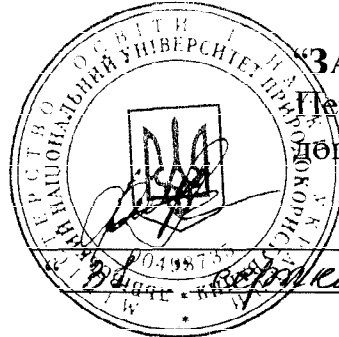


Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехнічних систем



“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Перший проректор
доцент Ірина Федів

2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Методи оптимізації та їх застосування в задачах електротехніки»

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

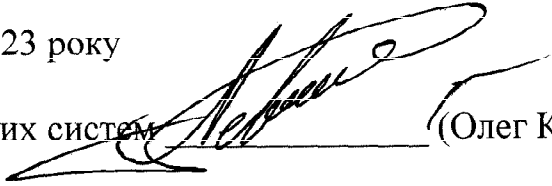
Рівень вищої освіти – другий (магістерський) рівень

Робоча програма навчальної дисципліни «Методи оптимізації та їх застосування в задачах електротехніки» для здобувачів другого (магістерського) рівня освіти ОП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Розробники: д.т.н., професор Андрій Чабан,
к.т.н., доцент Віталій Левонюк


Робочу програму схвалено на засіданні кафедри електротехнічних систем

Протокол № 1 від “ 30 ” серпня 2023 року

Завідувач кафедри електротехнічних систем  (Олег Калахан)

Робочу програму схвалено на засіданні методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій

Протокол № 1 від “ 30 ” серпня 2023 року

Голова методичної комісії факультету  (Степан Ковалишин)

1 Опис навчальної дисципліни

Галузь знань, спеціальність, рівень освіти

Рівень вищої освіти: другий (магістерський) рівень

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Характеристика навчальної дисципліни:

Вибіркова

Кількість кредитів – 4

Загальна кількість годин – 120

Вид контролю: іспит

Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – 3

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 53,

для заочної форми навчання – 20.

2 Програма навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні засади оптимізаційних задач прикладної електротехніки

Тема 1. Основні засади теорії оптимізаційних задач в задачах електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

1.1 Вступ. Поняття про цільову функцію та області обмеження. Основні означення та твердження.

1.2 Елементи теорії множин і графів. Означення графа. Напрявлений граф. Дерево графа.

1.3 Поняття про оптимальне значення функцій на заданому проміжку. Основні твердження, означення та теореми.

1.4 Методи пошуку максимальних та мінімальних значень досліджуваної функції на заданому інтервалі. Поняття про збіжність процесу.

1.5 Проблема локальних мінімумів та максимумів. Шляхи вирішення проблеми.

Розділ 2. Застосування теорії імовірності та елементів математичної статистики в оптимізаційних задачах електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Тема 2. Використання апарата теорії імовірності та елементів математичної статистики в прикладних задачах електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

2.1 Основні засади теорії імовірності. Поняття про подію. Типи подій. Сумісні, несумісні та залежні й незалежні події.

2.2 Використання основних законів комбінаторики в задачах прикладної електротехніки.

2.3 Використання теорем імовірності (додавання, множення, формули повної імовірності та Бейеса) для подій загального типу в задачах електротехніки.

2.4 Використання функцій математичного сподівання, дисперсії та середнього квадратичного відхилення для неперервних величин під час аналізу електротехнічних систем і комплексів.

2.5 Використання розподілів Пуассона та Гауса в оптимізаційних задачах електротехніки.

2.6 Надійність як імовірність безвідмовної роботи елемента системи. Послідовне та паралельне з'єднання елементів. Функція надійності. Використання апарату теорії надійності під час аналізу прикладних задач електроенергетики

2.7 Визначення резервування для забезпечення потрібної імовірності роботи

Тема 3. Використання апарату математичної статистики в оптимізаційних задачах електротехніки.

3.1 Основні поняття та означення. Завдання статистичного аналізу статичних та динамічних систем.

3.2 Елементи теорії кореляції. Вибіркові кореляційні відношення. Поняття про криволінійну кореляцію. Перевірка гіпотез нормального розподілу генеральної сукупності. Критерій Пірсона.

3.3 Метод Монте-Карло. Ідеологія та математична інтерпретація методу Монте-Карло. Історичний аспект. Поняття про випадкові числа. Розіграш випадкових величин. Метод суперпозиції.

3.4 Ланцюги Маркова. Однорідний ланцюг Маркова. Перехідні імовірності. Матриця переходу. Рівність Маркова.

3.5 Критерії статистичних оцінок. Перевірка статистичних гіпотез.

Розділ 3. Застосування теорії математичного програмування в оптимізаційних задачах електротехніки, електромеханіки та електроенергетики.

Тема 4. Лінійне програмування в задачах прикладної електротехніки.

4.1 Основні поняття та означення лінійного програмування. Постановка задачі.

4.2 Алгоритм розв'язання задачі лінійного програмування графічним методом.

4.3 Використання симплекс-методу для розв'язання типових задач математичного програмування.

4.4 Двоїстість у лінійному програмуванні. Правила побудови двоїстої задачі лінійного програмування.

