

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни
«Основи функціонування та математичного забезпечення
систем діагностики, контрольно-вимірювальних
приладів і автоматики»
для студентів спеціальності 141 Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
(освітня програма «Електричні машини і апарати»)
усіх форм навчання

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Основи функціонування та математичного забезпечення систем діагностики, контрольно-вимірювальних приладів і автоматики» для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (освітня програма «Електричні машини і апарати») усіх форм навчання / Укл.: С.Т. Яримбаш, Є.В. Куланіна. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2018, - 42 с.

Укладачі: С.Т. Яримбаш, доцент, канд. техн. наук;
Є.В. Куланіна, старш. викл, канд. техн. наук;

Рецензент: Д.С. Яримбаш, доцент, докт.техн.наук.

Відповідальний
за випуск: О.О. Чмут, провідний фахівець.

Затверджено
на засіданні кафедри
«Електричні машини»
Протокол № 8
від «22» березня 2018р.

Затверджено до видання
НМК Електротехнічного факультету
Протокол № 8
від «29» березня 2018р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Лабораторна робота № 1 Лінійні обчислювальні процеси у Matlab	5
Лабораторна робота № 2 Організація розгалужених обчислювальних процесів.....	8
Лабораторна робота № 3 Обробка масивів	13
Лабораторна робота № 4 Найпростіші графічні побудови.....	18
Лабораторна робота № 5 Тривимірні графічні побудови	20
Лабораторна робота № 6 Створення SPS-моделі в пакеті Matlab Simulink.....	22
Рекомендована література	26

ВСТУП

Програмне середовище Matlab - потужна обчислювальна система, призначена для вирішення широкого кола математичних та інженерних завдань.

Найбільшою мірою система орієнтована на виконання інженерних розрахунків. Математичний апарат оптимізований для обчислень, проведених з матрицями і комплексними числами. Matlab містить безліч вбудованих функцій, необхідних інженеру і науковцю для виконання складних чисельних розрахунків, а також моделювання поведінки технічних систем і фізичних процесів. Потужна графічна система Matlab дозволяє візуалізувати уявлення даних, що уможливорює графічний аналіз результатів. Всі функціональні можливості об'єднані зручним призначенням для користувача інтерфейсом.

Великою перевагою системи є її відкритість, розширюваність та простота командного середовища. У ній можуть бути написані програми для багаторазового використання. Користувач може не тільки використовувати наявні функції, але і створювати власні спеціалізовані функції. Файли можуть бути створені в редакторі середовища Matlab або в зовнішньому редакторі, сумісному з кодуванням з вбудованим редактором. Створені користувачем m-файли можуть використовуватися так само, як і вбудовані в Matlab функції. Крім роботи з програмами (функціями), обчислення можна виконувати в режимі "калькулятора", тобто отримувати результат відразу після введення чергової команди. Для вирішення спеціальних завдань за допомогою ML розроблені пакети з додатковими функціями, які називаються Toolboxes.

Головною метою лабораторних робіт є засвоєння студентами практичних навичок роботи в програмному середовищі MatLab. Посібник містить в собі приклади розв'язання задач, пов'язаних зі створенням програми лінійної структури, формуванням масивів різного роду, роботою з елементами масивів, графічними можливостями пакету; створення моделей за допомогою бібліотек Simulink та SimPowerSystems.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

ЛІНІЙНІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ПРОЦЕСИ У MATLAB

Мета роботи: Освоєння практичних навичок у створенні програми лінійної структури.

1.1 Завдання для самостійної підготовки

1.1.1 Командне вікно системи MATLAB.

1.1.2 Команди системи MATLAB.

1.1.3 Редактор / відладчик.

1.2 Зміст звіту

1.2.1 Мета роботи, постановка задачі.

1.2.2 Текст програми згідно заданого варіанту (таблиця 1.1).

1.2.3 Результати тестування роботи програми.

1.2.4 Відповіді на контрольні питання.

Таблиця 1.1 - Варіанти завдань

Номер варіан та	Завдання
1	Написати програму, яка друкує true або false залежно від того, мають три заданих числа однакову парність чи ні.
2	Написати програму, яка обчислює площу правильного трикутника, вписаного в коло заданого радіуса.
3	Обчислити значення $f(x) = x + \ln x$, в заданій точці. Вивести на друк таблицю з 5 значень функції.
4	Обчислити довжину окружності, площа кола і об'єм кулі заданого радіуса.
5	За координатами вершин обчислити периметр і площу трикутника.
6	Знайти добуток цифр заданого чотиризначного числа.
7	Визначити число, отримане записуванням в зворотному порядку цифр заданого тризначного числа.

Продовження таблиці 1.1

8	Визначити, чи дорівнює сума двох перших цифр заданого чотиризначного числа сумою двох його останніх цифр.
9	Дано натуральне число n , з'ясувати чи входить цифра 3 в запис цього числа і поміняти порядок цифр числа n на зворотний.
10	Визначити, чи є серед цифр заданого тризначного числа однакові?
11	Дано три числа, визначити, чи можна побудувати трикутник з такими довжинами сторін.
12	Дана довжина ребра куба. Знайти об'єм куба і площа його бічної поверхні.
13	Обчислити $(x - y) / (1 + x * y)$ по заданих x, y .
14	Дано x, y, z обчислити a, b , якщо $a = (x + 1 1/2 - y 1/2) / (x + z)$, $b = x * (\arctg(z) + ey)$.
15	Трикутник задано величинами кутів і радіусом описаного кола. Знайти сторони трикутника
16	Визначити час, через який зустрінуться два тіла, рівноприскорено рухомі назустріч один одному, якщо відомі їх початкові швидкості, прискорення і початкова відстань між ними.
17	Знайти площу сектора, радіус якого дорівнює r , а дуга містить f радіан.
18	Дано дійсне число a , за чотири операції множення отримати a^3 і a^{10} , вивести всі проміжні результати у вигляді таблиці.
19	Дано число a , отримати за шість операцій множення a^2, a^5, a^{17} . Вивести проміжні результати у вигляді таблиці.
20	Дано 3 дійсних числа. Визначити, чи утворюють вони зростаючу послідовність.

1.3 Приклад рішення задачі

Завдання: Написати програму, яка друкує true і false залежно від того, мають три заданих числа однакову парність чи ні.

Лістинг тексту програми:

```
a = input ('Введіть перше число');
b = input ('Введіть друге число');
c = input ('Введіть третє число');
x1 = mod (a, 2)% mod - залишок від ділення числа a на 2
x2 = mod (b, 2)% 0 - якщо число парне
x3 = mod (c, 2)% 1 - якщо число непарне
if (x1 == x2) & (x1 == x3)
    disp ('Все числа мають однакову парність')
else
    disp ('Все числа мають різну парність')
end
```

1.4 Контрольні запитання

1. Що таке «зона перегляду» і «зона редагування»?
2. Дайте визначення виразу.
3. Чим визначається порядок обчислення значення виразу?
4. Чому дорівнює: round (17.6), fix (6.51), floor (12.7), ceil (12.7).
5. В якому випадку функції mod і rem дають однаковий результат?
6. Чому дорівнює: mod (-12, 6), rem (-7, 2), isprime (5), isprime (10), lcm (3,4), gcd (72,12).
7. Які оператори існують в системі MATLAB?
8. Обчислити значення виразу, якщо A = 2.5, B = 7.8, C = -17.3, M = 5, X = 8.7, E = TRUE
 - a) (A + B) / C * M
 - b) 2 + X / (X + (A + B) / 5)
 - c) (A < B) & (X + A < B) | (C < M) | E

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

ОРГАНІЗАЦІЯ РОЗГАЛУЖЕНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

Мета роботи: Отримання навичок у використанні умовного оператора в програмі і оператора варіанта для реалізації алгоритмів, що розгалужуються.

2.1 Завдання для самостійної підготовки

2.1.1 Вивчити використання інструкцій управління: if ... elseif ... else ... end switch ... case ... otherwise ... end

2.1.2 Вивчити можливості мови програмування для реалізації обчислювальних процесів циклічної структури з відомим числом повторень в циклі.

2.2 Зміст звіту

2.2.1 Мета роботи, постановка задачі.

2.2.2 Текст програми згідно заданого варіанту (таблиця 2.1).

2.2.3 Результати тестування роботи програми.

2.2.4 Відповіді на контрольні питання.

