

Міністерство освіти і науки України  
Донбаська державна машинобудівна  
академія

**КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ДИЗАЙН І МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ  
ТА МАШИН  
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДЛЯ ВСІХ ВИДІВ РОБІТ  
З ДИСЦИПЛІНИ ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ  
ОБЛАДНАННЯ І ПРОЦЕСІВ ОМД  
/MATLAB/**

(Для студентів усіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка»  
Спеціалізація: Комп'ютерне моделювання та проектування процесів і машин)

Краматорськ 2019

Міністерство освіти і науки України  
Донбаська державна машинобудівна  
академія

**КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ДИЗАЙН І МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ  
ТА МАШИН  
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДЛЯ ВСІХ ВИДІВ РОБІТ  
З ДИСЦИПЛІНИ ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ  
ОБЛАДНАННЯ І ПРОЦЕСІВ ОМД  
/MATLAB/**

(для студентів усіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка»  
Спеціалізація: Комп'ютерне моделювання та проектування процесів і машин)

Затверджено  
на засіданні методичної ради  
спеціальності КДіМГМ  
Протокол № від 2019р.

Краматорськ 2019

УДК 621.73.043

Комп'ютеризовані дизайн і моделювання процесів та машинметодичні вказівки для всіх видів робіт з дисципліни чисельні методи аналізу обладнання і процесів ОМД/MATLAB/ (для студентів усіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» Спеціалізація: Комп'ютерне моделювання та проектування процесів і машин)/ Уклад.: Є.А. Єрьомкін, П.А. Бочанов. – Краматорськ: ДДМА, 2019. – 29 с.

Методичні вказівки призначені для ознайомлення студентів з основними принципами структурного моделювання систем автоматичного управління. Розглянуто особливості моделювання та аналізу динамічних перехідних процесів ковальсько-пресових машин і нагрівальних печей в середовищі MATLAB.

Укладачі: Є.А. Єрьомкін, доц. каф.КДіМПП;  
П.А. Бочанов, ст. викл. каф.КДіМПП.

Відп. за випуск О.Є. Марков, проф.

## ЗМІСТ

Вступ	4
1 Короткі відомості про пакет MATLAB.....	5
1.1 Система <i>MATLAB</i> .....	5
1.2 Структура <i>MATLAB</i> .....	6
1.3 Робота в <i>MATLAB</i> .....	7
2 Практикум з моделювання.....	12
2.1 Лабораторна робота №1. Дослідження автоматичної системи регулювання температури електропечі.....	12
2.2 Лабораторна робота №2. Дослідження автоматичної системи регулювання температури електропечі з елементом насичення .....	16
2.3 Лабораторна робота № 3. Моделювання та дослідження одноконтурної системи автоматичного управління електроприводу (САК ЕП) на прикладі приводу маховика кривошипного преса.....	18
2.4 Лабораторна робота № 4. Дослідження динаміки розгону маховика .	20
2.5 Лабораторна робота № 5. Дослідження електромеханічного штампувального молота .....	22
Список літератури.....	27

## ВВЕДЕНИЕ

У металургії, машинобудуванні та в ковальсько-пресових машинах зокрема застосовуються різного роду електроприводи і автоматичні регулятори.

Для забезпечення надійної і якісної роботи і забезпечення експлуатаційних характеристик, а так само для попередження поломок та своєчасного обслуговування потрібно поглиблене вивчення перехідних процесів в складних системах.

Аналітичний розрахунок перехідних процесів в таких системах, навіть при значних спрощення і припущеннях, представляє значні труднощі. Найбільш простим способом в даному випадку є дослідження перехідних процесів, що цікавить система моделі з використанням спеціальних систем і програмних пакетів автоматизованого проектування на ЕОМ.

Моделювання на ЕОМ дає можливість досліджувати в ході проектування, впливу різних змін параметрів схеми на характер перехідних процесів і якість регулювання, знайти оптимальні параметри регуляторів і інших елементів системи, що забезпечують найкращі динамічні та експлуатаційні характеристики і більш високу надійність роботи. Моделювання на ЕОМ дозволяє істотно прискорити процес проектування систем і підвищити точність розрахунків.

У даних методичних вказівках пропонується набуття практичних навичок моделювання дослідження і аналізу динамічних перехідних процесів ковальсько-пресових машин і нагрівальних печей в інтегрованому середовищі обробки *MATLAB*.