4.5 Транспортна задача в електроенергетиці. Постановка закритої транспортної задачі. Пошук початкового опорного плану транспортної задачі. Метод потенціалів.

Тема 5. Нелінійне програмування в задачах прикладної механіки.

5.1 Основні поняття та означення нелінійного програмування. Постановка задачі.

5.2 Задача нелінійного програмування в задачах прикладної електротехніки.

5.3 Квадратичне програмування.

5.4 Метод неозначених множників Лагранжа.

5.5 Теорема Куна-Таккера. Використання теореми для розв'язання задач нелінійного програмування в задачах прикладної електротехніки.

Тема 6. Дискретне, стохастичне та динамічне програмування в задачах прикладної механіки.

6.1 Основні поняття та означення дискретного програмування. Постановка задачі.

6.2 Метод гілок і меж.

6.3 Стохастичне програмування в оптимізаційних задачах прикладної електротехніки.

6.4 Метод найменших квадратів.

6.5 Метод Левенберга-Маркварта.

6.5 Динамічне програмування в оптимізаційних задачах прикладної механіки

Розділ. 4. Аналітичні та числові підходи пошуку оптимальних рішень в задачах електротехніки, електромеханіки та електроенергетики.

Тема 7. Аналітичні та числові підходи пошуку оптимальних рішень в задачах електротехніки, електромеханіки та електроенергетики.

7.1 Засади формування оптимізаційних задач прикладної електротехніки, що описуються функцією однієї змінної.

7.2 Необхідні та достатні умови екстремуму функції однієї змінної

7.3 Геометрична інтерпретація розв'язку одновимірної оптимізаційної задачі

7.4 Методи оминання локальних мінімумів в одновимірних задачах.

7.5 Засади формування оптимізаційних задач прикладної електротехніки, що описуються функцією декількох змінної.

7.6 Опукле програмування в оптимізаційних задачах електротехніки

7.7 Необхідні та достатні умови екстремуму функції декількох (двох) змінних.

7.8. Мінімакс (сідлова точка) у оптимізаційних задачах електротехніки.

7.9 Частковий і повний приріст (диференціал) функції декількох змінних.

7.10 Методи побудови дискретних оптимізаційних моделей.

7.11 Пошук мінімуму цільової функції. Розв'язання рівнянь мінімізації шляхом використання чисельно-методних алгоритмів розв'язання звичайних нелінійних диференціальних та алгебричних рівнянь.

7.12 Метод перебору. Алгоритм методу. Збіжність методу. Позитивні та негативні сторони методу

7.13 Метод покоординатного спуску. Використання методу в оптимізаційних задачах прикладної механіки.

7.14 Метод градієнтного спуску. Використання методу в оптимізаційних задачах прикладної механіки.

7.15 Метод найшвидшого градієнтного спуску. Використання методу в оптимізаційних задачах прикладної механіки.

7.16 Метод золотого перетину. Алгоритм методу. Використання методу в оптимізаційних задачах прикладної механіки.

7.17 Порівняльний аналіз використання методу перебору з методами покоординатного та градієнтного спусків.

3 Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
л		п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.
	Рік підготовки 1 Семестр 1					Рік підготовки 1 Семестр 1				
Розділ 1. Загальні засади оптимізаційних задач прикладної електротехніки										
Тема 1.	14	2			12	14	2			12

Розділ 2. Застосування теорії імовірності та елементів математичної статистики в оптимізаційних задачах електроенергетики, електротехніки та електромеханіки										
Тема 2.	10	2	4	4	10	1	2			7
Тема 3.	15	2			13	15	2			13
Розділ 3. Застосування теорії математичного програмування в оптимізаційних задачах електротехніки, електромеханіки та електроенергетики										
Тема 4.	12	2	8	2	12	1	2			9
Тема 5.	14	2	10	2	14	1	4			9
Тема 6.	10	2	6	2	10	1	2			7
Розділ 4. Аналітичні підходи пошуку оптимальних рішень в задачах електротехніки, електромеханіки та електроенергетики										
Тема 7.	15	2			13	15	2			13
Іспит	30				30	30				30
Усього	120	14	28	78	120	10	10			100

4 Темі лабораторних занять

№ теми	Назва теми лабораторної роботи	Кількість годин
2	Розрахунок надійності нерезервованих електричних систем без відновлення	4
4	Розв'язання задач лінійного програмування симплекс-методом	4
	Розв'язання транспортної задачі методом потенціалів	4
5	Розв'язування задач нелінійного програмування методом неозначених множників Лагранжа	4
	Нелінійні оптимізаційні задачі. Задачі оптимального розподілу компенсуючих пристроїв у системах електропостачання	6
6	Застосування методу динамічного програмування до проектування розвитку схеми електричної мережі	6
	Усього	28

5 Темі винесені на самостійне вивчення

№ з/п	Назва теми	Примітка
1.	Методи побудови моделей оптимізаційних задач для функцій однієї змінної.	
2.	Використання теорем подібності під час формування оптимізаційної задачі аналізу функції струму в електричних колах із взаємоіндуктивними зв'язками.	
3.	Приклади використання теорії множин для побудови структурних рівнянь моделей елементів ЕТС.	
4.	Приклади використання теорії графів як логістичних елементів для побудови структурних рівнянь моделей електроенергетичних систем.	