Таблиця 2.1 - Варіанти завдань

Варіант	Обчислюється функція	Вихідні дані
1	$F = \begin{cases} ax + \sin bx, & \text{якщо } x = 0 \\ 3.43x^2 - \ln x , & \text{якщо } x > 0 \\ e^3 - 2.14\cos x, & \text{якщо } x < 0 \end{cases}$	$a=0.33$ $b=7.48$ $x=\sin(2a-b)$
2	$F = \begin{cases} x / 3b - \sqrt{x}, & \text{якщо } 1 \leq x \leq 2 \\ (ax^2 + b) / \operatorname{atg} x, & \text{якщо } x < 1 \\ x^2 - e^{ax}, & \text{якщо } x > 2 \end{cases}$	$a=2.67$ $b=9.31$ $x=\cos(3a+b)$

Продовження таблиці 2.1

3	$F = \begin{cases} (8x - a) / 3x \cdot \sin 2x, & \text{якщо } 0 < x < 2 \\ \arctg x - \cos 2x, & \text{якщо } x \leq 0 \\ e^x - 2\sin x, & \text{якщо } x \geq 2 \end{cases}$	$a=7.55$ $b=4.32$ $x=a/(2b \cdot \cos(a))$
4	$F = \begin{cases} \sqrt{x} - 2atg x, & \text{якщо } 0 < x \leq 0.14 \\ (a - b) \cdot (x - bx), & \text{якщо } x \leq 0 \\ 14.14\sqrt{x} - tgx, & \text{якщо } x > 0.14 \end{cases}$	$a=1.14$ $b=5.83$ $x=a+\sqrt{b}$
5	$F = \begin{cases} 2.22bx - a, & \text{якщо } x = 2.2 \\ (a + b) / x - \sin x, & \text{якщо } x + 5.18 \\ 2.14x - tga, & \text{в інших випадках} \end{cases}$	$a=7.88$ $b=4.32$ $x=2a/\sin b$
6	$F = \begin{cases} \sin a - 2b / \cos x, & \text{якщо } x < 2.12 \\ tgx - 2a / \sin x, & \text{якщо } x = 2.1 \\ \sin x + 2 \cos x, & \text{якщо } x = 2.12 \end{cases}$	$a=8.43$ $b=9.38$ $x=(2a/9b)$
7	$F = \begin{cases} e^{5\sin x} - e^{2\cos x}, & \text{якщо } 0 < x < 2 \\ \ln(5x) - \ln(a - x), & \text{якщо } x \leq 0 \\ tgx - 2\sin(a - x), & \text{якщо } x \geq 2 \end{cases}$	$a=7.88$ $b=4.56$ $x=(2b/a)\sin a$
8	$F = \begin{cases} 14.2x + vx, & \text{якщо } x = 1.41 \\ \sin 3x - \cos^2 2x, & \text{якщо } 1 \leq x \leq 1.41 \\ tgx - 1 / \cos ax, & \text{в інших випадках} \end{cases}$	$a=9.89$ $b=4.84$ $x=0.14/2ab$
9	$F = \begin{cases} 3.14ax / tg bx, & \text{якщо } x \leq 2 \\ 4.54(a - b) / \cos 2x, & \text{якщо } 2 < x < 14 \\ \cos x - 1 / tgx, & \text{якщо } x \geq 14 \end{cases}$	$a=6.33$ $b=8.44$ $x=\sqrt{a} \sin 2b$

Продовження таблиці 2.1

10	$F = \begin{cases} (5.88/1.63x) - 2a/bx, & \text{якщо } x < 5 \\ ax + \sin(x - b), & \text{якщо } x > 5 \\ 2x - \operatorname{tg}(x - a), & \text{якщо } x = 5 \end{cases}$	$\begin{aligned} a &= 9.93 \\ b &= 7.89 \\ x &= b \sin 3a \end{aligned}$
11	$F = \begin{cases} \operatorname{tg} x - \sin ax, & \text{якщо } 0 \leq x \leq 2 \\ x/2a - b/\operatorname{tg} x, & \text{якщо } x > 2 \\ \sin x - 2 \cos x, & \text{якщо } x < 0 \end{cases}$	$\begin{aligned} a &= 6.83 \\ b &= 4.52 \\ x &= a \cos 3b \end{aligned}$
12	$F = \begin{cases} 1.4 + \sqrt{x} \sin a, & \text{якщо } 1 \leq x \leq 2 \\ (2.13a + b)/\operatorname{tg} x - 1/\sin x, & \text{якщо } 2 < x < 5 \\ e^{a-2b} - \sin x, & \text{якщо } x < 1, x > 5 \end{cases}$	$\begin{aligned} a &= 9.33 \\ b &= 4.68 \\ x &= 0.14a/2.17b \end{aligned}$
13	$F = \begin{cases} 0.88b + 0.44/\operatorname{tg}(a + x), & \text{якщо } x = 2 \\ 4.13x - 2ab\sqrt{x}, & \text{якщо } x < 2 \\ \sqrt{x} - (\operatorname{tga}/\operatorname{tgb}), & \text{якщо } x > 2 \end{cases}$	$\begin{aligned} a &= 4.56 \\ b &= 9.44 \\ x &= 2a/3\sqrt{b} \end{aligned}$
14	$F = \begin{cases} 1.15x - 1.44e^x, & \text{якщо } 0 \leq x \leq 3 \\ ((a + b)/(a - x)) + ((a - x) - \sin 3x), & \text{якщо } 3 < x \leq 7 \\ e^{bx} - 1.14, & \text{якщо } x < 0, x > 7 \end{cases}$	$\begin{aligned} a &= 8.33 \\ b &= 4.16 \\ x &= 4.14a/\sqrt{b} \sin a \end{aligned}$
15	$F = \begin{cases} 2.44x - 2.5\sqrt{x}, & \text{якщо } x = 0 \\ (\sin x / \cos x) - \operatorname{tg} x, & \text{якщо } x < 0 \\ 2 \sin x - \operatorname{tg} x / \cos x, & \text{якщо } x > 0 \end{cases}$	$\begin{aligned} a &= 3.18 \\ b &= 9.63 \\ x &= 4.14b/\sqrt{b} \sin a \end{aligned}$
16	$F = \begin{cases} 5.44x - 2e^x, & \text{якщо } 0 \leq x < 0.1 \\ \operatorname{tg} x - 1/ab, & \text{якщо } 0.1 < x \leq 5 \\ (\sin x + \cos x) \operatorname{tg} x, & \text{якщо } x < 0, x > 5 \end{cases}$	$\begin{aligned} a &= 7.89 \\ b &= 9.33 \\ x &= 8.33a/b \end{aligned}$

Продовження таблиці 2.1

17	$F = \begin{cases} 5.18x + x \sin x, & \text{якщо } x = 7.2 \\ (1.13a - b) / (\sin x - x), & \text{якщо } x < 7.2 \\ \operatorname{tg} x - 1.15x / ab, & \text{якщо } x > 7.2 \end{cases}$	$\begin{aligned} a &= 1.78 \\ b &= 2.33 \\ x &= 4.14a / \sqrt{b} \operatorname{tga} \end{aligned}$
18	$F = \begin{cases} (4.17a + b) / (x - b), & \text{якщо } x \geq 0.9 \\ \sin^2 x, & \text{якщо } 0 < x < 0.9 \\ \cos^2 x, & \text{якщо } x < 0 \end{cases}$	$\begin{aligned} a &= 1.73 \\ b &= 8.47 \\ x &= 4e^{a-2b} \end{aligned}$
19	$F = \begin{cases} 1.1841x^2 + b, & \text{якщо } x = 5 \\ a^2x - 1 / \sin x, & \text{якщо } x < 5 \\ \operatorname{tg} x + 2 / \sin x, & \text{якщо } x > 5 \end{cases}$	$\begin{aligned} a &= 3.17 \\ b &= 7.22 \\ x &= 0.14/a \end{aligned}$
20	$F = \begin{cases} (1 - \operatorname{tg} x) / 2ab, & \text{якщо } 1 < x < 5 \\ \sin x - b \cos x, & \text{якщо } x \leq 1 \\ \operatorname{tg} x - 1 / \operatorname{atg} x, & \text{якщо } x \geq 5 \end{cases}$	$\begin{aligned} a &= 5.43 \\ b &= 7.88 \\ x &= 2.33b / \operatorname{tg}(a+b) \end{aligned}$

2.3 Приклад рішення задачі

Завдання: Обчислити на ПК значення функції:

$$F = \begin{cases} ax + \sin bx, & \text{якщо } x = 0 \\ 3.43x^2 - \ln|x|, & \text{якщо } x > 0 \\ e^3 - 2.14 \cos x, & \text{якщо } x < 0 \end{cases}$$

для $a=0.33$; $b=7.48$; $x=\sin(2a-b)$.

Лістинг програми:

$a=0.33$

$b=7.48$

$x=\sin(2*a-b)$

if $x==0$

$f=a*x+\sin(b*x)$

```
elseif x>0
    f=3.43*x^2-log(abs(x))
elseif x<0
    f= exp(3)-2.14*cos(x)
end
```

2.4 Контрольні запитання

1. Намалювати синтаксичну діаграму оператора IF.
2. Намалювати синтаксичну діаграму оператора SWITCH.
3. Визначити, що буде надруковано в результаті виконання

наступних операторів:

```
k=63
switch mod(k,4)
case 0
    disp(' k = 4m ');
case 1
    disp(' k = 4m+1 ');
case 2
    disp(' k = 4m+2 ');
case 3
    disp(' k = 4m+3 ');
otherwise
    disp(' k = 4m+4 ');
end
```

4. Що станеться, якщо значення селектора не збігається ні з однією з констант?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

ОБРОБКА МАСИВІВ

Мета роботи: отримати навички організації масивів даних і методів їх обробки.