# 1 КОРОТКІ ВІДОМОСТІ ПРО ПАКЕТИ MATLAB

## 1.1 Система MATLAB

*MATLAB* - інтегроване середовище обробки, яка об'єднує числові обчислення, передову графіку і високорівневу мову програмування. *MATLAB* призначена для технічних розрахунків. Включає в себе обчислення, візуалізацію та програмування в зручній середовищі, де завдання і рішення виражаються у формі, близькій до математичної. Типове використання *MATLAB*:

- математичні обчислення;
- створення алгоритмів;
- моделювання;
- аналіз даних, дослідження і візуалізація;
- наукова та інженерна графіка;
- розробка програм, включаючи створення графічного інтерфейсу.

*MATLAB* - це інтерактивна система, в якій основним елементом даних є масив. Це дозволяє вирішувати різні завдання, пов'язані з технічними обчисленнями, особливо ті, в яких використовуються матриці і вектори.

*MATLAB* розвивався протягом кількох років, орієнтуючись на різних користувачів. В університетському середовищі він представляє собою стандартний інструмент для роботи в різних областях науки. У промисловості *MATLAB* - це інструмент для високопродуктивних досліджень, розробок і аналізу даних.

У *MATLAB* важлива роль відводиться спеціалізованим групам програм, званих *toolboxes*. Вони дуже важливі для більшості користувачів *MATLAB*, так як дозволяють вивчати і застосовувати спеціалізовані методи. *Toolboxes* - це всебічна колекція функцій *MATLAB* (М-файлів), які дозволяють вирішувати приватні класи задач.

## 1.2 Структура MATLAB

Система *MathLab* складається з п'яти основних частин.

- Мова *MATLAB* - це мова матриць і масивів високого рівня з керуванням потоками, функціями, структурами даних, введенням-виведенням і особливостями об'єктно-орієнтованого програмування. Це дозволяє програмувати як в "невеликому масштабі", для швидкого створення чорнових програм, так і в "великому" - для створення великих і складних додатків.

- *Середа MATLAB* - це набір інструментів і пристосувань, з Якими працює користувач або програміст *MATLAB*. Вона включає в себе засоби для управління змінними в робочому просторі *MATLAB*, введенням і виведення даних, а також для створення, контролю і налагодження М-файлів і додатків *MATLAB*.

- *Керована графіка* - це графічна система *MATLAB*, яка включає в себе команди високого рівня для візуалізації дво-і тримірних даних, обробки зображень, анімації та ілюстрованої графіки. Вона також включає в себе команди низького рівня, що дозволяють повністю редагувати зовнішній вигляд графіки, при створенні *Графічного Інтерфейсу Призначеного Користувачу* (GUI) для *MATLAB*-додатків.

- *Бібліотека математичних функцій* - це велика колекція обчислювальних алгоритмів: від елементарних функцій, таких як сума, синус, косинус, комплексна арифметика, до більш складних, таких як звернення матриць, знаходження власних значень, функції Бесселя, швидке перетворення Фур'є.

- *Програмний інтерфейс* - це бібліотека, що дозволяє писати програми на *Cі* та *Фортрані*, які взаємодіють з *MATLAB*. Вона включає засоби для виклику програм з *MATLAB* (динамічна зв'язок), для виклику *MATLAB* як обчислювального інструменту і для читання-запису *MAT*-файлів і програм *Simulink* і *Real-Time Workshop*:

- *Simulink* - супутня *MATLAB* програма. Це інтерактивна система для моделювання нелінійних динамічних систем. Вона являє собою середовище, кероване мишею, яка дозволяє моделювати процес шляхом перетягування блоків

діаграм на екрані і їх маніпуляції. *Simulink* працює з лінійними, нелінійними, безперервними, дискретними, багатовимірними системами;

- *Blocksets* - це доповнення до *Simulink*, які забезпечують бібліотеки блоків для спеціалізованих додатків, таких як зв'язок, обробка сигналів, енергетичні системи;

- *Real-Time Workshop* - це програма, яка дозволяє генерувати С-код з блоків діаграм і запускати їх на виконання на різних системах реального часу.

### 1.3 Робота в *MATLAB*

В даному лабораторному курсі ми будемо проводити дослідження в середовищі програми *Simulink*. Для роботи з програмою *Simulink* необхідно запуснути *MATLAB*, в результаті чого відкриється вікно (рис.1.1).

