розв'язку задач лінійного програмування. Знаходження початкового базисного розв'язку. Розв'язок задач на мінімум. Табличний симплекс метод. Приклади постановок задач лінійного програмування.
4	Тема 3. Методи одновимірної оптимізації

	Постановка задачі. Метод дихотомії або ділення відрізків навпіл. Метод золотого перерізу. Метод Фібоначчі. Метод квадратичної апроксимації. Приклади розв'язку задач.
5	Тема 4. Методи нульового порядку багатомірної оптимізації Метод випадкового пошуку і випадкового напрямку пошуку. Метод покоординатного спуску. Метод Хука-Дживса (метод пошуку по зразку). Метод пошуку по симплексу. Симплексний алгоритм Нелдера-Міда. Метод Розенброка.
6	Тема5.1. Градієнтні методи першого порядку Математичне підґрунтя градієнтних методів. Градієнтний метод із дробленням кроку, з постійним кроком, з наперед заданим кроком. Алгоритм найшвидшого градієнтного спуску. Градієнтний метод з моментом. Алгоритм Нестерова. Приклад використання градієнтного методу.
7	Тема5.1. Градієнтні методи першого порядку Визначення спряженості двох векторів. Метод Пауела (метод спряжених напрямків). Метод спряжених градієнтів (Флетчера-Рівса). Модульна контрольна робота.
8	Тема5.2. Градієнтні методи другого порядку Матриця Хесіана. Метод Ньютона. Метод Левенберга-Марквардта.
9	Тема5.2. Градієнтні методи другого порядку Квазіньютонівські методи: метод Бroyдена, метод Девідона-Флетчера-Пауела. Визначення Якобіана. Метод Гауса-Ньютона.
10	Тема 6. Методи послідовної безумовної оптимізації Метод множників Лагранжа. Метод зовнішнього штрафу. Метод внутрішнього штрафу. Приклади бар'єрних та штрафних функцій. Знаходження початкового розв'язку для методу внутрішнього штрафу.
11	Тема 6. Методи послідовної безумовної оптимізації Метод послідовного лінійного програмування. Тема 7. Методи можливих напрямків. Метод проекції градієнта. Метод Розена.
12	Тема 8. Генетичний алгоритм Основні засади роботи бінарного генетичного алгоритму. Визначення операторів кросоверу, селекції і мутації. Бінарне кодування змінних. Приклади конструктивного синтезу радіотехнічних пристроїв за допомогою генетичного алгоритму.
13	Тема 8. Генетичний алгоритм



	<p>Небінарний генетичний алгоритм. Умови зупинки алгоритму. Рекомендації по вибору основних параметрів генетичного алгоритму. Steady-state генетичний алгоритм. Ідеологія елітизму. Цільова функція для максимізації і для мінімізації. Модифікації цільової функції.</p> <p>Тема 9. Алгоритм бджолиного рою</p> <p>Основні засади роботи алгоритму бджолиного рою. Визначення напрямку пошуку в алгоритмі бджолиного рою. Граничні умови.</p>
14	<p>Тема 9. Алгоритм бджолиного рою</p> <p>Набори параметрів Клерка і Трелеа. Порівняння швидкості пошуку алгоритму бджолиного рою і генетичного алгоритму.</p> <p>Тема 10. Інші глобальні методи оптимізації</p> <p>Тема 10.1 Метод відпалювання</p> <p>Основні засади методу. Алгоритм роботи</p>
15	<p>Тема 10. Інші глобальні методи оптимізації</p> <p>Тема 10.2 Світлячковий алгоритм</p> <p>Основні засади методу. Алгоритм роботи</p> <p>Тема 11 Класичні методи багатокритеріальної оптимізації</p> <p>Постановка задачі багатокритеріальної оптимізації. Оптимальність по Парето. Фронт Парето, домінантні і недомінантні рішення.</p>
16	<p>Тема 11 Класичні методи багатокритеріальної оптимізації</p> <p>Арбітражні розв'язки: метод головного критерію, арбітражна схема Неша. Скаляризація цільової функції: метод суми зважених критеріїв, метод зміни обмежень.</p> <p>Тема 12 Генетичні алгоритми в задачах багатокритеріальної оптимізації</p> <p>Алгоритми VEGA, NSGA, NSGA-II.</p> <p>Тема 13. Нейронні мережі</p> <p>Структура нейронної мережі. Математична модель нейрона. Багатошаровий перцептрон.</p>
17	<p>Тема 13. Нейронні мережі</p> <p>Тренування нейронної мережі. Моделювання характеристик радіотехнічних пристроїв за допомогою нейронної мережі (на прикладі плоского широкосмугового диполя).</p>
18	<p>Тема 14. Методи просторового відображення в задачах оптимізації радіотехнічних пристроїв та систем</p> <p>Алгоритми Space Mapping та Aggressive Space Mapping</p> <p>Підведення підсумків по PCO.</p>

