Лабораторна робота № 1

ОПТИМІЗАЦІЯ ОБ’ЄКТІВ В СТАТИЧНИХ РЕЖИМАХ. МЕТОД МНОЖНИКІВ ЛАГРАНЖА

Як користуватися методичними рекомендаціями?

Після того як уважно прочитали теоретичні відомості п.1.1 та завдання п.1.2 необхідно читати та виконувати пункти завдання з методики виконання п.1.3. При цьому підпункти п.1.3 розбиті відповідно до порядку виконання завдання, тобто для виконання завдання п.1.2.1 необхідно поетапно виконати п.1.3.2 - 1.3.9.

Виконання завдання п.1.2.1.

п.1.3.2. Спочатку необхідно записати математичну модель об'єкта та критерій керування у безрозмірних величинах, виділивши координати стану x, керування u та збурення z. Також потрібно сформувати матриці A, B та вектор c.

Виконуємо: дивимося на завдання і диф.рівняння, відповідно до них складаємо вектор **x** - це вектор змінних процесу - розмірність така скільки диф.рівнянь, тобто 3x1 (перша цифра визначає кількість рядків, друга кількість стовпців), отже це вектор-стовпчик:

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} \Delta t_n \\ \Delta t_{cm} \\ \Delta t \end{bmatrix}$$ - ті змінні, що стоять під диференціалом (відносно об'єкта це вихідні змінні).

Вектор керування **u** - це вхідні змінні, причому керуванням для теплообмінника можуть бути лише витрати (див.п.1.2.1), тобто це

– витрата робочої рідини;

– витрата пари,

Отже, розмірність вектора **u** - 2x1 (вектор-стовпчик з двох компонент):

$$\mathbf{u} = \begin{bmatrix} \Delta G_n \\ \Delta G \end{bmatrix}$$

Далі формуємо збурення z - відносно об'єкта це також вхід, дивимося на диф.рівняння - це

- температура рідини на вході в теплообмінник.

Отже, розмірність вектора **z** - 1x1 (скаляр):

$$z = \left[\Delta t_{вх}\right]$$

Всі змінні визначені, переходимо до визначення матриць **A**, **B** і вектора **c**.

Формуємо матриці A, B і вектор c.

Так як розглядаємо об'єкт в статичному режимі (без часу), то необхідно привести мат.модель до статичного режиму. Для цього прирівнюємо постійні часу моделі до нуля, отримуємо:

$$\begin{cases} 0 = 80\Delta G_n + 0.2\Delta t_{cm} - \Delta t_n; \\ 0 = 0.8\Delta t_n + 0.25\Delta t - \Delta t_{cm}; \\ 0 = 0.85\Delta t_{cm} + 0.6\Delta t_{вх} - 0.4\Delta G - \Delta t, \end{cases} \quad \text{або} \quad \begin{cases} 0 = 80u_1 + 0.2x_2 - x_1; \\ 0 = 0.8x_1 + 0.25x_3 - x_2; \\ 0 = 0.85x_2 + 0.6z - 0.4u_2 - x_3, \end{cases}$$

підставимо збурення, що згідно завдання z=6 маємо:

$$\begin{cases} 0 = 80u_1 + 0.2x_2 - x_1; \\ 0 = 0.8x_1 + 0.25x_3 - x_2; \\ 0 = 0.85x_2 + 3.6 - 0.4u_2 - x_3, \end{cases}$$

Далі приводимо до виду (1.6), тобто $f(\mathbf{u}, \mathbf{x}) = \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu} + \mathbf{c} = \mathbf{0}$

Використовуючи апарат векторно-матричної алгебри (це те, що ви вчили на першому курсі з курсу вищої математики)

розпишемо (1.6):

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n + b_{11}u_1 + b_{12}u_2 + \ldots + b_{1m}u_m + c_1 = 0 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n + b_{21}u_1 + b_{22}u_2 + \ldots + b_{2m}u_m + c_2 = 0 \\ \ldots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \ldots + a_{nn}x_n + b_{n1}u_1 + b_{n2}u_2 + \ldots + b_{nm}u_m + c_n = 0 \end{cases}$$

Або з урахуванням наших розмірностей:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + b_{11}u_1 + b_{12} + c_1 = 0 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + b_{21}u_1 + b_{22}u_2 + c_2 = 0 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + b_{31}u_1 + b_{32}u_2 + c_3 = 0 \end{cases}$$

Тобто, розмірність матриць **A** - 3x3 - вона завжди квадратна, **B** - 3x2, а вектора **c** - 3x1.