3.1 Зміст звіту

3.1.1 Мета роботи, постановка задачі.

3.1.2 Текст програми згідно заданого варіанту (таблиця 3.1).

3.1.3 Результати тестування роботи програми.

3.1.4 Відповіді на контрольні запитання.

Таблиця 3.1 - Варіанти завдань

	Завдання: дано матрицю $A(n,n)$:
1	- Обчислити суму елементів верхньої трикутної матриці. - Знайти найбільші елементи кожного рядка матриці. - Знайти найбільшу суму елементів стовпців матриці.
2	- Обчислити суму позитивних елементів нижньої трикутної матриці. - Знайти найменший елемент матриці і номери рядка і стовпчика, в яких він розташований. - Транспонувати матрицю, результат транспонування вивести в форму таблиці.
3	- Перемножити вихідну матрицю саму на себе, результат перемноження відобразити в формі таблиці. - Знайти елемент і його індекси, сума цифр якого максимальна. - Знайти номери рядків матриці, суми творів ненульових цифр яких діляться на 5.
4	- Обчислити максимальну суму модулів елементів кожного рядка матриці. - Знайти суму чисел елементів матриці, які є парними числами. - Поміняти місцями першу і останню рядки матриці.

Продовження таблиці 3.1

5	- Знайти седловую точку матриці - елемент матриці $A(i, j)$, що є мінімальним в i-му рядку і максимальним в j-му стовпці, де вона знаходиться; - Знайти елемент і його індекси, твір ненульових цифр якого максимально. - Визначити, чи відповідає матриця властивості діагональних.
6	- Якщо найбільший елемент матриці розташований в парній рядку і непарному стовпці, то всі елементи матриці розділити на цей найбільший елемент. - Якщо в результаті заміни негативних елементів масиву їх квадратами елементи масиву по рядкам утворюють спадну послідовність, то знайти суму елементів кожного рядка, інакше визначити - твір. - Знайти елементи, сума цифр яких є парне число.
7	- Якщо елементи масиву по рядкам утворюють неубутних послідовність, то всі негативні елементи замінити нулями. - Всі елементи, які йдуть за найбільшим елементом масиву, збільшити на 10. - Знайти елементи і їх індекси, сума цифр яких більше 30.
8	- Знайти елемент і його індекси, сума цифр якого мінімальна. - Обчислити добуток суми максимальних елементів рядків матриці на суму максимальних елементів стовпців матриці. - Якщо в масиві є хоча б один елемент $A(i, j)$, що задовольняє умові $A(i, j) < 11$, то всі негативні елементи матриці замінити їх квадратами.
9	- Замінити всі позитивні елементи матриці на їх квадрати, а негативні - помножити на 10. - Якщо в масиві немає жодного елемента з значенням 10, то замінити найменший елемент матриці на це число, в іншому випадку на нуль. - Знайти елементи і їх індекси, твір ненульових цифр яких більше 100.
10.	- Знайти суму чисел елементів матриці, які є непарними числами. - Організувати рядки матриці по спадаючій. - Переставити місцями перший і останній стовпці в матриці.

Продовження таблиці 3.1

11.	- Знайти суму творів ненульових цифр елементів матриці. - Знайти номер стовпця матриці, сума цифр елементів якого максимальна. - Знайти номери найбільших елементів кожного рядка матриці
12.	- Знайти суми цифр елементів кожного рядка матриці. - Визначити суму елементів матриці, розташованих на перетині рядків, що починаються з негативного елементу, і стовпців, що закінчуються позитивним елементом. - Визначити кількість рядків матриці, що містять хоча б один негативний елемент.
13.	- Якщо найбільший елемент квадратної матриці знаходиться на головній діагоналі, помножити всі елементи на 10, і на 0.5 - в іншому випадку. - У рядках матриці з негативним елементом на головній діагоналі додати до нього суму попередніх елементів рядка, с позитивним елементом - додати суму наступних елементів рядка. - Знайти суми цифр елементів кожного стовпця матриці.
14.	- Визначити кількість негативних і позитивних елементів матриці. - Якщо на головній діагоналі матриці є хоча б один негативний елемент, то до кожного елементу головною діагоналі додати суму попередніх йому елементів. - Знайти суми творів ненульових цифр елементів кожного рядка матриці.
15.	- Знайти значення найбільшого негативного і найменшого позитивного елементів. - У матриці всі негативні елементи в рядках, які слідують за рядком, що містить найбільший елемент, збільшити на 10. - Знайти номери рядків матриці, сума цифр елементів яких ділиться на 3.
16.	- Визначити суми елементів квадратної матриці, розташованих на лініях, паралельних головній діагоналі і розташованих вище її. - Обчислити суму елементів рядка і стовпця матриці, на перетині яких знаходиться мінімальний елемент. - Знайти номер стовпця матриці, сума цифр елементів якого мінімальна.

Продовження таблиці 3.1

17.	- Знайти номер рядка матриці, сума цифр елементів якої максимальна. - Якщо в масиві негативних елементів більше, ніж невід'ємних, то всі негативні елементи замінити на 99, в іншому випадку на 100. - Визначити кількість непарних елементів матриці, розташованих на головній діагоналі і нижче її.
18.	- Визначити кількість парних елементів матриці, розташованих на головній діагоналі і вище її. - Знайти елементи і їх індекси, всі цифри яких є непарні числа. - Визначити кількість відмінних від нуля елементів матриці, розташованих нижче побічної діагоналі.
19.	- Знайти елементи і їх індекси, всі цифри яких є парні числа. - Знайти твір ненульових цифр мінімального елемента матриці. - Поміняти місцями значення елементів матриці, симетричних щодо вертикальної осі симетрії.
20.	- Знайти суми творів ненульових цифр елементів кожного стовпця матриці. - Знайти суму чисел максимального елемента матриці. - Поміняти місцями значення елементів матриці, симетричних відносно головної діагоналі.

3.2 Приклад рішення задачі

Завдання:

- Обчислити максимальну суму модулів елементів кожного рядка матриці;
- Поміняти місцями першу і останню рядки матриці.

Лістинг програми:

```
% Обчислення максимальної суми модулів елементів
кожного рядка матриці n=3
A=[1 2 0; 3 0 4; 0 5 2]
for i=1:n
    S(i)=0
```

```

    for j=1:n
        S(i)=S(i)+abs(A(i,j))
    end
end
Max=S(1)
for i=2:n
    if S(i)>Max
        Max=S(i)
    end
end

% поміняти місцями першу і останню рядки матриці
n=3
A=[13 24 85; 66 47 21; 55 36 65]
for j=1:n
    S=A(1,j)
    A(1,j)=A(n,j)
    A(n,j)=S
end

```

3.3 Контрольні запитання

1. Які операції застосовні до матриць і векторів?
2. Що собою являють оператори циклу: while ... end; for ... end.
3. Скільки разів буде виконуватися цикл в наступному прикладі?

```

B = 2
While B <5
B = B + 1
End

```
4. Чи можна у вкладених циклах for використовувати одну і ту ж змінну в якості параметра декількох циклів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

НАЙПРОСТІШІ ГРАФІЧНІ ПОБУДОВИ

Мета роботи: отримання навичок в роботі при побудові різного типу графічних зображень.

4.1 Завдання для самостійної підготовки

4.1.1 Побудова графіків в полярних координатах.

4.1.2 Функція get.

4.1.3 Колір фону графічного вікна.

4.2 Зміст звіту

4.2.1 Мета роботи, постановки задачі.

4.2.2 Тексти програм згідно заданого варіанту (таблиця 4.1).

4.2.3 Результати тестування програм.

4.2.4 Відповіді на контрольні питання.

Таблиця 4.1 - Варіанти завдань

Варіант	Побудувати графіки функцій:
1.	$y = a \cdot x^2 + b \cdot x$
2.	$y = x^3 + a \cdot x^2 + b \cdot x$
3.	$y = a \cdot \sin x + b$
4.	$y = -a \cdot x^2 + b \cdot x$
5.	$y = a \cdot x^5$
6.	$y = a \cdot \cos(x-1) + x $
7.	$y = a/x$
8.	$y = (x+a)/(x-b)$
9.	$y = a + b/x + c/x^2$
10.	$y = a - b/x - c/x^2$
11.	$y = 1/(a \cdot x^2 + a \cdot x + b)$
12.	$y = x/(x^2 - b \cdot x + c)$
Побудувати криві за заданим параметричним поданням:	
13.	$x = r \cdot \cos t, y = r \cdot \sin t, 0 \leq t < 360$
14.	$x = r_1 \cdot \cos t, y = r_2 \cdot \sin t, 0 \leq t < 360$

Продовження таблиці 4.1

15.	$x=a \cdot (\cos(t))^2+b \cdot \cos(t), y=a \cdot \cos(t) \cdot \sin(t)+b \cdot \sin(t), a>0, b>0, a>b, 0 \leq t < 360.$
16.	$x=(1+\cos t) \cdot a \cdot \cos t, y=(1+\cos t) \cdot a \cdot \sin t, a>0, 0 \leq t < 360$
17.	$x=(a+b) \cdot \cos t-a \cdot \cos((a+b) \cdot t/a), y=(a+b) \cdot \sin t-a \cdot \sin((a+b) \cdot t/a), a>0, b>0, 0 \leq t < 360, a/b=n$, де n ціле додатне число.
18.	$x=b \cdot (\cos t)^3, y=b \cdot (\sin t)^3, 0 \leq t < 360.$
19.	$x=a \cdot t^2/(1+t^2), y=a \cdot t^3/(1+t^2), a>0, t$ - будь-яке дійсне число.
20.	$x=a \cdot (t^2-1)/(t^2+1), y=a \cdot t \cdot (t^2-1)/(t^2+1), a>0, t$ - будь-яке дійсне число.

