

## ПРОГРАМНИЙ ІНТЕРФЕЙС ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКТУ "РОЗРЯДНА ЛАМПА – ДРОСЕЛЬ"

Харченко В. Ф., Якунін О. А.

Харківська національна академія міського господарства

Запропоновано програмну реалізацію варіативних розрахунків робочих і перехідних режимів комплекту "розрядна лампа – дросель".

**Постановка проблеми.** На об'єктах АПК широко використовуються системи освітлення на базі розрядних ламп [1]. Проектування ресурсозберігаючих освітлювальних мереж передбачає проведення багатоваріантних розрахунків для обґрунтованого вибору їх раціональної комплектації з урахуванням як рекомендованих технологічних режимів експлуатації, так і можливих відхилень від них, зумовлених складними умовами функціонування в сучасних реаліях АПК. На цьому шляху важливою задачею є створення ефективних комп'ютерних моделей базових світлотехнічних комплексів, найбільш масовим з яких є комплект "розрядна лампа – дросель" ("РЛ – Др") [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Існуючі розробки [3-4] дозволяють якісно моделювати усталені та квазістаціонарні режими функціонування комплекту "РЛ – Др", однак спричиняють значні похибки при розрахунках суттєво нестационарних процесів.

Запропонована авторами модифікована модель неусталених режимів комплекту "РЛ – Др" [5] долає цей недолік, проте оперування з нею ускладнено жорсткістю програмного інтерфейсу, що характеризується необхідністю ручного вводу даних і керуючих параметрів обчислювального процесу.

**Мета статті.** Дана робота присвячена створенню гнучкого програмного інтерфейсу для оперування з запропонованою в [5] математичною моделлю комплекту "РЛ – Др", що дозволяє ефективно розраховувати параметри нестационарних процесів у широкому діапазоні режимів функціонування.

**Основні матеріали дослідження.** Запропонована в [5] модель неусталених режимів комплекту "РЛ – Др" має вигляд:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= A_s T_0 P_0 \left[ (x_3/x_2)^2 - x_1^2 \right] / \left\{ 1 + k_1 \times \right. \\ &\quad \left. \times \left[ \sqrt{x_3^2 + \delta} / (x_1 x_2 + \varepsilon) - 1 \right] \right\}; \\ \frac{dx_2}{dt} &= \left\{ k_2 + k_3 \left[ \sqrt{x_3^2 + \delta} / (x_1 x_2 + \varepsilon) \right]^{k_4} \right\} \times \\ &\quad \times \left\{ 1 + k_1 \left[ \sqrt{x_3^2 + \delta} / (x_1 x_2 + \varepsilon) - 1 \right] - x_2 \right\}; \\ \frac{dx_3}{dt} &= \frac{T_0}{LP_0} \left[ U_0^2 w - P_0 R_{nom} x_3 - U_0^2 x_3 / (x_1 x_2 + \varepsilon) \right]; \end{aligned} \right. \quad (1)$$

$$\begin{aligned} y_1 &= x_3; \quad y_2 = x_3 / (x_1 x_2 + \varepsilon); \\ y_3 &= x_1 x_2; \quad y_4 = x_3^2 / (x_1 x_2 + \varepsilon); \end{aligned} \quad (2)$$

$$x_i(0) = x_{i0}, \quad i = \overline{1,3}. \quad (3)$$

Тут і далі  $t$  – час, с;  $t \in [0; T]$ ;

$T$  – тривалість проміжку часу, на якому вивчається об'єкт;

$f$  і  $T_0 = 1/f$  – частота і період джерела живлення, Гц і с;

$U_s$  – напруга джерела живлення, В;

$L$  – індуктивність дроселя, Гн;

$R_{nom}$  – активний опір, Ом;

$U_0$  – номінальна напруга на лампі, В;

$P_0$  – номінальна потужність лампи, Вт;

$A_s, k_1, k_2, k_3, k_4$  – коефіцієнти моделі;

$x_i = x_i(t), \quad i = \overline{1,3}$  – безрозмірні фазові змінні;

$w = U_s / U_0$  – безрозмірний вхідний сигнал;

$y_j = y_j(t), \quad j = \overline{1,4}$  – вихідні змінні (струм, напруга, провідність і потужність лампи відповідно), А, В, См, Вт;

$\varepsilon$  і  $\delta$  – параметри регуляризації;

$x_{i0}, \quad i = \overline{1,3}$  – початкові дані.