Метою практичних занять є оволодіння умінням розв'язувати практичні задачі пошуку екстремуму цільових функцій, реалізовувати методи оптимізації у середовищі MATLAB, обирати методи оптимізації, враховуючи особливості цільової функції.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Складні функції двох змінних, їх візуалізація. Числове обчислення похідних функцій.
2	Методи одномірної оптимізації Пошук оптимуму функцій однієї змінної методами дихотомії, золотого перерізу, Фібоначчі, квадратичної апроксимації.
3	Методи оптимізації нульового порядку Пошук оптимуму функцій багатьох змінних методом по координатного спуску, методом Хука і Дживса (пошук по зразку), алгоритмом Нелдера-Міда (метод симплексу).
4	Методи оптимізації першого порядку Пошук оптимуму функцій багатьох змінних методом найшвидшого градієнтного спуску, методом спряжених напрямків і спряжених градієнтів. Задача знаходження параметрів моделі резистора по відомій частотній залежності коефіцієнта відбиття.
5	Методи оптимізації другого порядку Пошук оптимуму функцій багатьох змінних методами методом Ньютона, Левенберга-Марквардта, методом Давідона-Флетчера-Пауела.
6-7	Глобальні методи оптимізації. Генетичний алгоритм. Реалізація бінарного генетичного алгоритму у системі Matlab/Octave. Дослідження складних функцій з багатьма мінімумами. Дослідження впливу параметрів ГА на швидкість оптимізації.
8-9	Глобальні методи оптимізації. Алгоритм бджолиного рою. Реалізація алгоритму бджолиного рою у системі Matlab/Octave. Дослідження складних функцій з багатьма мінімумами. Оптимізація ФНЧ за допомогою алгоритму бджолиного рою.

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів передбачена при підготовці до кожного практичного заняття (комп'ютерного практикуму). Самостійна робота передбачає опрацювання теоретичних питань, а також дослідження функцій, які не були опрацьовані під час самої лабораторної роботи.

## Політика та контроль

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

#### **Відвідування занять**

Відвідування лекційних, практичних та лабораторних занять - згідно «Положенню про організацію освітнього процесу КПІ ім. Ігоря Сікорського». Мінімум раз на тиждень викладач проводить консультації з різних питань кредитного модулю. На консультаціях викладач може надавати допомогу з вивчення матеріалу занять, які були з тих чи інших причин пропущені студентами і мають опановувати їх самостійно.

Обов'язковими до відвідування та виконання є практичні заняття. У разі пропуску цих занять, їх слід відпрацьовувати самостійно і надати протокол на перевірку.

Практичне заняття необхідно відпрацювати протягом 2 тижнів до наступного практичного заняття.

У будь-якому випадку студентам рекомендується відвідувати усі види занять, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання домашніх завдань, контрольних та розрахункових робіт.

#### **Пропущені контрольні заходи**

Результат для студента, який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. При пропуску контрольного заходу з поважної причини студенту надається можливість виконати його (написати МКР, відпрацювати лабораторну роботу) в присутності викладача. Пропущений іспит не зараховується незалежно від причин пропуску; у такому випадку студент отримує запис у відомості «не з'явився», якщо має право допуску до екзамену, та повинен скласти іспит на додатковій сесії.

#### **Оголошення результатів контрольних заходів**

Результати виконання МКР оголошуються кожному студенту окремо. При спілкуванні наживо, за бажанням студента, він може отримати пояснення, в яких можна побачити свою оцінку за певними критеріями оцінювання.

Захист комп'ютерного практикуму проходить у формі співбесіди з викладачем. Під час захисту студент зобов'язаний вміти пояснити отримані результати та відповісти на головні теоретичні питання за темами розділів. Результати захисту оголошуються студенту у його присутності або в дистанційній формі спілкування та супроводжуються певними коментарями та зауваженнями стосовно помилок. (Дистанційна форма спілкування в системі Zoom, Telegram, Skype, Google Meets з відео та звуком).

Результати за виконаний комп'ютерний практикум виставляються по закінченню її виконання та захисту.

#### **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 проведення та/або оцінювання 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.

### **Заохочувальні та штрафні балів та політика щодо академічної доброчесності**

У разі виявленні плагиату роботи комп'ютерного практикуму є обов'язковим подальше її переопрацюванням.

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

Поточним засобом діагностики успішності є оцінювання якості виконання завдань на практичних заняттях .

Усі результати поточного контролю зведені у систему PCO, за якою нараховуються бали успішності засвоєння дисципліни.

Останнім засобом діагностики успішності є екзаменаційні білети, які охоплюють весь обсяг вивченої дисципліни. На екзамені виконується письмова контрольна робота. Кожне завдання містить два теоретичних питання.

Рейтинг студента з дисципліни (РД) формується як сума балів поточної успішності навчання - стартового рейтингу (РС) та екзаменаційних балів (РЕ):

$$РД = РС + РЕ.$$

Розмір стартової шкали РС = 60 балів.

Розмір екзаменаційної шкали РЕ = 40 балів.

Розмір шкали рейтингу з дисципліни РД = 100 балів.