Матриці **A**, **B** та вектор **c** складається з коефіцієнтів, що входять в мат.модель. (**СКЛАДІТЬ ЇХ САМОСТІЙНО**).

Ще забули про **критерій керування**, запишемо його за умовою:

$$J = \Delta t_n^{\;2} + 2\Delta t_{cm}^{\;2} + 3\Delta t^2 + 4\Delta G_n^{\;2} + \Delta G^2,$$

З урахуванням векторів:

$$J = x_1^{\;2} + 2x_2^{\;2} + 3x_3^{\;2} + 4u_1^{\;2} + u_2^{\;2}.$$

Критерій необхідно привести до виду (1.7), тобто

$$J = 0.5\mathbf{u}^{\mathbf{T}}\mathbf{R}\mathbf{u} + 0.5\mathbf{x}^{\mathbf{T}}\mathbf{Q}\mathbf{x} = 0.5\left(r_{11}u_1^{\;2} + r_{22}u_2^2\right) + 0.5\left(q_{11}x_1^{\;2} + q_{22}x_2^2 + q_{33}x_3^{\;2}\right),$$

Звідси вагові матриці квадратні, діагональні, при чому розмірність **R** – 2x2, а **Q** – 3x3:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & 0 \\ 0 & r_{22} \end{bmatrix}; \quad \mathbf{Q} = \begin{bmatrix} q_{11} & 0 & 0 \\ 0 & q_{22} & 0 \\ 0 & 0 & q_{33} \end{bmatrix}.$$

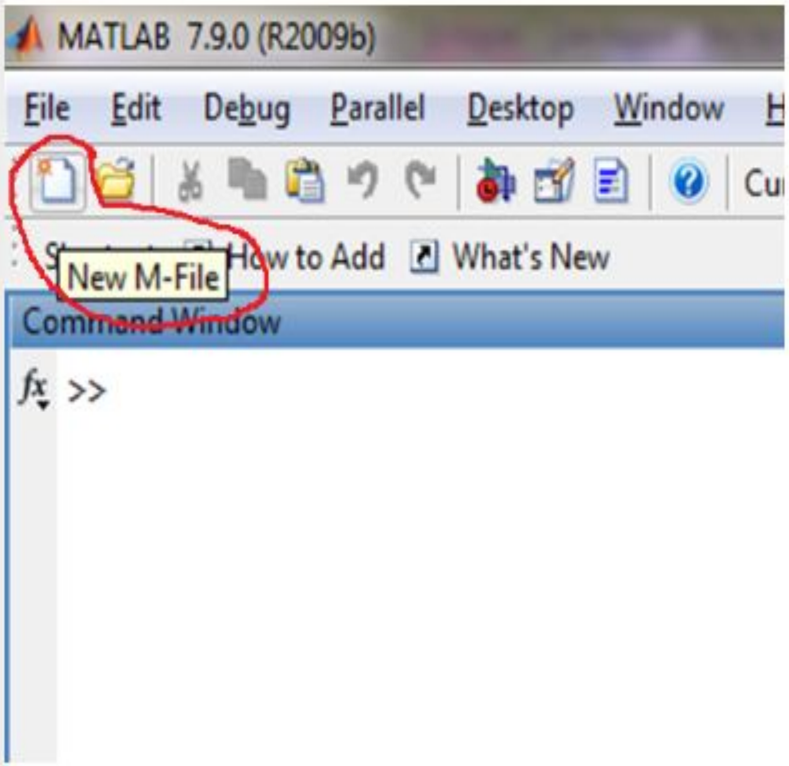
Коефіцієнти матриць **R** та **Q СКЛАДІТЬ САМОСТІЙНО.**

п.1.3.2. ЗАКІНЧЕНО, можна переходити до п.1.3.3

п.1.3.3. Загальний підхід. Після запуску m-файлу основної програми очистимо пам'ять (функція ***clear all***), надрукуємо заголовок задачі (функція ***disp***), опишемо символічні змінні (функція ***syms***). Використовуємо позначення символічних змінних: x1, x2, x3, u1, u2.