На рис. 1 подано блок-схему програми розрахунку в середовищі MATLAB режимних параметрів комплекту "РЛ – Др" безпосередньо за моделлю (1) – (3).

Дана модель забезпечує існування і єдиність розв'язку при довільних початкових умовах. Вибір ефективного чисельного методу дозволяє проводити стійкі розрахунки при обмежених витратах обчислювальних ресурсів. Узгодженість моделі (1) – (3) з теоретичними викладками [3-4] і порівняльний аналіз отриманих модельних даних з результатами натурних експериментів підтверджують адекватність опису неусталених режимів функціонування комплекту "РЛ – Др", у тому числі процесів пуску і запалювання, особливості протікання яких значно впливають на експлуатаційні характеристики. Необхідність ручного вводу вхідних даних і значень керуючих параметрів програми породжує ряд незручностей і уповільнює оперування з моделлю. Для автоматизації розрахунків за моделлю (1) – (3), підвищення ергономічності, більш ефективного використання обчислювальних ресурсів і засобів комп'ютерної графіки розроблено відповідний інтерфейс.

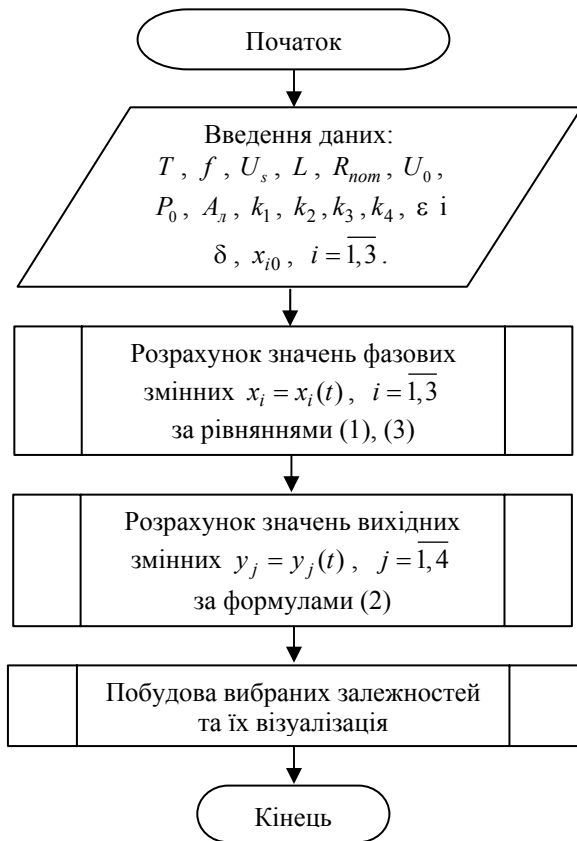


Рисунок 1 – Схема алгоритму розрахунку комплексу "РЛ – Др" за математичною моделлю

