

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

до самостійної роботи
з дисципліни «Оптимізація інженерних та проектних рішень
електричних і електронних апаратів»
для студентів спеціальності 141
“Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”
заочної форми навчання

2018

Програма, методичні вказівки та контрольні завдання до самостійної роботи з дисципліни з дисципліни “Оптимізація інженерних та проектних рішень електричних і електронних апаратів” для студентів спеціальності 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” заочної форми навчання / Укл.: М. І. Коцур, Ю.С Безверхня. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. 20 с.

Укладачі: М. І. Коцур, доцент, канд. техн. наук
Ю.С. Безверхня, аспірант

Рецензент: О. В. Близняков, доцент, канд. техн. наук

Відповідальний
за випуск: Р. Е. Мохнач, зав. лаб. каф. ЕЕА

Затверджено
на засіданні кафедри
“Електричні та електронні апарати”
Протокол № 2
від “14” березня 2018р.

Рекомендовано до видання НМК
Електротехнічного факультету
Протокол №8
від “29” березня 2018р.

ЗМІСТ

1. Мета та завдання дисципліни.....	4
2. Робоча програма й методичні вказівки щодо вивчення дисципліни.....	5
3. Методичні вказівки щодо виконання контрольної роботи....	8
Рекомендована література.....	10
Додаток А.....	16

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – надати студентам знання, навичок та вмінь, які дозволять використовувати методи рішення задач оптимізації при дослідженні та проектуванні електротехнічних систем.

Задачі викладання дисципліни полягають у вивченні оптимальних методів, гарантуючих здобуття глобального та локального оптимуму у вирішенні задач дослідження та проектування електромеханічних систем, напрацювання навиків при рішенні задач оптимізації за допомогою програмних засобів.

Студент повинен ЗНАТИ:

- математичний апарат із новими методами теорії оптимізації;
- критерії оптимізації при дослідженні та проектуванні електричних та електронних апаратів;

Студент повинен ВМІТИ:

- розробляти алгоритм оптимізації у дослідженні та проектуванні електричних та електронних апаратів, вибирати засіб її реалізації;
- розробляти алгоритм оптимізації у електромагнітних процесів електричних та електронних апаратів;
- працювати у середовищі програмних пакетів розробки алгоритмів оптимізації.

2. РОБОЧА ПРОГРАММА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Елементи теорії та методологічні основи оптимізації. Методи оптимізації функції однієї змінної.

Під час проведення установчої сесії вивчення теми займає 4 години і 34 години необхідно для самостійного вивчення теми.

Зміст робочої програми теми.

Постанова та умови задач оптимізації. Застосування методів оптимізації в інженерних задачах. Структура оптимізаційних задач. Властивості функції однієї змінної. Критерії оптимальності. Локальний та глобальний оптимум. Методи виключення інтервалів. Критерії оптимальності. Локальний та глобальний оптимум. Методи глобального пошуку. Метод Фібоначчі. Метод "Золотого перетину" Поліноміальна апроксимація, квадратична, кубічна інтерполяція. Методи крапкового оцінювання.

Запитання для самоперевірки.

1. Постанова та умови задач оптимізації.
2. Особливості застосування методів оптимізації в інженерних задачах.
3. Структура оптимізаційних задач.
4. Властивості функції однієї змінної. Критерії оптимальності.
5. Критерії похідних для визначення локального та глобального оптимуму.
6. Методи виключення інтервалів.
7. Метод "золотого перетину".
8. Метод Фібоначчі.
9. Метод Ньютона-Рафсона.
10. Апроксимація кривими. Квадратична та кубічна інтерполяція.
11. Методи глобального пошуку.

12. Властивості функції декількох змінних. Критерії оптимальності.

2.2. Методи оптимізації функції декількох змінних.

Під час проведення установчої сесії вивчення теми не передбачено. Всього 36 години необхідно для самостійного вивчення теми.

Зміст робочої програми теми.

Методи прямого пошуку. Метод Нелдера-Мида. Метод Хука-Дживса. Метод пошуку по симплексу. Метод сполучених напрямків Пауелла. Градієнтні методи. Методи Коші, Ньютона, Марквардта. Метод сполучених градієнтів. Узагальнений градієнтний алгоритм. Чисельна апроксимація.