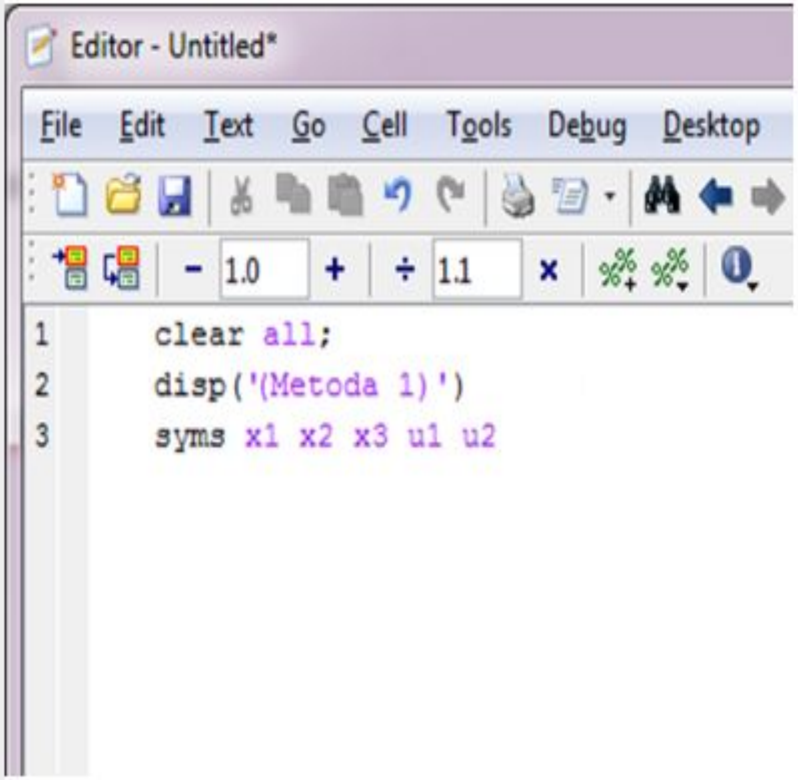
Виконуємо. Запускаємо Матлаб, пам'ятаємо, що працюємо з командним вікном та едітором м-файлів (не з Сімулінком), і ще з тулбоксом Symbolic Math Toolbox (Символьна математика), тому останній обов'язково повинен бути встановлений.

Натискаємо піктограму New m-file або меню File - New - M-file (Blank-M-file):