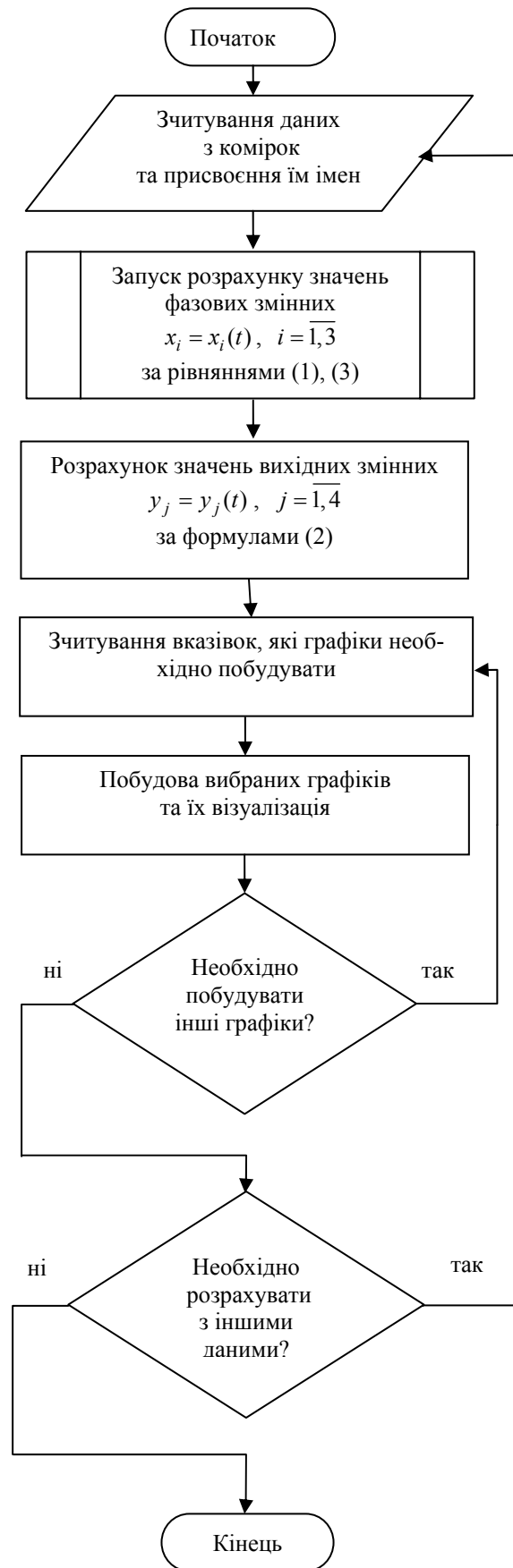


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритму програми розрахунку комплексу "РЛ – Др"

Программа расчета комплекта "разрядная лампа - дроссель"

Введите время расчета tнач: <input type="text" value="0"/> tкон: <input type="text" value="30"/>	Введите начальные условия x01: <input type="text" value="0"/> x02: <input type="text" value="0.4"/> x03: <input type="text" value="0"/>
Введите параметры схемы включения лампы Us, В: <input type="text" value="220"/> Ld, Гн: <input type="text" value="0.175"/> Rp, Ом: <input type="text" value="5"/> f, 50*Гц: <input type="text" value="1"/> To, с: <input type="text" value="0.02"/>	Введите коэффициенты модели k1: <input type="text" value="0.6"/> k2: <input type="text" value="1.5"/> *10^-4 k3: <input type="text" value="3"/> *10^-4 k4: <input type="text" value="1.5"/>
Введите параметры лампы Uo, В: <input type="text" value="131"/> Po, Вт: <input type="text" value="400"/> Ao: <input type="text" value="5.5"/>	Введите малые параметры регуляризации ee: <input type="text" value="1"/> *10^-3 bb: <input type="text" value="1"/> *10^-14

Выберите, какие графики следует построить

g(t)     b(t)     i(t)     G(t, Cm)  
 Us(t, V)     Uλ(t, V)     Uλ(t, V)     F(ω, t)

Рисунок 2 – Зовнішній вигляд робочого вікна програми

Блок-схему результуючої програми зображено на рис. 3, а на рис. 2 представлено зовнішній вигляд її вікна.