4.3 Приклад рішення задачі

Завдання: Побудувати графік функції однієї змінної виду $F=\sin(x)$

Лістинг програми:

```
x=0:0.1:3;
y=sin(x);
plot(x, y,'r-', x, y, 'ko')
axis([1.5, 2.5, 0.5, 2])
haxes=gca;
set(haxes, 'xtick', [1.5, 1.75, 2.0, 2.25, 2.5])
title('Fuction sin(x) graph');
xlabel('x coordinate');
ylabel('sin(x)');
text(2.1, 0.9, '\leftarrow sin(x)');
grid on
```

4.4 Контрольні запитання

1. Способи побудови декількох графіків в одному вікні.
2. Описати функцію за допомогою, якої можна змінити позначки на осях координат.
3. Як розмістити напис в довільному місці малюнка?
4. Яким чином можна нанести вимірювальну сітку на всю область побудови графіка?
5. Як поміняти колір фону графічного вікна?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

ТРИВИМІРНІ ГРАФІЧНІ ПОБУДОВИ

Мета роботи: Отримання навичок в роботі при побудові різного типу тривимірних графічних зображень.

5.1 Завдання для самостійної підготовки

5.1.1 Застосування функції plot3 для зображення поверхонь.

5.1.2 Графічні об'єкти типу limght.

5.1.3 Функція view.

5.2 Зміст звіту

5.2.1 Мета роботи, постановки задачі.

5.2.2 Тексти програм згідно заданого варіанту (таблиця 5.1).

5.2.3 Результати тестування програм.

5.2.4 Відповіді на контрольні питання.

Таблиця 5.1 - Варіанти завдань

Варіант	Побудувати графіки функцій:
1.	$Z = \sin(X)/Y$
2.	$Z = X \cdot \cos(Y)$
3.	$Z = X \cdot \sin(Y)$
4.	$Z = \cos(X)/Y$
5.	$Z = X \cdot Y$
6.	$Z = 3 \cdot X^2 + Y^2 + 4$
7.	$Z = 5 \cdot X^2 + 9 \cdot Y^2$
8.	$Z = 4 \cdot X^2 + 16 \cdot Y$
9.	$Z = 7 \cdot X^3 + 2 \cdot Y^2$
10.	$Z = 2 \cdot X + 4 \cdot Y^2$
11.	$Z = \sin(X) + \cos(Y)$
12.	$Z = X^2 \cdot \cos(Y^2)$
13.	$Z = X \cdot \sin(Y) + Y \cdot \cos(X)$
14.	$Z = X^2 \cdot Y$
15.	$Z = X^2 + 7 \cdot X + Y^2 + 5 \cdot Y + 4$

Продовження таблиці 5.1

16.	$Z=X/Y$
17.	$Z=X \cdot Y^2$
18.	$Z=X+Y$
19.	$Z=X^2 \cdot Y^2$
20.	$Z=X^3+3 \cdot Y$
21.	$Z=\exp(X^2+Y^2)$

5.3 Приклад рішення задачі

Завдання: Побудувати графік функції двох змінних виду $Z=\exp(-X.^2 - Y.^2)$

Лістинг програми:

```
u=-2 : 0.1 : 2;
v=-1 : 0.1 : 1;
[X, Y] = meshgrid( u, v);
Z=exp(-X.^2 - Y.^2);
surf(X, Y, Z )
shading interp
colormap(hsv);
title( 'Function exp(-X.^2 - Y.^2) graph' );
xlabel( 'x coordinate' ); ylabel( 'y coordinate' ); zlabel( 'exp(-X.^2 -
Y.^2)' );
text( 2., 0.5, 0.2, '\leftarrow exp(-X.^2 - Y.^2)' );
axis( [-2 2 -1 1 -1 1]);
grid on
```

5.4 Контрольні запитання

1. Що собою являє функція plot3?
2. Відмінність функції mesh від surf.
3. Що означають функції axis, text, xlabel, ylabel, zlabel, title?
4. Описати функції meshz, meshc, surfc.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

СТВОРЕННЯ SPS-МОДЕЛІ В ПАКЕТІ MATLAB SIMULINK

Мета роботи: отримання навичок побудови sps-моделі в пакеті Matlab з використанням блоків контролю та вимірювання.

6.1 Завдання для самостійної підготовки

6.1.1 Склад бібліотеки Simulink.

6.1.2 Склад бібліотеки SimPowerSystems-Specialized Technology-Control and Measurements Library.

6.1.3 Створення, редагування і запуск моделей.

6.2 Теоретичні відомості

В даній роботі для побудови моделі використовуються бібліотеки Simulink та SimPowerSystems програмного пакета Matlab. SimPowerSystems містить набір блоків для імітаційного моделювання електротехнічних пристроїв. Комбінуючи можливості Simulink і SimPowerSystems, користувач може не тільки імітувати роботу пристроїв в тимчасовій області, а й виконувати різні види аналізу таких пристроїв. Зокрема, користувач має можливість розрахувати ustalений режим роботи системи на змінному струмі, виконати розрахунок імпедансу (повного опору) ділянки кола, отримати частотні характеристики, проаналізувати стійкість, а також виконати гармонічний аналіз струмів і напруг. Крім того, в моделі з використанням блоків SimPowerSystems можна використовувати блоки і інших бібліотек Simulink, а також функції самого MATLAB, що дає практично необмежені можливості для моделювання електротехнічних систем.

В моделі використовуються такі основні блоки:

- *вимірювач струму* **Current Measurement** виконує вимірювання миттєвого значення струму, що протікає через зеднальну лінію (провід). Вихідним сигналом блоку CurrentMeasurement являється звичайний сигнал Simulink, який може використовуватися будь-яким Simuulink блоком. Позитивний напрямок струму задається

знаками «+» і «-» на піктограмі блоку. При протіканні струму від клеми «+» до клеми «-» знак струму вважається позитивним.

- **вимірювач напруги Voltage Measurement** виконує вимірювання миттєвого значення напруги між двома вузлами схеми.

- **ідеальне джерело змінного струму AC Current Source** виробляє синусоїдальний струм з постійною амплітудою. Струм джерела AC Current Source описується наступним виразом:

$$I = A \cdot \sin(2\pi \cdot f t + \varphi), \quad (6.1)$$

де A - амплітуда струму джерела; f - частота; φ - початкова фаза струму.

Знак «+» на піктограмі блоку показує позитивний напрямок струму джерела. Блок є ідеальним джерелом струму, тобто його власний опір дорівнює нескінченності. Для амплітуди і фази допустимі негативні значення. Нульова частота визначає джерело постійного струму. Завдання негативної частоти неприпустимо.

- **RMS (root mean square)** – розраховує середньоквадратичне (діюче) значення сигналу (наприклад, напруги або струму);

- **Блок силового трансформатора Linear Transformer**, дозволяє моделювати однофазні дво- або трьохобмоткові трансформатори, в якому моделювання здійснюється без урахування насичення магнітної системи.

6.3 Хід роботи

6.3.1 Для створення моделі з бібліотеки Simulink переносимо по одному примірнику таких блоків: (підрозділ Commonly Used Blocks) Scope; Mux; Gain; (Sinks) Display; (Math Operations) Real-Imag to Complex; Abs; (Sources) Step. З бібліотеки SimPowerSystems - Specialized Technology перенесемо блоки: (Electrical Sources) AC Voltage source; (Measurements) Voltage Measurement; Current Measurement; (Control and Measurements Library Measurements) Power; RMS; (Elements) Breaker, Linear Transformer, Three-Phase Series RLC Branch.

6.3.2 Після того, як блоки переміщені в вікно моделі в блоках Power і RMS, необхідно поміняти частоту 60 Гц на 50 Гц, в блоці Scope зробити два входи (дві осі), в блок Gain внести цифру 3 для

розрахунку потужності трьох фаз. Після цього блоки можна копіювати.

6.3.3 В вікно параметрів силового трансформатора Linear Transformer вносимо параметри відповідно варіанту курсового проекту (8 семестр).

6.3.4 Час розрахунку задаємо рівне 0.12 с. У вкладці Simulation - Model Configuration Parameters при необхідності вносимо зміни по вирішувач і відносної точності. У блоці Step встановлюємо Step time рівне 0.02 с. Далі збираємо схему, представлену на рис. 6.1.