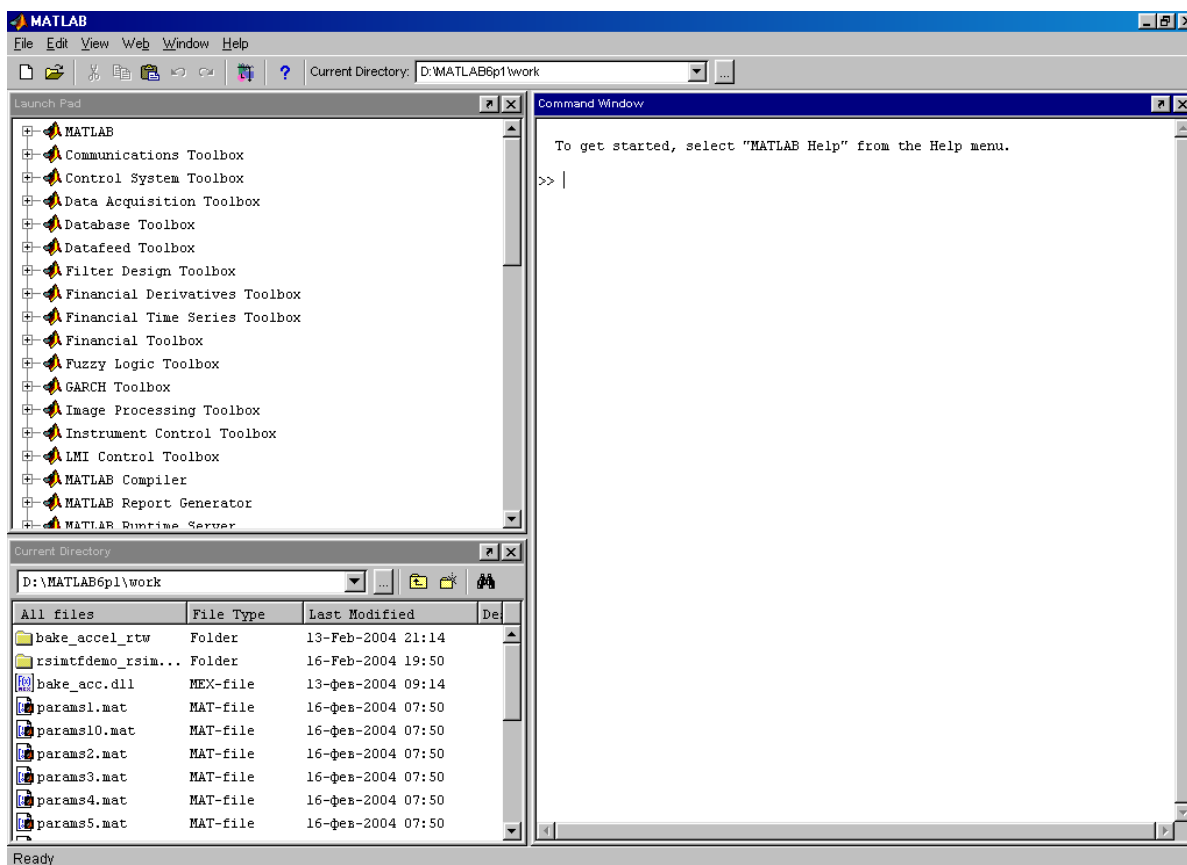


Рисунок 1.1 – Вікно *MATLAB*

Для переходу до *Simulink* виконується команда: *File / New / Model*. З'явиться наступне вікно (рис.1.2):