Запитання для самоперевірки.

1. Особливості та різновиди методів прямого пошуку. Метод Нелдера-Мида.
2. Особливості та різновиди методів прямого пошуку. Метод Хука-Дживса.
3. Особливості та різновиди методів прямого пошуку. Метод пошуку по симплексу.
4. Особливості та різновиди методів прямого пошуку. Метод сполучених напрямків Пауелла.
5. Особливості та різновиди градієнтних методів. Метод Коши.
6. Особливості та різновиди градієнтних методів. Метод Ньютона.
7. Особливості та різновиди градієнтних методів. Метод Марквардта.
8. Особливості та різновиди градієнтних методів. Метод сполучених градієнтів.

2.3 Методи умовної оптимізації

Під час проведення установчої сесії самостійного вивчення теми займає 64 години.

Зміст робочої програми теми.

Оптимізація при наявності обмежень. Методи рішення задач лінійного програмування (сімплекс-методи, метод параметричного програмування.). Методи рішення задач не лінійного та стохастичного програмування (загальний метод штрафних функцій, методи проєкцій градієнта, метод центрів, методи з використанням функцій Лагранжа та інші).

Запитання для самоперевірки.

1. Оптимізація при наявності обмежень.
2. Загальні поняття о методах рішення задач лінійного програмування.
3. Загальні поняття о методах рішення задач не лінійного та стохастичного програмування.

2.4 Задачі оптимізації електромагнітних параметрів в електричних та електронних апаратів

Під час проведення установчої сесії самостійного вивчення теми займає 66 годин.

2.5 Перелік лабораторних робіт

1. Лабораторна робота № 1 Знаходження екстремальних значень функції від однієї змінної.
2. Лабораторна робота № 2 Знаходження оптимального значення функції методом золотого перетину.
3. Лабораторна робота № 3 Знаходження оптимального значення функції методом p - квадратичного наближення.

3. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Контрольне завдання виконується з метою закріплення теоретичних знань та практичних вмінь, одержаних в наслідок вивчення дисциплін. Контрольна робота містить теоретичне питання і рішення задач. Варіант завдання вибирається згідно заданого варіанта за табл. А.1 (Додаток А). Контрольна робота оформлюється відповідно СТП – 1596 з наведеними даними студента: прізвище, група, шифр (номер залікової книжки).

Завданням контрольної роботи є вирішення задач по оптимізації електромагнітних параметрів у електротехніці.

3.1. Завдання на контрольну роботу

1. Знайдіть оптимальне значення розподілу щільності струму від поверхні струмоведучої частини електричного апарату на глибину від 0 до 1 мм, яке описується рівнянням $f(x)$, використовуючи метод "золотого перетину" з похибкою $\varepsilon=0,05$. Рівняння $f(x)$ наведено у табл. 3.1.

3.1. Приклад алгоритму програми розрахунку на ПК наведено у додатку А.

2. Математична модель активного експерименту залежності температури від теплопровідності у струмопровідних частинах електричного апарату по двом напрямкам описується рівнянням $F(x,y)$. Визначте градієнт температур для F . Рівняння $F(x,y)$ наведено у табл. 3.2. Приклад алгоритму програми розрахунку на ПК наведено у додатку А.

Таблиця 3.1 – Варіанти завдань до задачі №1

Номер варіанта	
1	$f(x) = x^2 - 4x + 1;$
2	$f(x) = \sin(x);$
3	$f(x) = x^2 - 8$
4	$f(x) = -x(1-x)^3$
5	$f(x) = x^2 - 2;$
6	$f(x) = x^2 - x + 6;$
7	$f(x) = 26x^2 - x + 1;$
8	$f(x) = 18x^2 + 7x + 6;$
9	$f(x) = 2x^3 - x^2 + 2x + 8;$
10	$f(x) = x^2 - 4$