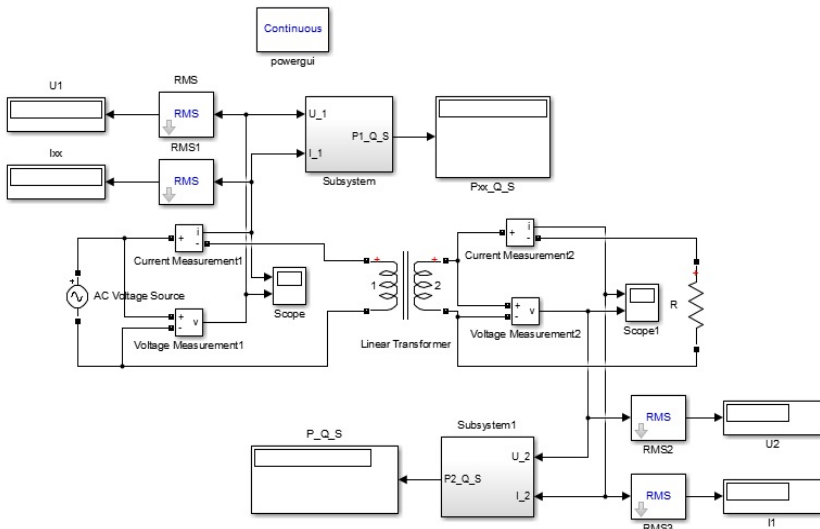


Рисунок 6.1 – Модель реалізації режиму неробочого ходу

6.3.5 У вікні параметрів блоку опорів вибрали тип гілки R і внесемо в вікно Resistance (Ohms) три букви inf , що означає нескінченність. Останнє необхідно для моделювання сталого режиму холостого ходу.

6.3.6 Оскільки розглядається одна фаза трифазного трансформатора, то в вікно параметрів джерела змінної напруги необхідно ввести амплітудне значення фазної напруги $U_{\phi 1} = \sqrt{2} \cdot U_{\text{н}} / \sqrt{3}$, і частоту 50 Гц.

6.3.7 Результати моделювання представлені на дисплеях: $P_{xx_Q_S}$ - значення потужностей, U_1 , I_{xx} – напруга і струм первинної обмотки, U_2 , I_2 – напруга і струм вторинної обмотки. Отримані результати порівняти з розрахованими за класичної методикою розрахунку трансформаторів.

6.4 Зміст звіту

6.4.1 Мета роботи, постановки задачі.

6.4.2 Побудова моделі.

6.4.3 Результати моделювання.

6.5 Контрольні запитання

1. Чим відрізняється sps-моделі від s-моделі?
2. Основні етапи створення моделі в середовищі Simulink.
3. Основні бібліотеки середовища Simulink.
4. Основні бібліотеки середовища SimPowerSystems.
5. Як змінити параметри моделювання?
6. Які існують способи візуалізації процесу моделювання?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. MATLAB Installation Guide for Windows. System Requirements. WWW.mathworks.com.
2. Лазарев, Ю.Ф. Начала программирования в бреде MatLAB [Текст] / Ю.Ф. Лазарев . - К.: НТУУ"КПИ", 2003. - 424 с. (рос. мовою).
3. Дьяконов, В.П. MATLAB. Полный самоучитель [Текст] / В.П. Дьяконов. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 768 с. (рос. мовою).
4. Герман-Галкин, С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0 [Текст] / С.Г. Герман-Галкин. – Спб.: "Корона принт", 2001. – 320 с. (рос. мовою).
5. Лазарева, Т.И. Решение задач в системе MatLAB [Текст] / Т.И. Лазарева, И.В. Мартынова, И.К. Ракова. - СПб., 2013. – 110 с. (рос. мовою).
6. Джендубаев, А.-З. Р. MATLAB, Simulink и SimPowerSystems в электроэнергетике: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника", профиль "Электроснабжение" / А.-З. Р.Джендубаев, И. И. Алиев. – Черкесск: БИЦ СевКавГГТА, 2014. – 136 с.

Додаткова література

7. Власенко Р. В. Аналіз енергетичних процесів в трифазному силовому активному фільтрі з використанням спектрального моделювання / Р. В. Власенко, О. В. Бялобжеський // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 12-18.
8. Міщенко Т. М. Перспективи схемотехнічних рішень і моделювання підсистем електричної тяги при високошвидкісному русі поїздів / Т. М. Міщенко // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 19-28.
9. Трушевський В. Е. Застосування автоматичних стрілок тролейбусу як детекторів в системах світлофорного авторегулювання / В. Е. Трушевський // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 29-31.
10. Ершов А. В. Конвективный и лучистый теплообмен при плавлении проволоки в струе дуговой плазмы / А. В. Ершов, Е. А.

Зеленина // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 37-42.

11. Крисан Ю. О. Модернізація лабораторного стенда дослідження асинхронного електропривода / Ю. О. Крисан // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 49-54.

12. Ярымбаш Д. С. Повышение энергоэффективности электротехнического комплекса графитации при модернизации боковых шинных пакетов мощных печей графитации / Д. С. Ярымбаш, С. Т. Ярымбаш // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 132/2012. Серія: Механіка, енергетика, екологія. 2012. С. 93–100

13. Сивокобыленко В. Ф. Совершенствование пусковых органов бавр в системах электроснабжения с двигательной нагрузкой / В. Ф. Сивокобыленко, С. В. Деркачев // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 61-67.

14. Килимник И.М. Повышение эффективности обработки информации при регистрации контролируемых параметров в системах автоматического управления / И.М. Килимник, Д.С. Ярымбаш // Радіоелектроніка. Інформатика. Управління. 2007. – № 1. – С. 68 – 73

15. Ткаченко С. Н. Энергосистема будущего. Концепция smart grid. Специфика реализации на Украине / С. Н. Ткаченко // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 68-73.

16. Ярымбаш Д.С. Повышение эффективности управления режимами электрического обогрева при прессовании заготовок подовых блоков / Д.С. Ярымбаш, А.В. Тютюнник, О.Л. Загрудный // Електротехніка та електроенергетика. – Запоріжжє: ЗНТУ, 2006. – № 2. – С. 56 – 60.

17. Немудрый И. Ю. Повышение эффективности преобразования энергии в ветроэлектрических установках с аэродинамической мультипликацией / И. Ю. Немудрый // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 79-86.

18. Андриенко П.Д. Особенности моделирования температурного состояния технологической системы как объекта управления / П.Д. Андриенко, Д.С. Ярымбаш // Електромашинобудування та електрообладнання, 2006. №66 – С. 291–293.

19. Морозов Д. І. Вентильний двигун постійного струму на базі синхронної машини оберненої конструкції / Д. І. Морозов, І. С.

Шевченко // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 2. - С. 6-12.

20. Власенко Р. В. Порівняння методів компенсації неактивної потужності трифазним силовим активним фільтром з адаптивним релейним регулятором струму / Р. В. Власенко, О. В. Бялобржеський // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 2. - С. 20-27.

21. Ярымбаш С. Т. Идентификация характеристик системы резистивно-индукционного нагрева для транспортировки хлора методами математического моделирования / С. Т. Ярымбаш, И. М. Килимник, Д. С. Ярымбаш, Д. А. Литвинов // Материалы МНТК «ПАЭП. Теория и практика». – Харьков, 2010. – С. 320–324.

22. Михайленко В. В. Аналіз електромагнітних процесів у дванадцятипульсному напівпровідниковому перетворювачі з п'ятизонним регулюванням вихідної напруги / В. В. Михайленко, В. І. Чибеліс, Ю. П. Орлиця, О. Р. Трофименко // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 2. - С. 28-31.

23. Андриенко П. Д. Особенности непрерывного контроля характеристик влагосодержания изоляции маслонаполненного электрооборудования / П. Д. Андриенко, А. А. Сахно, С. П. Конограй, Л. С. Скрупская // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 2. - С. 32-40.

24. Ярымбаш Д. С. Анализ электромагнитных и термоэлектрических процессов в печах Ачесона / Д. С. Ярымбаш // Энергозбереження. Енергетика. Енергоаудит, 2014. №6 – С. 11 – 21.

25. Задорожня И. Н. Анализ свойств систем автоматического управления двухмассовым электроприводом при синтезе параметров на основе стандартных характеристических полиномов / И. Н. Задорожня, Н. А. Задорожний // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 2. - С. 54-58.

26. Ярымбаш Д. С. Численно-полевой анализ электромагнитных и электротепловых процессов в шинных пакетах печей графитации / Д.С. Ярымбаш // Ползуновский вестник. – 2013. – №4–2. – С. 216–222

27. Тиховод С. М. Моделирование переходных процессов в трансформаторах на основе магнитоэлектрических схем замещения / С. М. Тиховод // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 2. - С. 59-68.

28. Кулинич Э. М. Уточнение модели автоматизированного управления двухкомпонентным дозированием технологического

процесса приготовления газобетона / Э. М. Кулинич // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 2. - С. 69-76.