Система рейтингових балів РС та критерії оцінювання

РС складається з балів, одержаних за виконання таких робіт:

1. Виконання практичного заняття (комп'ютерного практикуму)

- завдання виконано повністю і захищено	7
- завдання виконано повністю, на захисті дано відповідь на ~60% питань	5
- завдання виконано частково (не менше 60%), на захисті дано відповідь на ~60% питань	4
- завдання не виконано	0
<u>Максимальна сума балів за 7 практичних занять</u>	49

2. Виконання модульної контрольної роботи:

- безпомилкове розв'язання завдання	11
- розв'язання з неістотними помилками	9
- розв'язання із суттєвими помилками (~60% відповіді дано правильно)	6
- незадовільне виконання або відсутність під час контролю без поважних причин	0
<u>Максимальна сума балів за МКР</u>	11

Максимальний РС в семестрі складає:

$$PC = 7 \cdot 7 + 11 = 60 \text{ балів.}$$

Умови позитивної проміжної атестації

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент має одержати не менше ніж 14 балів.

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент має одержати не менше ніж 25 балів.

Умови допуску до екзамену:

1. Набуття не менше ніж 30 балів протягом семестру.

## 2. Виконання і захист всіх практичних робіт

### Система рейтингових балів РЕ та критерії оцінювання

На екзамені виконується письмова контрольна робота. Кожне завдання містить два теоретичних питання. Перелік теоретичних питань наведено в інформаційному пакеті з навчальної дисципліни. Кожне теоретичне питання оцінюється у 20 балів.

Відповідь на кожне теоретичне питання надає такі бали:

повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації)	20
достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності)	14
неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки)	6
незадовільна відповідь	0

Студент, що отримав на екзамені менше 10 балів вважається таким, що отримав підсумкову оцінку «незадовільно» незалежно від семестрового рейтингу.

Максимальний РЕ складає:

$$PE = 2 \cdot 20 = 40 \text{ балів.}$$

*Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою*

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
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

#### 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній регулюється відповідним чинним «Положенням про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті» (<https://osvita.kpi.ua/node/179>).

Для валідації результатів навчання за розпорядженням декана факультету створюється предметна комісія, до якої входять: завідувач кафедри; науково-педагогічний працівник, відповідальний за освітній компонент, що пропонується до зарахування; науково-педагогічний працівник кафедри технічного факультету/ інституту, як правило, куратор академічної групи здобувача або його науковий керівник. Предметна комісія розглядає подані документи, проводить аналіз їх відповідності силабусу (робочій програмі навчальної дисципліни/ освітнього компонента), проводить співбесіду із здобувачем (за потреби) та приймає одне з рішень:

1. визнати результати, набуті під час неформальної освіти та зарахувати їх як оцінку семестрового контролю з відповідної навчальної дисципліни/ освітнього компонента;
2. визнати результати, набуті під час неформальної освіти та зарахувати їх відповідно до рейтингової системи оцінювання як поточний контроль з відповідної складової навчальної дисципліни/ освітнього компонента;
3. не визнавати результати, набуті під час неформальної/ інформальної освіти;
4. призначити дату проведення позачергового контрольного заходу, відповідно до зазначеного у навчальному плані для навчальної дисципліни/освітнього компонента, що може бути зарахований.

Орієнтовний перелік курсів, проходження яких дозволяє закрити частково теми, що входять в PCO:

1. <https://www.edx.org/learn/math/rwth-aachen-university-mathematical-optimization-for-engineers>
2. [https://www.udemy.com/course/optimization-for-engineering-students/?utm\\_source=adwords&utm\\_medium=udemyads&utm\\_campaign=LongTail\\_la.EN\\_cc.ROW&utm\\_content=deal4584&utm\\_term=.\\_ag\\_119586862319.\\_ad\\_535397279676.\\_kw\\_.de\\_c.\\_dm\\_.pl\\_.ti\\_dsa-1212271230479.\\_li\\_1012847.\\_pd\\_.&matchtype=&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQiAhomtBhDgARIsABcaYymcbHcMaamb-9VfGaWlpLtBjoBVm0E8\\_vlGoBUlrhRMbd-u0iCwjywaAny\\_EALw\\_wcB](https://www.udemy.com/course/optimization-for-engineering-students/?utm_source=adwords&utm_medium=udemyads&utm_campaign=LongTail_la.EN_cc.ROW&utm_content=deal4584&utm_term=._ag_119586862319._ad_535397279676._kw_.de_c._dm_.pl_.ti_dsa-1212271230479._li_1012847._pd_.&matchtype=&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAhomtBhDgARIsABcaYymcbHcMaamb-9VfGaWlpLtBjoBVm0E8_vlGoBUlrhRMbd-u0iCwjywaAny_EALw_wcB)
3. <https://www.coursera.org/learn/operations-research-algorithms>

*Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни*

- Matlab Online або Octave

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено** [Василенко Д. О.](#);

**Ухвалено** кафедрою PI (протокол № 06/2023 від 22.06.2023 )

**Погоджено** методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 06-2023 від 29.06.2023 )

**Погоджено** методичною комісією факультету електроніки (протокол № 06\23 від 29.06.2023 р.)