Таблиця 3.2 – Варіанти завдання до задачі №2

Номер варіанта	Вид цільової функції та початкові умови
1	$f(x,y) = x^2 + x \cdot y^2 - 3x \cdot y; (2;1)$
2	$f(x,y) = (x-y)/(x^2+y+2); (0;2)$
3	$f(x,y) = 100(y - x^2)^2 + (1 - x)^2; (0;2)$
4	$f(x,y) = x^2 + 24 \cdot x \cdot y^2 - 3x \cdot y; (2;1)$
5	$f(x,y) = 4 \cdot x^3 + 7 \cdot y^3 - 3 \cdot x - 3 \cdot y + 5; (0;2);$
6	$f(x,y) = 4(y - x^2) + (1 - 2x)^2; (0;2)$
7	$f(x,y) = x^2 + x \cdot y^2 - 3x \cdot y; (2;1)$
8	$f(x,y) = (x-y)/(2x^2+y+2); (0;2)$
9	$f(x,y) = (y - 4x^2)^2 + (1 - x)^2; (0;2)$
10	$f(x,y) = x^2 + 4 \cdot x \cdot y^2 - 6x \cdot y; (2;1)$

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Реклейтис, Г. Оптимизация в технике [Текст] / Г. Реклейтис, А. Рейвиндран, К. Рэгдел. М: Мир, 1986. – 351 с. (рос. мовою).
2. Черногудский, И.Г. Методы оптимизации в теории управления [Текст] / И. Г. Черногудский. - СПб.: Питер, 2004. – 256 с. (рос. мовою).
3. Бейко, И.В. Методы и алгоритмы решения задач оптимизации [Текст] / И.В. Бейко, Б.Н. Бублик, П.Н. Зинько. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 512 с.
4. Сухарев А.Г. Курс методов оптимизации [Текст] / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров, М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 368с.
5. Банди Б. Методы оптимизации [Текст] / Б. Банди. – М.: Радио и связь, 1988. – 128 с.
6. Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах [Текст] / И.Л. Акулич. М.: Высшая Школа, 1986. – 319 с. (рос. мовою).
7. Понтелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Текст] / А.В. Понтелеев, Т.А. Летова. М.: Высшая Школа, 2005. – 544 с. (рос. мовою).
8. Руденко, В.С. Преобразовательная техника [Текст] / В.С. Руденко, В.И. Сенько, И.М. Чиженко. – Киев: Вища школа, 1983. – 431с. (рос. мовою).
9. Шавьолкін, О.О. Перетворювальна техніка: навчальний посібник / О.О. Шавьолкін, О.М. Наливайко. – Краматорськ: ДДМА, 2008. – 326с.
10. Кетлов, Ю.Л. Matlab. Программирование, численные методы [Текст] / Ю.Л. Кетлов, А.Ю. Кетлов, М.М. Шульц. Спб: БХВ-Петербург, 2005. – 752с. (рос. мовою)

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Андриенко, П. Д. Анализ термической стойкости изоляции асинхронного двигателя с фазным ротором при разных способах управления [Текст] / П. Д. Андриенко, И. М. Коцур, М. И. Коцур // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2011. – №3(79). – С. 420 – 422.

2. Коцур, М.И. Повышение энергоэффективности схемы импульсного регулирования в цепи выпрямленного тока ротора [Текст] / М. И. Коцур // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. –2011. – №2(14). – С. 86-89.

3. Коцур, М. И. Особенности выбора балластного сопротивления для схемы импульсного регулирования в цепи выпрямленного тока ротора [Текст] / М. И. Коцур // Електротехнічні та комп'ютерні системи. –2011. – №4(80). – С. 56 – 61.

4. Коцур, М. И. Оценка ресурса системы изоляции управляемого асинхронного двигателя с фазным ротором в подсинхронном диапазоне частоты вращения ротора [Текст] / М. И. Коцур, П. Д. Андриенко, И. М. Коцур // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. –2011. – №5/8(53). – С. 41 – 45.

5. Коцур, М. И. Особенности режимов работы модифицированной системы импульсного регулирования асинхронного двигателя с фазным ротором [Текст] / М. И. Коцур, П. Д. Андриенко, И. М. Коцур // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – 2012. – №3(19). – С. 163 – 165.