29. Волков В. А. Оценка возможности осуществления гидроаккумуляции на существующих гидроэлектростанциях днепровского каскада Украины / В. А. Волков // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 2. - С. 77-82.

30. 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.

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

32. Ярымбаш Д.С. Особенности измерения переменного тока в токоподводах печей графитации / Д.С. Ярымбаш // Електротехніка та електроенергетика. – 2005. - №1. – с. 74 – 76.

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

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

35. Ярымбаш, Д. С. Особенности моделирования электромагнитных процессов в индукторе калибра мундштука пресса / Д. С. Ярымбаш, И. М. Килимник // Вісник кременчуцького державного політехнічного університету. – 2007. – №4 (45) Частина 1. – С. 53–55.

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

37. Ярымбаш Д. С. Особливості визначення параметрів короткого замикання силових трансформаторів засобами польового моделювання / Д. С. Ярымбаш, С. Т. Ярымбаш, Т. Є. Дівчук, І. М.

Килимник // Електротехніка та електроенергетика. - 2016. - № 1. - С. 12-17.

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

39. Ярымбаш Д.С. Моделирование температурных режимов электротехнологической системы «индукторы - мундштук» на подготовительном этапе тура прессования / Д.С. Ярымбаш, А.В. Тютюнник, О.Л. Загрунный // Електротехніка та електроенергетика. 2006. № 1. - С. 56-60.

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

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

42. Коцур М. И. Повышение эффективности режима торможения противовключением асинхронного двигателя с фазным ротором / М. И. Коцур, И. М. Коцур, А. В. Близняков // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. –2015. – №1/8(73). – С.27-30.

43. Андриенко П.Д. Применение методов математического моделирования для определения параметров индуктора / П.Д. Андриенко, И.М. Коцур, Д.С. Ярымбаш // Вестник СевНТУ – Севастополь, 2008. – Вып. 88. – С. 117 – 120.

44. Коцур, М. И. Повышение эффективности электропривода вентиляторных установок / 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.

45. Ярымбаш Д. С. Применение адаптированных схемных моделей для расчета токов короткой сети мощных электротехнических комплексов / Д. С. Ярымбаш // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2012. №2. – С. 72–76.

46. Kotsur, M.I. Converter for frequency-current slip-power recovery scheme / M.I. Kotsur, P.D. Andrienko, I. M. Kotsur, O.V Bliznyakov //

Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2017. - №4 – С. 49-54.

47. Ярымбаш, Д. С. Особенности трехмерного моделирования электромагнитных полей асинхронного двигателя / Д. С. Ярымбаш, М. И. Коцур, С. Т. Ярымбаш, И. М. Коцур // Електротехніка та електроенергетика – 2016. – №2 – С. 43 – 50.

48. Ярымбаш Д.С. Особенности идентификации интенсивности солнечной радиации при проектировании солнечных электростанций / Д. С. Ярымбаш, Ю.В. Даус // Електротехніка та електроенергетика. - 2014 - № 1 - С. 74-78.

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

50. Ярымбаш, Д. С. Особенности определения параметров схемы замещения асинхронного двигателя для режима короткого замыкания / Д. С. Ярымбаш, М. И. Коцур, С. Т. Ярымбаш, И. М. Коцур // Електротехніка та електроенергетика – 2017. – №1– С. 24 – 30.

51. Дивчук, Т. Э. Подход к определению токов холостого хода силовых трехфазных трансформаторов с плоскими стержневыми магнитными системами / Т. Э. Дивчук, Д. С. Ярымбаш, С. Т. Ярымбаш, И. М. Килимник, И. М. Коцур, Ю. С. Безверхняя // Електротехніка та електроенергетика. – 2017. – № 2. - С. 56-66.

52. 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, pp. 207-210

53. 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), 2017, pp. 88-91

54. Ярымбаш Д. С. Идентификация электрических параметров шихтованных шинных пакетов мощных коротких сетей / Д. С. Ярымбаш, И. М. Килимник, С. Т. Ярымбаш // Електротехніка та електроенергетика. – 2012. – № 2. – С. 55 – 61.

55. Yarymbash D. Features of Defining Three-Phase Transformer No-Load Parameters by 3D Modeling Methods [Text] / D. Yarymbash, S. Yarymbash, I. Kylymnyk, T. Divchuk, D. Litvinov // IEEE: International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES), 2017, pp. 132-135.
56. Kotsur, M. Speed Synchronization Methods of the Energy-Efficient Electric Drive System for Induction Motors / M. Kotsur, D. Yarymbash, I. Kotsur, Yu. Bezverkhnia // IEEE: 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), 2018.
57. 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. Kylymnyk, T. Divchuk // IEEE: 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), 2018.
58. Дивчук, Т.Е. Особенности определения параметров силовых трансформаторов методами схемно-полевого моделирования / 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.
59. Ярымбаш, Д.С. Идентификация электрических параметров печной петли мощных печей графитации / Д.С. Ярымбаш // «Электротехника и электромеханика». – 2012. №1. – С. 49 – 54.
60. Ярымбаш, Д.С. Особенности контроля электрических параметров, мощности и энергопотребления во время кампании графитации в печи переменного тока / Ярымбаш Д.С., Ярымбаш С.Т., Тютюнник О.В. // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – 2006, Вип. 3/2006(38), – С. 53 – 55.
61. Малюшевская А.П. Дослідження впливу підвищених температур на експлуатаційні властивості трансформаторного масла Т-1500 в плівкових ізоляційних системах / АП Малюшевская, АЯ Дмитришин, СО Топоров // Електротехніка та електроенергетика – 2015. - №1. – С. 21-25.
62. Верещаго Е.Н. Модель электрической дуги в MATLAB/SIMULINK / Е.Н. Верещаго, В.И. Костюченко // Електротехніка та електроенергетика. – 2013. - №2. – С. 40-46.

63. Ярымбаш Д. С. Анализ энергоэффективности конструкции торцевых соединений боковых шинных пакетов и токоподводов печей графитации / Д. С. Ярымбаш, А. М. Олейников // Електротехніка та електроенергетика. - 2013. - № 2. - С. 26-34.

64. Иванков В. Ф. Электротепловые расчетные модели элементов конструкции трансформаторного оборудования / В. Ф. Иванков, А. В. Басова, Н. В. Шульга // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 2. - С. 41-53

65. Ярымбаш Д.С. Особенности расчета электродинамической стойкости шихтованных шинных пакетов короткой сети печи графитации / Д.С. Ярымбаш // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 146/2014. Серія: Механіка. Енергетика. Екологія. 2014. – С. 131 – 136.

66. Ярымбаш Д. С. Влияние расположения заготовок электродов на распределение удельной мощности в керне печи Ачесона / Д. С. Ярымбаш // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 5-11

67. Ivankov V. F. Calculation of CFD-thermal models of oil-cooled transformer equipment / V. F. Ivankov, A. V. Basova // Електротехніка та електроенергетика. - 2016. - № 2. - С. 19-32.

68. Ципленков Д. В. Методи та засоби зниження технічних втрат електроенергії В елементах систем електропостачання / Д. В. Ципленков, П. Ю. Красовський // Електротехніка та електроенергетика. 2015. № 1. С. 77–82.

69. Костін М. О. Енергетичні спектри випадкових процесів тягових напруг і струмів електротранспорту / М. О. Костін // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 2. - С. 71-80

70. Літвінов Д. О. Схемно-польове моделювання теплових процесів в асинхронних двигунах / Д. О. Літвінов, О. О. Шлянін, Т. В. Бондарчук, О. В. Стремідловська, Ріхам Матар // Електротехніка та електроенергетика. - 2017. - № 1. - С. 71-78

71. Остренко М. В. Расчет потерь в элементах конструкции силовых трансформаторов и реакторов методом конечных элементов с граничными условиями импедансного типа / М. В. Остренко, С. М. Тиховод // Електротехніка та електроенергетика. - 2016. - № 2. - С. 33-42.

72. Курись Л. В. Схема тягового електротехнічного комплексу транспортного засобу з накопичувачем енергії / Л. В. Курись, О. В.

Бялобржеський // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. № 1. - С. 4–10.

73. Лебедев В. А. Электропривод малой мощности для сварочного оборудования / В. А. Лебедев // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 1. - С. 11–16.

74. Волкова О. Г. Методика определения температуры поверхности силовых разрывных контактов в процессе коммутации / О. Г. Волкова // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 1. - С. 17–20.

75. Мельников В. О. Компенсація впливу несиметрії обмоток статора асинхронного двигуна у системах векторного керування / В. О. Мельников, А. П. Калінов, І. М. Кочуров // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 1. - С. 26–33.

76. Остренко В. С. Оцінка часу експлуатації IGBT4 модулів в режимі циклічного навантаження / В. С. Остренко // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 1. - С. 34–38.

77. Yarymbash, D. S. Computer simulation of electromagnetic field with application the frequency adaptation method / D. S. Yarymbash, S. T. Yarymbash, M. I. Kotsur, D. O. Litvinov // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2018. – № 1. – P. 65-74.