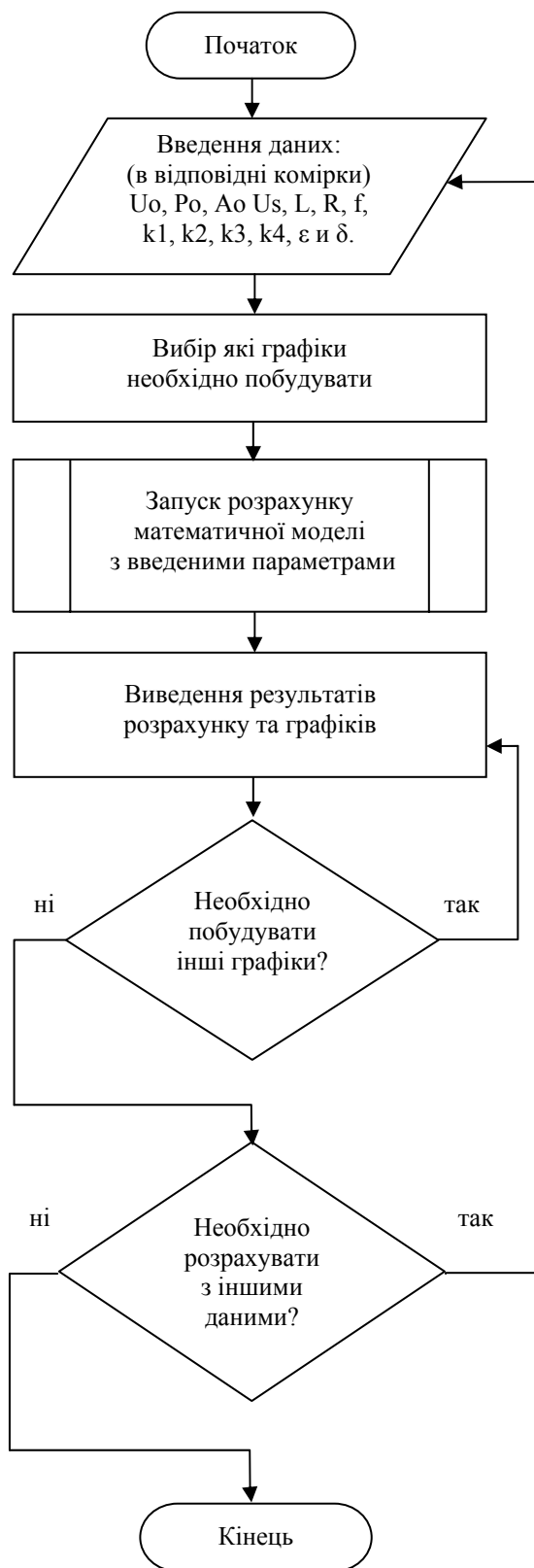


Рисунок 4 – Схема алгоритму роботи з програмою

На рис. 4 подано блок-схему алгоритму роботи користувача.

**Висновки.** Розроблена комп'ютерна програма зі гнучким інтерфейсом дозволяє просто і наочно моделювати різні режими функціонування комплекту "РЛ – Др".

Надалі передбачено її удосконалення введенням автоматизованого вибору вхідних сигналів, можливості оперативної зміни технологічних параметрів комплекту "РЛ – Др" і накопичення вихідних даних для порівняльного аналізу та його графічного відображення.

#### Список використаних джерел

1. Говоров П. П. Освітлювальні електричні системи та мережі / П. П. Говоров. – Харків: ХНАГХ, 2009. – 227 с.
2. Рохлин Г. Н. Разрядные источники оптического излучения (обзор развития) / Г. Н. Рохлин // Светотехника. – 1995. – №4. – С. 34 – 51.
3. Клыкков М. Е. Расчёты электрических цепей с разрядными лампами / М. Е. Клыкков, А. Е. Краснополский, В. Б. Соколов // Светотехника. – 2002. – №2. – С. 2-4.
4. Кончуковский Д. А. Моделирование электрических параметров газоразрядной лампы высокого давления / Д. А. Кончуковский // Электротехника и электроэнергетика. – 2010. – №1. – С. 72 – 77.
5. Харченко В. Ф. Модифицированная модель нестационарных режимов разрядной лампы высокого давления с индуктивным балластом / В. Ф. Харченко, А. А. Якунин // Світлотехніка та електроенергетика. – 2012. – №2. – С. 4-12.

#### Аннотация

### ПРОГРАММНЫЙ ИНТЕРФЕЙС ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЛЕКТА "РАЗРЯДНАЯ ЛАМПА - ДРОССЕЛЬ"

Харченко В. Ф. Якунин А. А.

*Предложено программную реализацию вариативных расчетов рабочих и переходных режимов комплекта "Разрядная лампа - дроссель".*

#### Abstract

### THE PROGRAM INTERFACE FOR EXAMINATION OF THE SET "DISCHARGE LAMP - CHOKE"

V. Kharchenko, A. Yakunin

*Program embodying of the calculations of working and transitive modes in various variants of the set "Discharge valve - choke" is offered.*