6. Коцур, М.И. Оценка теплового состояния изоляции асинхронного двигателя с фазным ротором с модифицированной системой импульсного регулирования [Текст] / М.И. Коцур // Електротехніка та електроенергетика. – 2013. –№1. – С.31-36.

7. Коцур, М.И. Тепловое состояние асинхронного двигателя при пониженных скоростях вращения [Текст] / М.И. Коцур // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – №2/8(62). – С.8-10.

8. Коцур, М. И. Сравнительный анализ энергоэффективности систем регулирования асинхронного двигателя с фазным ротором [Текст] / М. И. Коцур, П. Д. Андренко, И. М. Коцур // Ползуновский вестник. – 2013. – №4-2. – С.114-120.

9. Коцур, М. И. Особенности ударного теплового воздействия на асинхронный двигатель с модифицированной системой импульсного регулирования в условиях частых пусков [Текст] / М. И. Коцур // Електротехніка та електроенергетика. – 2014. – №1. – С. 32 – 36.

10. Андриенко, П. Д. Энергоэффективное торможение противовключением электроприводов на базе асинхронных двигателей с фазным ротором [Текст] / П. Д. Андриенко, Д. С. Андриенко, М. И.

Коцур, С. В. Калюжный // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2014. – №15(91). – С. 89 – 91.

11. Андриенко, Д. С. Преобразователь для электропривода согласованного вращения асинхронных двигателей с фазным ротором. [Текст] / Д. С. Андриенко, П. Д. Андриенко, М. И. Коцур, И. М. Коцур // Энергосбережение, Энергетика, Энергоаудит. – 2014. – №9(128). – Т.2. – С. 37 – 42.

12. Коцур, М. И. Повышение эффективности режима торможения противовключением асинхронного двигателя с фазным ротором [Текст] / М. И. Коцур, И. М. Коцур, А. В. Близняков // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – №1/8(73). – С.27-30. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2015.36670>

13. Kotsur, M. Impulse-controlled system for matched rotation of induction motors [Text] / M. Kotsur, P. Andrienko, O. Bliznyakov, A. Andrienko, D. Andrienko // Electrotechnic and Computer Systems. – 2015. – № 19 (95). – С. 14 – 17.

14. Андриенко, П. Д. Особенности построения энергоэффективной системы регулирования приводов электротехнических комплексов [Текст] / П. Д. Андриенко, М. И. Коцур, Д. А. Кулагин // Современная наука – обществу XXI века: коллективная монография / под ред. И. Н. Титаренко. – Ставрополь: Логос. - 2015. – Гл. 3. – С. 48 – 65. – ISBN 978-5-905519-13-0.

15. Коцур, М. И. Регулируемый асинхронный электропривод с улучшенными характеристиками [Текст] / М. И. Коцур, А. А. Андриенко, Д. С. Андриенко, О. В. Немыкина // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2016. – №22(98). – С. 74 – 78.

16. Коцур, М. И. Определение оптимальной частоты коммутации вентилей преобразователя по схеме частотно-токового асинхронно-вентильного каскада [Текст] / М. И. Коцур, И. М. Коцур, А. А. Андриенко, Д. С. Андриенко // Електротехніка та електроенергетика. – 2016. – №1. – С. 5 – 11.

17. Kotsur, M. Synchronization methods of the induction motors rotation in energy-efficient electric drive system [Text] / M. Kotsur // Fundamental and Applied Studies in the Modern World: papers and commentaries / The University of Oxford. – Oxford. - 2016. – Volume XV. – P. 384-389.

18. Яримбаш, Д. С. Особенности трехмерного моделирования электромагнитных полей асинхронного двигателя [Текст] / Д. С. Яри-

мбаш, М. И. Коцур, С. Т. Ярымбаш, И. М. Коцур // Електротехніка та електроенергетика. – 2016. – №2. – С. 43 – 50. DOI: <http://dx.doi.org/10.15588/1607-6761-2016-2-5>

19. Коцур, М. И. Повышение эффективности электропривода вентиляторных установок [Текст] / М. И. Коцур, И. М. Коцур, Н. С. Иваницкий, Д. А. Кравченко, В. Г. Савельев // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2017. – №25(101). – С. 9 – 16. DOI: <http://dx.doi.org/10.15276/eltecs.25.101.2017.01>

20. Yarymbash, D. A New Simulation Approach of the Electromagnetic Fields in Electrical Machines [Text] / D. Yarymbash, M. Kotsur, S. Subbotin, A. Oliinyk // IEEE: The International Conference on Information and Digital Technologies, July 5th - 7th, 2017: Catalog Number CFP17CDT-USB. - Slovakia, 2017. - p. 452-457.