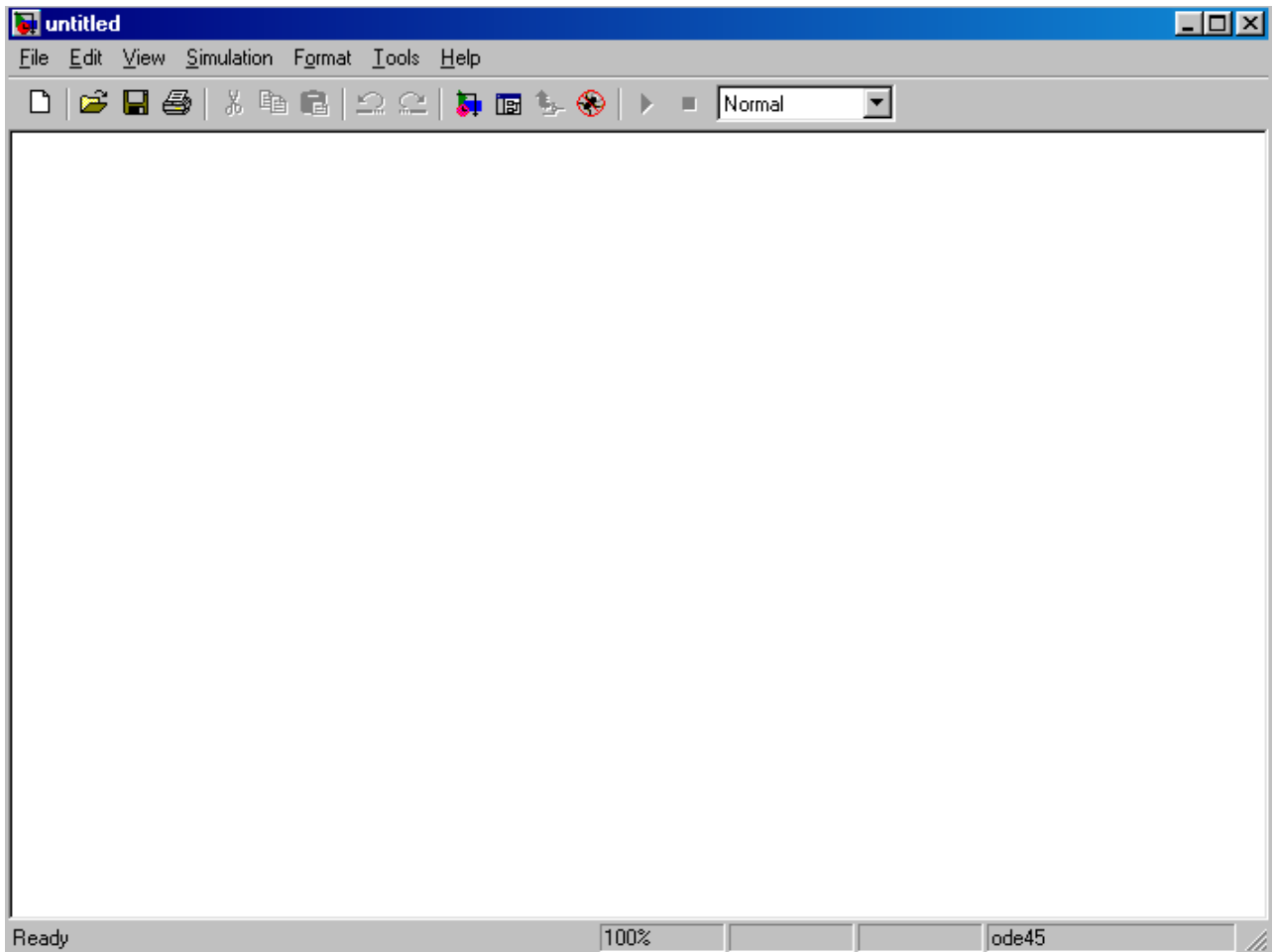


Рисунок 1.2 – Вікно моделі *MATLAB*

Це і є робоча область, куди будуть переміщатися готові блоки для моделювання систем. Всі блоки розташовуються в *LibraryBrowser* (кнопка *LibraryBrowser* перебуває на панелі інструментів) *LibraryBrowser* представляє собою провідник який складається з трьох частин і панелі інструментів (рис. 1.3).

Приміщення об'єктів на робочу область виробляється шляхом перетягування блоку за допомогою мишки (утримуючи ліву кнопку) або з контекстного меню правої кнопки *Add to «найменування проекту»*.