78. Курись Л. В. Схема тягового електротехнічного комплексу транспортного засобу з накопичувачем енергії / Л. В. Курись, О. В. Бялобржеський // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. № 1. - С. 4–10.

79. Ярымбаш Д.С. Анализ энергоэффективности торцевых соединений боковых шинных пакетов и токоподводов печей графитации / Д.С. Ярымбаш, А.М. Олейников // Електротехніка та електроенергетика. – 2013. – № 2. – С. 23 – 30.

80. Лебедев В. А. Электропривод малой мощности для сварочного оборудования / В. А. Лебедев // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 1. - С. 11–16.

81. Волкова О. Г. Методика определения температуры поверхности силовых разрывных контактов в процессе коммутации / О. Г. Волкова // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 1. - С. 17–20.

82. Мельников В. О. Компенсація впливу несиметрії обмоток статора асинхронного двигуна у системах векторного керування / В.

О. Мельников, А. П. Калінов, І. М. Кочуров // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 1. - С. 26–33.

83. Остренко В. С. Оцінка часу експлуатації IGBT4 модулів в режимі циклічного навантаження / В. С. Остренко // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 1. - С. 34–38.

84. Тиховод С. М. Усовершенствование итерационных методов решения систем нелинейных уравнений / С. М. Тиховод // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 1. - С. 46–49.

85. Шкрабець Ф. П. Техніко-економічна оцінка оптимального рівня напруги для електроживлення робочих горизонтів глибоких шахт / Ф. П. Шкрабець, О. В. Остапчук, А. В. Кожевников, А. В. Акулов // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 1. - С. 50–54.

86. Волков В. А. Совершенствование частотного пуска гидроагрегата гидроаккумулирующей электростанции в насосном режиме / В. А. Волков, Д. В. Довбищук // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 1. - С. 55–61.

87. Літвінов В. В. Удосконалення методу оцінювання надійності схем релейного захисту / В. В. Літвінов, Я. С. Саченко // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 1. - С. 62–69.

88. Дьяченко В. В. Формирование программы энергосбережения для систем электроснабжения / В. В. Дьяченко // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 1. - С. 70–76.

89. Тиховод С. М. Расчет переходных процессов в трансформаторах на основе магнитоэлектрических схем замещения с использованием полиномов Чебышёва / С. М. Тиховод // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 2. - С. 5–14.

90. Коваленко М. А. Автономный экспериментальный стенд для випробування уніполярного крокового двигуна на базі мікроконтролера / М. А. Коваленко, Д. С. Мацюк // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 2. - С. 15–20.

91. Дівчук, Т.Є. Уточнючий підхід до визначення функціональних залежностей відносних магнітних проникностей анізотропних холоднокатаних електротехнічних сталей / Т.Є. Дівчук, Д.С. Яримбаш, С.Т. Яримбаш, І.М. Килимник, М.І. Коцур, Ю.С. Безверхня // Електротехніка та електроенергетика. – 2018. – N 2. - С. 6–15.

92. Іванков В. Ф. Верифікація методів електротеплових розрахунків електричних реакторів без сталі / В. Ф. Іванков, А. В. Басова, Н. В. Шульга // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 2. - С. 26-34

93. Токмаков И. В. Моделирование электромеханических переходных процессов в асинхронных двигателях на основе использования полиномов чебышёва / И. В. Токмаков // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 2. - С. 35-41.

94. Сидорец В. Н. Особенности анализа распределения тока высокой частоты в осесимметричных электродах электрохирургических инструментов / В. Н. Сидорец, А. Г. Дубко // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 2. - С. 42-47.

95. Тиховод С. М. Метод ускоренного численного расчета переходных процессов в электрических цепях на основе аппроксимации решения алгебраическими полиномами / С. М. Тиховод, Т. М. Корнус, Д. Г. Паталах // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 2. - С. 48-54.

96. Андриенко П.Д. Моделирование электромагнитных и тепловых процессов при индукционном нагреве мундштука прессы / П.Д. Андриенко, Д.С. Ярымбаш // Разработка рудных месторождений. – Кривой Рог, 2008. – Вып. 92. – С. 163 – 167.

97. Ярымбаш Д.С. Особенности моделирования электромагнитного поля в зоне подключения боковых шинных пакетов к токоподводам печи графитации / Д.С. Ярымбаш, А.М. Олейников // Електротехніка. – М.: Знак. – №2. 2015. – С. 44 – 50.

98. Ярымбаш Д. С. Динамическая адаптация схемных моделей короткой сети / Д. С. Ярымбаш, И. М. Килимник, С. Т. Ярымбаш // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 2. - С. 65-70.

99. Міщенко Т. М. Геометричне трактування реактивної потужності та його зв'язок зі спектральним складом тягових напруги та струму швидкісних електровозів / Т. М. Міщенко // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 2. - С. 81-86.

100. Скалько Ю. С. Удосконалення групового регулювання гідроагрегатів дніпровської гес за допомогою нечіткої логіки / Ю. С. Скалько // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 2. - С. 95-99.

101. Коцур М. И. Определение оптимальной частоты коммутации вентилей преобразователя по схеме частотно-токового асинхронно-

вентильного каскада / М. И. Коцур, И. М. Коцур, А. А. Андриенко, Д. С. Андриенко // *Електротехніка та електроенергетика*. - 2016. - № 1. - С. 5-11.

102. Дивчук, Т. Е. Подход к определению токов холостого хода силовых трехфазных трансформаторов с плоскими стержневыми магнитными системами / 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.

103. Малюшевська А. П. Вплив складу і морфології конденсаторних полімерних плівок на термостабільність їх короткочасної електричної міцності / А. П. Малюшевська, С. О. Топоров // *Електротехніка та електроенергетика*. - 2016. - № 1. - С. 18-24.

104. Yarymbash, D. Enhancing the effectiveness of calculation of parameters for short circuit of threephase transformers using field simulation methods / D. Yarymbash, S. Yarymbash, M. Kotsur, T. Divchuk // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2018. – Vol. 4, № 5 (94). - P. 22-28.

105. Цабенко М. В. Системи антипомпажного керування відцентровим компресором / М. В. Цабенко // *Електротехніка та електроенергетика*. - 2016. - № 1. - С. 35-41.

106. Слободенюк Ю. О. Модель розрахунку миттєвих параметрів режиму системи тягового електропостачання при русі електровозу / Ю. О. Слободенюк, О. В. Бялобржеський // *Електротехніка та електроенергетика*. - 2016. - № 1. - С. 42-48.

107. Ярымбаш Д.С. Особенности обработки данных регистрации электрических параметров электротехнических комплексов графитации переменного тока / Д.С. Ярымбаш // *Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит*, 2014. №2 – С. 59 – 65.

108. Ярымбаш Д. С. Оценка погрешности сенсоров тока автоматизированной системы управления технологическим процессом графитации / Д.С. Ярымбаш, И. М. Килимник, С. Т. Ярымбаш // «Електротехнічні та комп'ютерні системи». – № 03(79) – 2011

109. Чередник Н. Г. Дослідження режиму синхронного генератора когенераційної установки при паралельній та автономній роботі з урахуванням явища насичення магнітної системи генератора / Н. Г. Чередник, О. В. Бялобржеський // *Електротехніка та електроенергетика*. - 2016. - № 1. - С. 49-56.

110. Ярымбаш Д.С. Идентификация параметров электродинамической стойкости короткой сети мощных электротехнических комплексов графитации переменного тока / Д.С. Ярымбаш // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – 2012. Вип. 3/2012 (19). – С. 487 – 490

111. Власенко Р. В. Корекція алгоритму визначення заданого струму силового активного фільтра на основі теорії фрізе в умовах несиметрії / Р. В. Власенко, О. В. Бялобржеський // Електротехніка та електроенергетика. - 2016. - № 1. - С. 57-63.

112. Ярымбаш Д.С. Особенности оптимизации электрических режимов графитации / Д.С. Ярымбаш // Электротехнические и компьютерные системы. – Одесса, 2014. – №15 (91). – С. 215 – 219.

113. Yarymbash, D. Analysis of inrush currents of the unloaded transformer using the circuitfield modelling methods / D. Yarymbash, S. Yarymbash, M. Kotsur, T. Divchuk // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2018. – Vol. 3, № 5 (93). - P. 6-11.

114. Малюшевська А. П. Вплив морфологічних особливостей конденсаторних полімерних плівок на їх деформаційні властивості / А. П. Малюшевська, Г. М. Ющишина // Електротехніка та електроенергетика. - 2016. - № 2. - С. 13-18.

115. Ярымбаш Д.С. Идентификация электрических параметров торцевых ошинок печей сопротивления прямого действия / Д.С. Ярымбаш, А. М.Олейников, С. Т.Ярымбаш, И.М. Килимник // Вестник НТУ «ХПИ», 2013. №36. –С. 466–470

116. Андрієнко П. Д. Дослідження динамічних режимів електродвигуна послідовного збудження з імпульсними схемами регулювання електроприводу / П. Д. Андрієнко, С. І. Шило, О. О. Каплієнко // Електротехніка та електроенергетика. - 2016. - № 2. - С. 51-58.