21. Ярымбаш, Д. С. Особенности определения параметров схемы замещения асинхронного двигателя для режима короткого замыкания [Текст] / Д. С. Ярымбаш, М. И. Коцур, С. Т. Ярымбаш, И. М. Коцур // Електротехніка та електроенергетика. – 2017. – №1. – С. 24 – 30. DOI: <http://dx.doi.org/10.15588/1607-6761-2017-1-4>.

22. Kotsur, M.I. Converter for frequency-current slip-power recovery scheme [Text] / M.I. Kotsur, P.D. Andrienko, I. M. Kotsur, O.V. Bliznyakov // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2017. – №4. – Р. 49-54.

23. Kotsur, M. A New Approach of the Induction Motor Parameters Determination in Short-Circuit Mode by 3D Electromagnetic Field Simulation [Text] / M. Kotsur, D. Yarymbash, S. Yarymbash, I. Kotsur // International Young Scientists Forum on Applied Physics and Engineering (YSF), October 17th - 20th, Lviv, Ukraine, 2017. - P. 207-210.

24. Kotsur, M. I. Increasing of Thermal Reliability of a Regulated Induction Motor in Non-Standard Cycle Time Conditions [Text] / M. I. Kotsur, I.M. Kotsur, Yu. Bezverkhnia, D. Andrienko // IEEE: International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES), November 15th - 17th 2017. - Kremenchuk, Ukraine, 2017.- P. 88-91.

25. Дивчук, Т. Е. Подход к определению токов холостого хода силовых трехфазных трансформаторов с плоскими стержневыми магнитными системами [Текст] / Т. Е. Дивчук, Д. С. Ярымбаш, С. Т. Ярымбаш, И. М. Килимник, И. М. Коцур, Ю. С. Безверхняя // Електротехніка та електроенергетика. – 2017. – № 2. – С. 56-66. – Режим доступа : DOI : [10.15588/1607-6761-2017-2-6](http://dx.doi.org/10.15588/1607-6761-2017-2-6).

26. Kotsur, M. Speed Synchronization Methods of the Energy-Efficient Electric Drive System for Induction Motors [Text] / M. Kotsur, D. Yarymbash, I. Kotsur, Yu. Bezverkhnya // IEEE: 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), February 20-24 2018. - Lviv-Slavske, Ukraine, 2018 (processing).

27. Yarymbash, D. An Application of Scheme and Field Models for Simulation of Electromagnetic Processes of Power Transformers [Text] / D. Yarymbash, M. Kotsur, S. Yarymbash, I. Kilimnik, T. Divchuk // IEEE: 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), February 20-24 201. - Lviv-Slavske, Ukraine, 2018 (processing).

28. Ярымбаш, Д.С. Особенности определения параметров электрической схемы замещения печной петли печи графитации переменного тока [Текст] / Д.С. Ярымбаш, И.М. Килимник, С.Т. Ярымбаш // Електротехніка та електроенергетика. – 2010. - №2. – С. 36 – 43.

29. Ярымбаш, Д.С. Особенности электротепловых режимов главных шинных пакетов секций печей графитации переменного тока [Текст] / Д.С. Ярымбаш, С.Т. Ярымбаш, И.М. Килимник // Електротехніка та електроенергетика. – 2011. – №1. – С. 64 – 69.

30. Ярымбаш, Д.С. Особенности измерения переменного тока в токоподводах печей графитации [Текст] / Д.С. Ярымбаш // Електротехніка та електроенергетика. – 2005. - №1. – С. 74 – 76.