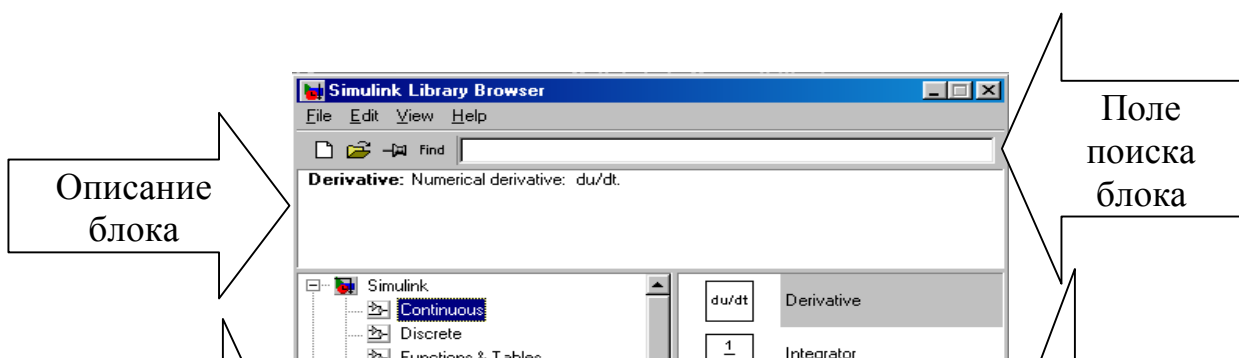
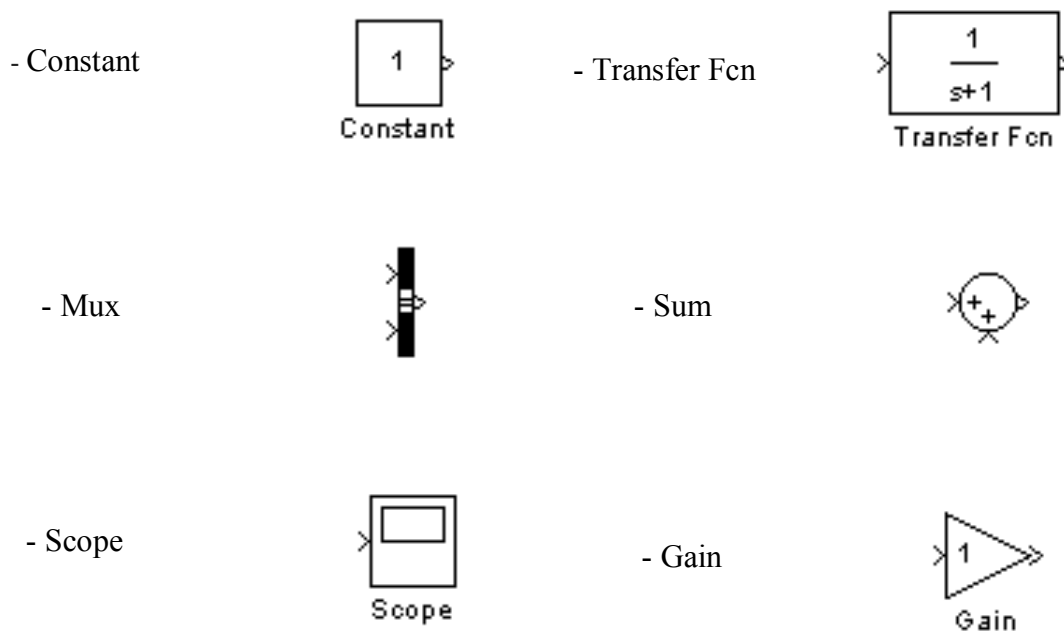


Рисунок 1.3 – Область *LibraryBrowser*

В ході лабораторних робіт будуть використовуватися такі основні блоки, наведені нижче:



а також деякі інші блоки.

Для операцій з блоками (обертання блоку, зміна напрямку ланцюга блоку) використовується контекстне меню правої кнопки миші на робочій області *Format*.

Для зміни параметрів блоку використовується або контекстне меню правої кнопки миші *BlockParameters* (рис.1.4), або подвійне клацання лівою кнопкою на блоці (приклад для блоку *TransferFcn*).