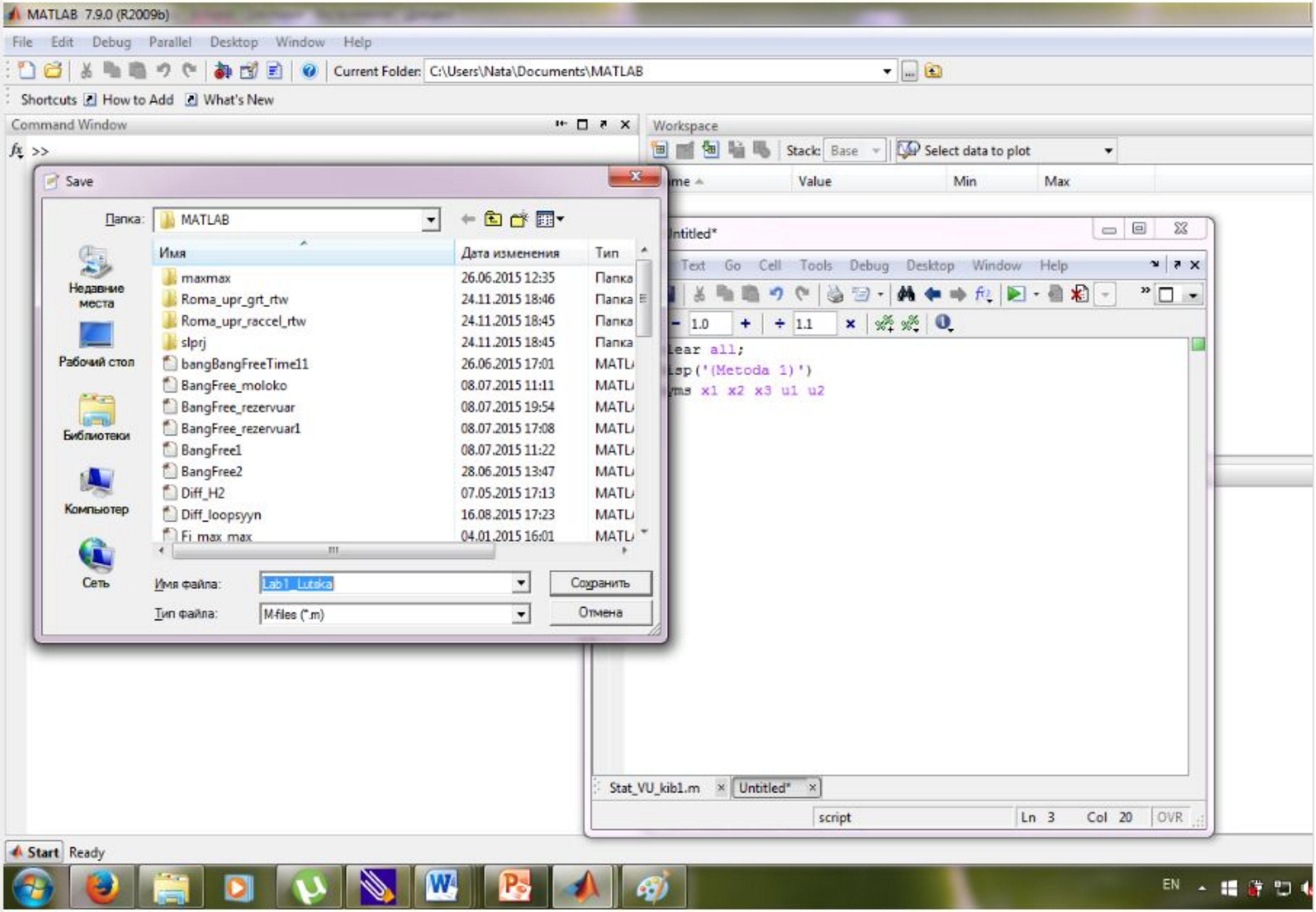


Завантажується Editor - саме в ньому ви будете писати програму і запускати на виконання, а результат спостерігати у командному вікні (Command window).

Пишемо програму (п.1.3.3):

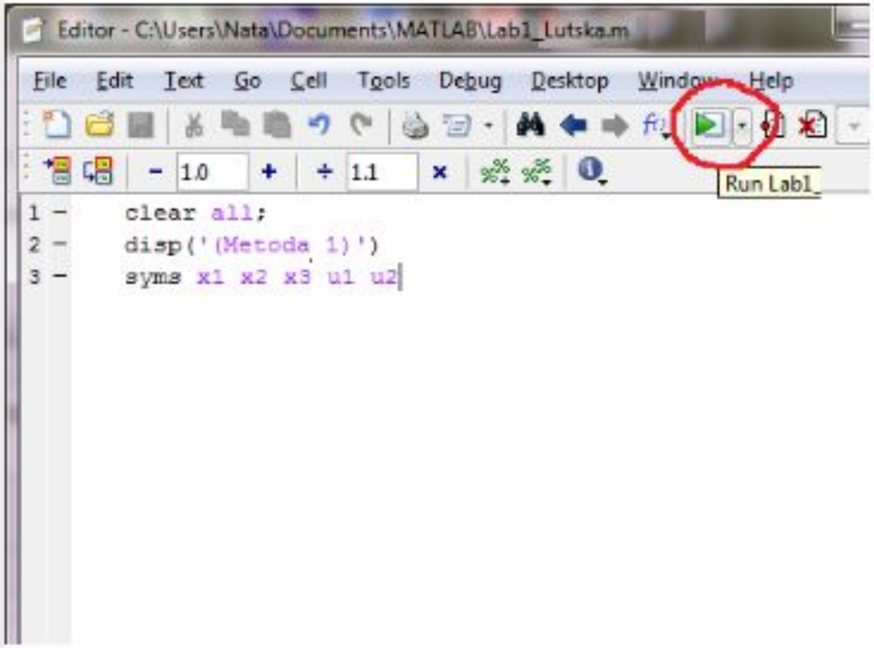


<u>Тепер уважно:</u> потрібно зберегти файл - при збереженні ОБОВ'ЯЗКОВО назва файлу повинна бути англійською мовою, перша літера (не цифра) та індивідуальне ім'я (щоб назва не співпала з файлами Матлабу) :