31. Ярымбаш, Д. С. Исследование электромагнитных и термоэлектрических процессов в печах графитации переменного и постоянного тока [Текст] / Д. С. Ярымбаш // Науковий вісник НГУ. – 2015. – №3. – С.95–102.

32. Ярымбаш, Д.С. Повышение энергоэффективности бокового шинопакета печей графитации переменного тока [Текст] / Д.С. Ярымбаш, С.Т. Ярымбаш // Технічна електродинаміка. Тематичний вип. Силова електроніка і енергоефективність. – 2011. - С. 229 – 233.

33. Ярымбаш, Д. С. Особенности моделирования электромагнитных процессов в индукторе калибра мундштука прессы [Текст] / Д. С. Ярымбаш, И. М. Килимник // Вісник кременчуцького державного політехнічного університету. – 2007. – №4 (45). – Ч. 1. – С. 53–55.

34. Ярымбаш, Д. С. Особливості розподілення магнітних потоків у режимі неробочого ходу силових трансформаторів [Текст] / Д. С. Ярымбаш, С. Т. Ярымбаш, Т. Є. Дівчук, І. М. Кілімнік // Електротехніка та електроенергетика. - 2016. - № 2. - С. 5-12.

35. Ярымбаш, Д. С. Особливості визначення параметрів короткого замикання силових трансформаторів засобами польового моделювання [Текст] / Д. С. Ярымбаш, С. Т. Ярымбаш, Т. Є. Дівчук, І. М. Кілімнік // Електротехніка та електроенергетика. - 2016. - № 1. - С. 12-17.

36. Ярымбаш, Д. С. Динамическая адаптация схемных моделей короткой сети [Текст] / Д.С. Ярымбаш, И.М. Килимник, С.Т. Ярымбаш // Электротехника и электроэнергетика. – 2015. – № 2. - С. 65-70.

37. Yarymbash, D.S. On specific features of modeling electromagnetic field in the connection area of side busbar packages to graphitization furnace current leads [Text] / D.S.Yarymbash, A.M. Oleinikov // Russian Electrical Engineering. – 2015. - Vol.86. - Issue 2. – P. 86 – 92.

38. Ярымбаш, Д.С. Моделирование температурных режимов электротехнологической системы «индукторы - мундштук» на подготовительном этапе тура прессования [Текст] / Д.С. Ярымбаш, А.В. Тютюнник, О.Л. Загрудный // Электротехника и электроэнергетика. - Запорожье: ЗНТУ. - 2006. - № 1. - С. 56 - 60.

39. Дивчук, Т. Е. Особенности определения параметров силовых трансформаторов методами схемно-полевого моделирования [Текст] / Дивчук, Т. Е., Д. К. Мимоход, С. А. Кутилин, А. Е. Кузнецов, Ю. В. Гуразда, И. С. Сирых // Электротехника и электроэнергетика. – 2017. – № 1. - С. 61-70.

40. Yarymbash, D. Features of Defining Three-Phase Transformer No-Load Parameters by 3D Modeling Methods [Text] / D. Yarymbash, S. Yarymbash, I. Kilimnik, T. Divchuk, D. Litvinov // IEEE: International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES), November 15th - 17th 2017. - Kremenchuk, Ukraine, 2017. - P. 88-91.

Додаток А

Програма розрахунку (задача №1) для метода "золотого перетину" виконується у середовищі MatLAB за допомогою створення м-файлу.

```
function Maximum(a,b,eps)
function [S,E,G] =golden(f,a,b,delta,epsilon)
r1=(sqrt(5)-1)/2;
r2=r1^2;
h=b-a;
ya=feval(f,a);
yb=feval(f,b);
c=a+r2*h;
d=a+r1*h;
yc=feval(f,c);
yd=feval(f,d);
k=1;
A(k)=a;
B(k)=b;
C(k)=c;
D(k)=d;
while(abs(yb-ya)>epsilon)|(h>delta)
    k=k+1;
    if(yc<yd)
        b=d;
        yb=yd;
        d=c;
        yd=yc;
        h=b-a;
        c=a+r2*h;
        yc=feval(f,c);
    else
        a=c;
        ya=yc;
        c=d;
        yc=yd;
        h=b-a;
        d=a+r1*h;
        yd=feval(f,d);
```

```

end
A(k)=a;
B(k)=b;
C(k)=c;
D(k)=d;
end
dp=abs(b-a);
dy=abs(yb-ya);
p=a;
yp=ya;
if(yb<ya)
    p=b;
    yp=yb;
end
G=[A' C' D' B'];
S=[p yp];
E=[dp dy];