117. Золотаревский А. И. Исследование спектральной зависимости диэлектрической проницаемости некоторых полярных диэлектриков в диапазоне низких частот / А. И. Золотаревский, С. П. Луцин // Електротехніка та електроенергетика. - 2017. - № 1. - С. 6-11.

118. Малюшевська А. П. Довготривала електрична міцність полімерних плівок під дією електричного поля / А. П. Малюшевська, С. О. Топоров, В. І. Гунько // Електротехніка та електроенергетика. - 2017. - № 1. - С. 12-17.

119. Ярымбаш Д.С. Повышение эффективности использования фотопанелей на солнечных электростанциях / Д. С. Ярымбаш, Ю. В. Даус // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. - 2015. - № 1. - С. 22-28

120. Ярымбаш Д.С. Исследование электромагнитных и электротепловых процессов в области торцевых шинных пакетов печей графитации / Д.С. Ярымбаш, А.М. Олейников // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. - 2013. №11. - С. 60–68.

121. Качан Ю. Г. Застосування просторових електричних полів задля створення теплових перешкод у камерних печах / Ю. Г. Качан, А. А. Візер, А. В. Сибір // Електротехніка та електроенергетика. - 2017. - № 1. - С. 18-23.

122. Василенко О. В. Модель крокового двигуна для дослідження систем автоматичного позиціонування в ЕСАД / О. В. Василенко, Є .Л. Жавжаров // Електротехніка та електроенергетика. - 2017. - № 1. - С. 31-38.

123. Ярымбаш Д.С. Особенности распределения электрической мощности нагрева в керне печи графитации переменного тока / Д.С. Ярымбаш, А.М. Олейников // Праці Інституту електродинаміки НАН України, 2013. – вип.. 37. – С. 94 – 100

124. Дзензерский В. А. Разработка алгоритма автоматизированного контроля электрохимических накопителей энергии / В. А. Дзензерский, Н. Е. Житник, С. В. Плаксин, В. В. Лисунова // Електротехніка та електроенергетика. - 2017. - № 1. - С. 39-47.

125. Ярымбаш Д.С. Идентификация температурных зависимостей удельных электрических сопротивлений керна в процессе графитации / Д.С. Ярымбаш // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. №2. - С. 66 – 70.

126. Алексеевский Д. Г. Определение рабочей области иппн в составе электромеханической системы взу с переменной скоростью вращения / Д. Г. Алексеевский, П. Д. Андриенко, К. О. Турышев, О. О. Панкова // Електротехніка та електроенергетика. - 2017. - № 1. - С. 79-85.

127. Ярымбаш Д.С. Особенности расчета токов короткого замыкания мощных электротехнических комплексов графитации переменного тока / Д. С. Ярымбаш // Електротехніка та електроенергетика. - 2012. - № 1. - С. 23-30

128. Зиновкин В. В. Влияние нестационарных электромагнитных процессов на электромеханические параметры в синхронном электроприводе / В. В. Зиновкин, Н. Л. Антонов, Ю.А. Крисан // Електротехніка та електроенергетика. - 2017. - № 2. - С. 6-17.

129. Zirka S. E. Topological transient models of three-phase five-limb transformer / S. E. Zirka, Y. I. Moroz, C. M. Arturi, D. Bonnman // Електротехніка та електроенергетика. - 2017. - № 2. - С. 18-25.

130. Ярымбаш Д.С. Метод частотной адаптации уравнений Максвелла для переменного тока к рекуррентным уравнениям в формулировках для постоянного тока / Д.С. Ярымбаш // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 146/2014. Серія: Автоматизація процесів та управління. – Севастороль. 2014. – С. 203 – 206

131. Мацуї А. М. Теоретичне і експериментальне дослідження магнітоелектричної системи, що сприймає крупність пісків односпірального класифікатора / А. М. Мацуї, В. О. Кондратець // Електротехніка та електроенергетика. - 2017. - № 2. - С. 38-49.

132. Ярымбаш Д.С. Выбор критерия энергоэффективности боковых шинных пакетов мощных печей графитации / Д.С. Ярымбаш // Технічна електродинаміка. Тематичний вип. Силова електроніка і енергоефективність – 2012.

133. Паталах Д. Г. Численный безытерационный метод моделирования электромеханических процессов в асинхронных двигателях / Д. Г. Паталах, С. М. Тиховод, Т. М. Корнус // Електротехніка та електроенергетика. - 2017. - № 2. - С. 50-55.

134. Ярымбаш Д.С. Особенности идентификации электрических параметров контура печи графитации переменного тока методами полевого моделирования и оптимизации / Д.С. Ярымбаш, А.М. Олейников // Оптимізація виробничих процесів: зб. наук. пр. Вип. 15/2014. – Севастороль. 2014. – С. 108 – 112.

135. Дивчук Т. Е. Подход к определению токов холостого хода силовых трехфазных трансформаторов с плоскими стержневыми магнитными системами / Т. Е. Дивчук, Д. С. Ярымбаш, С. Т. Ярымбаш, И. М. Килимник, М. И. Коцур, Ю. Безверхняя // Електротехніка та електроенергетика. - 2017. - № 2. - С. 56-66.

136. Лаврич Ю. М. Методологічний підхід до побудови енергоощадної системи аварійного освітлення / Ю. М. Лаврич, Л. М. Погоріла, А. Ю. Подчасов // Електротехніка та електроенергетика. - 2017. - № 2. - С. 67-73.

137. Шутенко О. В. Анализ динамики изменения критериев, используемых для интерпретации результатов арг, в исправных высоковольтных трансформаторах негерметичного исполнения / О. В. Шутенко // Електротехніка та електроенергетика. - 2017. - № 2. - С. 74-83.

138. Лобов В. Й. Управління газоповітряною енергетичною установкою промислового підприємства / В. Й. Лобов, К. В. Лобова, А. В. Даць // Електротехніка та електроенергетика. - 2017. - № 2. - С. 84-95.

139. Милых В. И. Анализ гармонического состава переменного магнитного поля, связанного с вращающимся ротором турбогенератора, в режимах холостого хода и короткого замыкания / В. И. Милых, Н. В. Полякова // Електротехніка та електроенергетика. - 2013. - № 2. - С. 5-13.

140. Китаев А. В. Схемы замещения электрических машин / А. В. Китаев, В. Л. Агбомассу, В. И. Глухова // Електротехніка та електроенергетика. - 2013. - № 2. - С. 14-26.

141. Верещаго Е. Н. Модель электрической дуги в MATLAB / SIMULINK / Е. Н. Верещаго, В. И. Костюченко // Електротехніка та електроенергетика. - 2013. - № 2. - С. 40-46.

142. Ершов А. В. Влияние магнитного поля проводника на течение металла на торце проволоки в дуговом разряде / А. В. Ершов, Е. А. Зеленина // Електротехніка та електроенергетика. - 2013. - № 2. - С. 62-65.

143. Пожуєв В. І. Визначення ефективності існуючих гідроенергетичних систем / В. І. Пожуєв, В. В. Радченко, Ф. П. Шкрабець, В. Г. Кучер, В. П. Кобець // Електротехніка та електроенергетика. - 2013. - № 2. - С. 71-76.

144. Олейников А.М. Математическая модель автономной безредукторной ветроэлектрической установки на генераторе с постоянными магнитами / А.М. Олейников, Л.Н. Канов, Ю.В. Матвеев, Е.И. Зарицкая // Електротехніка та електроенергетика. – 2010. – № 2. – С.62 – 67

145. Гребеников В.В. Исследование влияния конфигурации магнитной системы на моментные характеристики электродвигателей с постоянными магнитами / В.В. Гребеников, М.В. Прыймак // Електротехніка та електроенергетика. – 2009. - №2. - С. 57-60.

146. Андриенко П. Д. Преобразователи частоты для

электропередачи железнодорожного электротранспорта / П. Д. Андриенко, В. Д. Лобода, А. В. Мищенко // Электротехника та електроенергетика. – 2001. – № 1. – С. 55–58.

147. Канов Л. Н. Схемное моделирование электроэнергетических систем переменного тока / Л. Н. Канов // Электротехника та електроенергетика. – 2004. – № 1. – С. 5–9.

148. Лучко, А. Р. Имитационное моделирование электромагнитных процессов в магнитосвязанных электрических цепях [Текст] / А. Р. Лучко, Т. В. Попова // Электротехника та електроенергетика. - 2009. - № 1. - С. 16-22

149. Яримбаш Д. С. Розрахунок параметрів головних шинних пакетів секцій печей графітації змінного струму [Електронний ресурс]: навчальний посібник / Д. С. Яримбаш, С. Т. Яримбаш – Електрон. дані. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2017. ISBN 978-617-529-171-9 Режим доступу: <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/2682>

150. Килимник І. М. Диференціальні рівняння : навчальний посібник / І. М. Килимник, Д. С. Яримбаш. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 102 с. ISBN 978-617-529-197-9 Режим доступу: <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/3376>