і запустити на виконання:

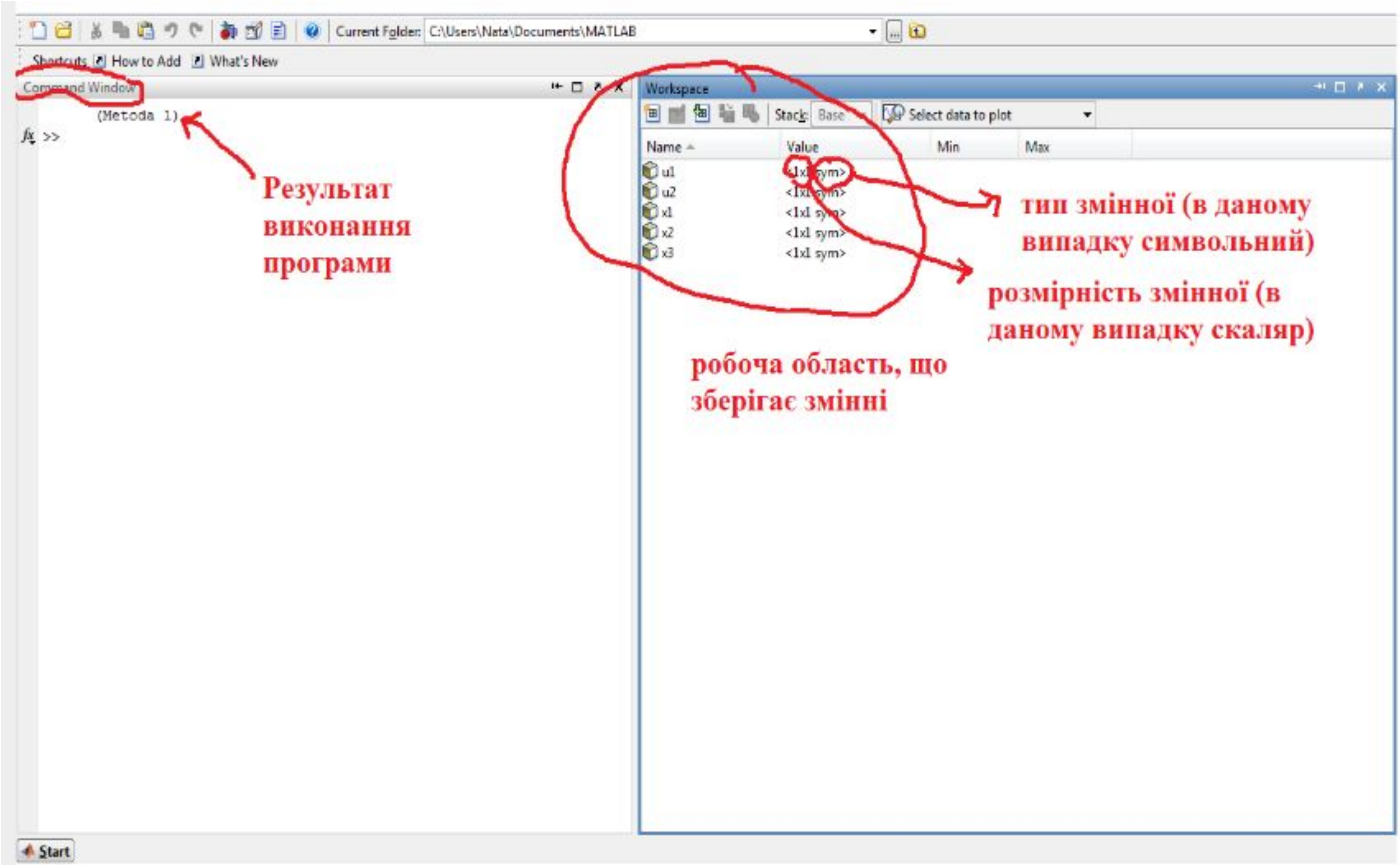
натискаємо відповідну піктограму:



або меню Debug - Run (Save and Run)

або F5.

Спостерігаємо результат в Командному вікні та в Робочій області:



Виконання п.1.3.3 ЗАВЕРШЕНО.

Наступні пункти виконуються відповідно до вказівок у методичних рекомендацій.