```

Програма розрахунку (для задачі №2) для метода "найшоршого спуску" виконується у середовищі MatLAB за допомогою створення m-файлу.

Початкові данні: $f(x,y) = x^3 \frac{x-y}{x^2+y^2+2}$;

Часткові похідні: $dz/dx = \frac{-x^2+2*x*y+y^2+2}{(x^2+y^2+2)^2}$ $dz/dy = \frac{-x^2-2*x*y+y^2-2}{(x^2+y^2+2)^2}$,

$P_0 = (1; 2)$.

Функція для двох змінних визначається наступним чином

```

function z=G(V)
z=zeros(1,2);
x=V(1); y=V(1);
g=[(-x.^2+2*x*y+y.^2+2)/(x.^2+y.^2+2).^2 (-x.^2-2*x*y+y.^2-2)/
(x.^2+y.^2+2).^2];
z=-(1/norm(g))*g;
Алгоритм програми:
function [P0,y0,err]=grads(P0,maxi,delta,epsilon,show)
    if nargin == 5
        show=0;
    end
    [mm n]=size(P0);
    maxj=10;

```

```

big=1e8;
h=1;
P=zeros(maxj,n+1);
len=norm(P0);
y0=feval(@F,P0);
if len>1e4
    h=len;
end
err=1;
cnt=0;
cond=0;
P(cnt+1,:)= [P0 y0];
while (cnt<maxi) && (cond~=5) && ((h>delta) || (err>epsilon))
    % direct search beginning
    S=feval(@G,P0);
    P1=P0+h*S;
    P2=P0+2*h*S;
    y1=feval(@F,P1);
    y2=feval(@F,P2);
    cond=0;
    j=0;
    while (j<maxi) && (cond == 0)
        len=norm(P0);
        if(y0<y1)
            P2=P1;
            y2=y1;
            h=h/2;
            P1=P0+h*S;
            y1=feval(@F,P1);
        else
            if (y2<y1)
                P1=P2;
                y1=y2;
                h=2*h;
                P2=P0+2*h*S;
                y2=feval(@F,P2);
            else
                cond=-1;
            end
        end
        j=j+1;
    end
end

```

```

if(h<delta)
    cond=1;
end
if(abs(h)>big) || (len>big)
    cond=5;
end
end
if (cond==5)
    Pmin=P1;
    ymin=y1;
else
    d=4*y1-2*y0-2*y2;
    if(d<0)
        hmin=h*(4*y1-3*y0-y2)/d;
    else
        cond=4;
        hmin=h/3;
    end
    Pmin=P0+hmin*S;
    ymin=feval(@F,Pmin);
    h0=abs(hmin);
    h1=abs(hmin-h);
    h2=abs(hmin-2*h);
    if(h0<h)
        h=h0;
    end
    if(h1<h)
        h=h1;
    end
    if(h2<h)
        h=h2;
    end
    if(h==0)
        h=hmin;
    end
    if(h<delta)
        cond=1;
    end
    e0=abs(y0-ymin);
    e1=abs(y1-ymin);
    e2=abs(y2-ymin);

```

```

if (e0~=0) && (e0<err)
    err=e0;
end
if (e0 && e1 < err)
    err=e1;
end
if (e2~=0) && (e2<err)
    err=e2;
end
if (e0==0) && (e1==0) && (e2==0)
    err=0;
end
if (err<epsilon)
    cond=2;
end
if(cond == 2) && (h < delta)
    cond=3;
end
end
cnt=cnt+1;
P(cnt+1,:)= [Pmin ymin];
P0=Pmin;
Y0=ymin;
end
if show == 1
    disp(P);
end
end

```