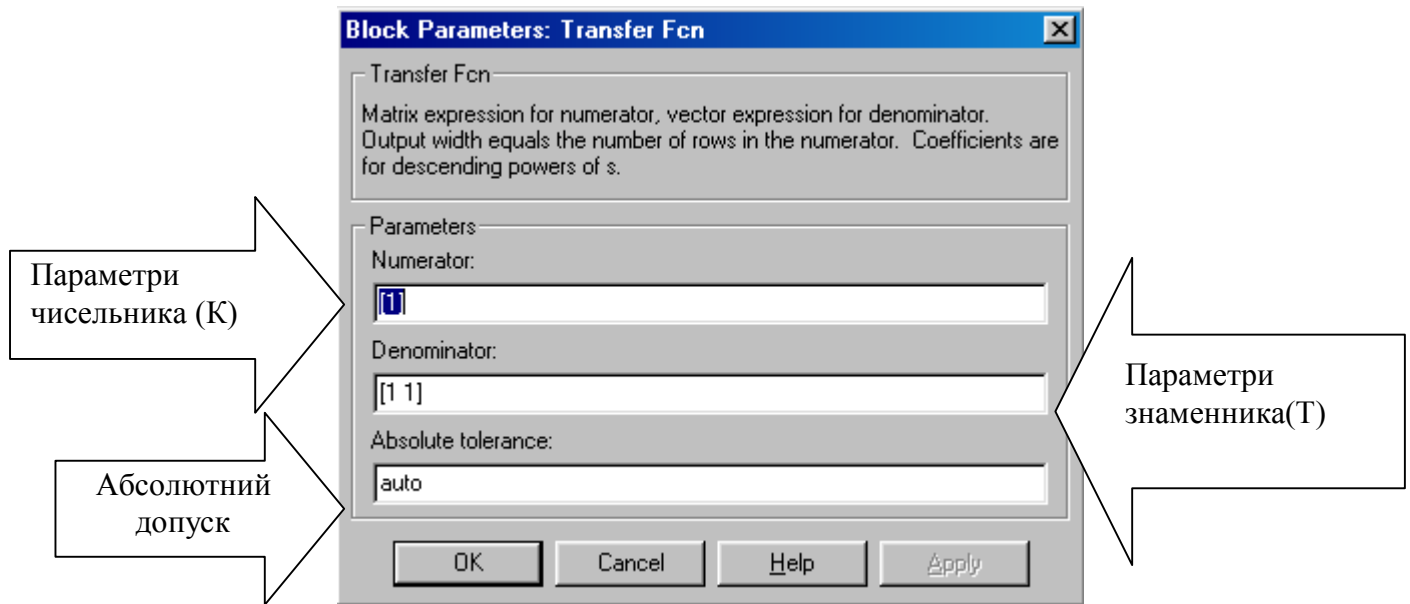


Рисунок 1.4 – Контекстне меню *BlockParameters*

*З'єднання блоків* проводять шляхом наведення курсору миші на вихід блоку (вид курсору змінюється на хрестик) і, утримуючи ліву кнопку миші, з'єднують з потрібною точкою (до введення наступного блоку або до місця з'єднання провідників).

Таким чином, задаючи значення передавальних функцій блоків і з'єднуючи їх між собою, можна отримати модель практично будь-якого механізму.

Для того щоб задати час імітації в моделі, виконується команда *Simulation / Simulationparameters* або натискання клавіш *Ctrl + E*. З'явиться наступне вікно (рис.1.5).