5.	Приклади знаходження оптимальних рішень на основі графічних зображень динамічних структур елементів ЕТС.	
6.	Основні формули комбінаторики.	
7.	Теореми додавання та множення сумісних та несумісних випадкових величин.	
8.	Теорема повної імовірності.	
9.	Теорема Бернуллі.	
10.	Обґрунтування існування єдиності розв'язку звичайного диференціального рівняння.	
11.	Поняття гладкості та опуклості функції декількох аргументів.	
12.	Поняття неперервності функції декількох аргументів.	
13.	Причини, які спричинюють виникнення поняття математичного програмування.	
14.	Типи економічних задач, які призводять до поняття транспортної задачі.	
15.	Поняття алгоритм блок-схема під чисельних розв'язків оптимізаційних задач електротехніки.	
16.	Слідкуючі АСК та їх роль у забезпеченні функціонування сучасних керованих електроприводів.	
17.	Об'єкт як основний елемент формування оптимізаційної задачі.	
18.	Поняття дискретної моделі в теорії оптимальних рішень.	
19.	Поняття про стійкість об'єкта на спрощеному рівні.	
20.	Типи найбільш уживаних алгоритмічних мов програмування.	

6 Методи навчання

1. **Словесні методи** (лекція, пояснення).

2. **Наочні методи**

– ілюстрація (малюнки, таблиці, моделі тощо);

– демонстрування презентації.

3. **Практичні методи:** лабораторні та практичні роботи, вправи.

7 Методи контролю

1. **Усне опитування** (фронтальне, індивідуальне).

2. **Письмова аудиторна та поза аудиторна перевірка** (розв'язування задач та прикладів, підготовка різних відповідей, рефератів, контрольні роботи (з конкретних питань тощо)).

3. **Практична перевірка** (виконання практичної роботи, аналіз виробничої інформації, розв'язок професійних завдань).

4. **Стандартизований контроль** тестовий екзамен (можливе проведення у дистанційні формі).

Види контролю: поточний контроль, проміжна та семестрова атестація.

8 Результати навчання

У результаті засвоєння окремих тем із дисципліни «Методи оптимізації в задачах електротехніки» здобувачі набувають знання, уміння та компетентності, що відповідають вимогам ОП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Індекс в матриці ОПІ	Програмні компоненти
ЗК5	Здатність приймати обґрунтовані рішення.
ЗК6	Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.
ЗК8	Здатність працювати автономно та в команді.
ФК2	Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
ФК6	Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
ПРН4	Окреслювати план заходів із підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного, електромеханічного обладнання, засобів традиційної та відновлювальної енергетики і відповідних комплексів і систем.
ПРН9	Здійснювати пошук джерел ресурсної підтримки для додаткового навчання, наукової та інноваційної діяльності.

9 Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)							Підсумковий тест (екзамен)	Сума
розд. 1	розд. 2		розд. 3			розд. 4	50 балів	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
	9		16	16	9			

T1, T2 ... T7 – теми

10 Методичне забезпечення

1. Чабан А. В., Левонюк В. Р. Методи оптимізації та їх застосування в задачах електротехніки: конспект лекцій. Дубляни: ЛНАУ, 2017. 109 с.

2. Чабан В. Й., Чабан А. В., Левонюк В. Р. Методи оптимізації та їх застосування в задачах електротехніки: методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт здобувачами другого (магістерського) рівня освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Дубляни: ЛНАУ, 2020. 59 с.

11 Рекомендована література

Базова

1. Кузьмичов А. І. Оптимізаційні методи і моделі: практикум в Excel. Київ: ВПЦ АМУ, 2013. 438 с.
2. Іноземцев Г. Б., Козирський В. В. Оптимізаційні задачі в енергетиці сільського господарства. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2014. 172 с.
3. Жалдак М. І., Триус Ю. В. Основи теорії і методів оптимізації. Черкаси: Брама-Україна, 2005. 608 с.
4. Сидоров В. В. Алгоритмізація оптимізаційних задач енергетики. Київ, 1998, 232 с.

Допоміжна

1. Забуранна Л. В., Попрозман Н. В., Клименко Н. А. Оптимізаційні методи та моделі. Київ: Думка, 2014. 372 с.
2. Остапчук Ж. І., Кулик В. В., Тептя В. В. Моделювання в задачах розвитку електричних систем. Вінниця: ВНТУ, 2008. 128 с.
3. Mahdi Fathi, University of North Texas, Marzieh Khakifirooz, Tecnológico de Monterrey. Panos Pardalos. Optimization in Large Scale Problems. 2019. 245 p.
4. Бахрушин В. Є. Математичне моделювання : навч. посіб. Запоріжжя, 2003. 140 с.

12 Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУП, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.

2. Електронні інформаційні ресурси мережі Інтернет.

2.1 <https://ojs.kname.edu.ua/index.php/area/article/view/1584>

2.2 https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F

2.3 <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/2687>