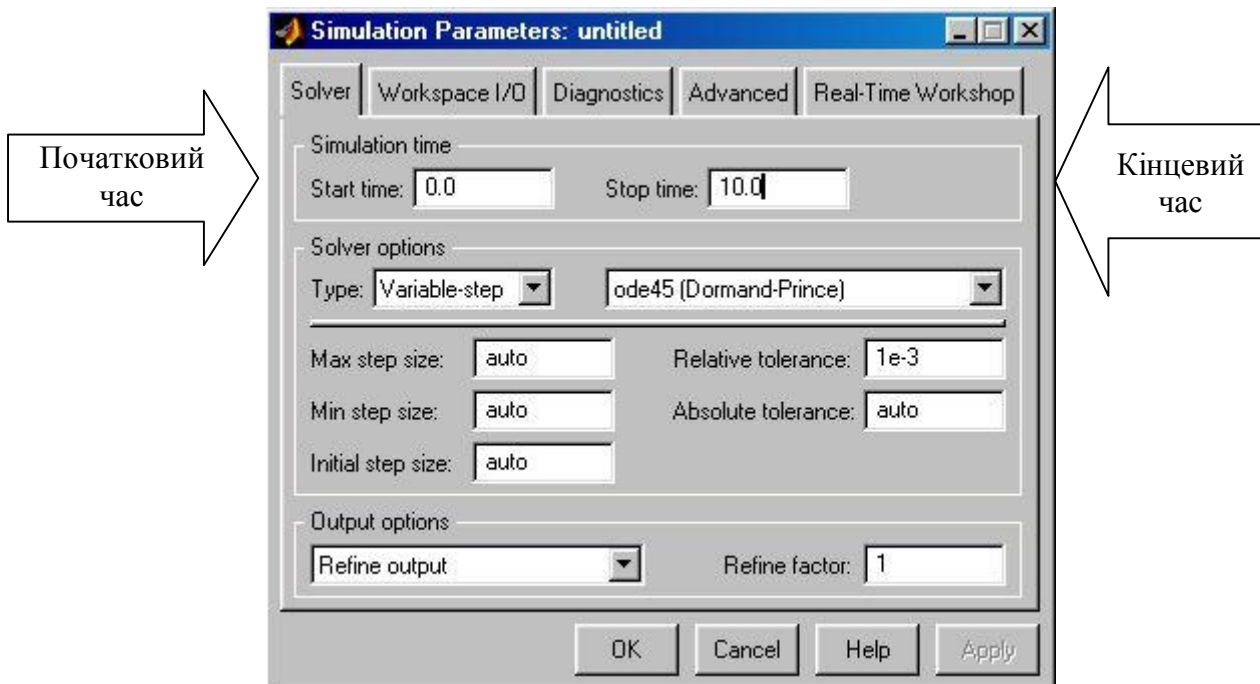


Рисунок 1.5 – Контекстне меню *Simulationparameters*

На елементі *Scope* масштаб осей задається при натисканні правої кнопки миші, в меню вибирають параметр *Autoscale* - при цьому масштаб осей підбирається автоматично. При виборі параметра *Axesproperties* ... з'являється вікно (рис.1.6).

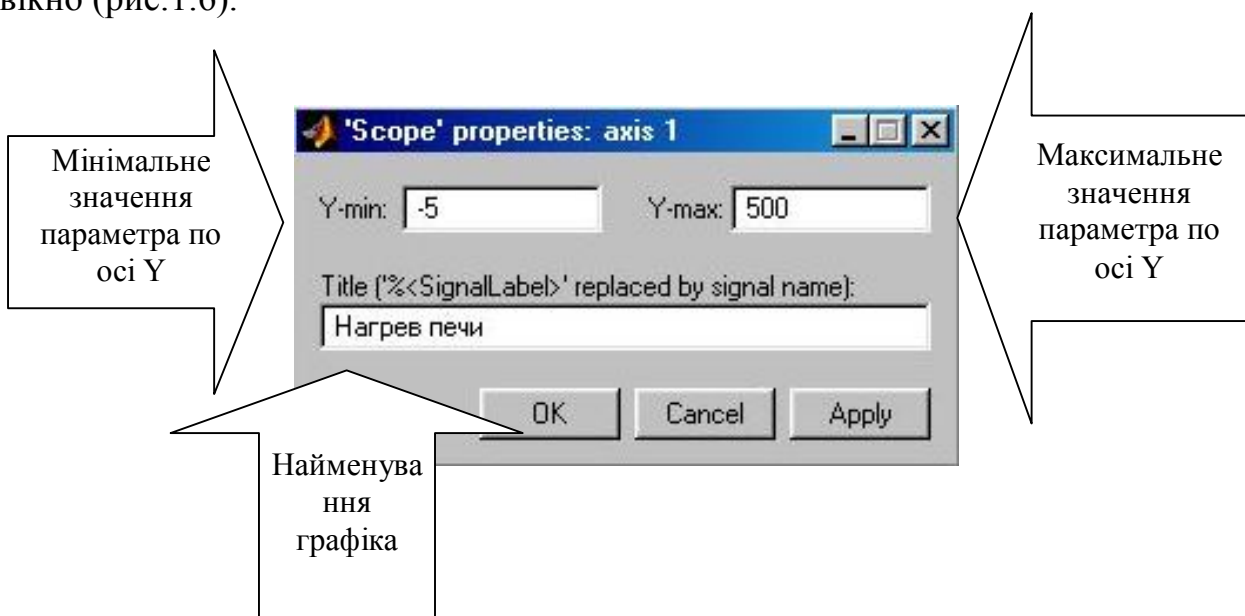


Рисунок 1.6 – Контекстне меню *Axesproperties*...

Міністерство освіти і науки України  
Донбаська державна машинобудівна  
академія

**КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ДИЗАЙН І МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ  
ТА МАШИН  
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДЛЯ ВСІХ ВИДІВ РОБІТ  
З ДИСЦИПЛІНИ ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ  
ОБЛАДНАННЯ І ПРОЦЕСІВ ОМД  
/MATLAB/**

(Для студентів усіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка»  
Спеціалізація: Комп'ютерне моделювання та проектування процесів і машин)

Краматорськ 2019