### **Лабораторна робота №1**

**Тема:** Моделювання систем керування засобами інтегрованого програмного комплексу MATLAB

**Мета:** Вивчити основні принципи роботи, та ознайомитись з базовими командами системи MATLAB.

**1. Теоретичні відомості**

**1.1. Інтегрований програмний комплекс Маtlаb**

Маtlаb - це інтерактивне середовище для виконання різноманітних наукових та інженерних розрахунків. Назва пакета походить від скорочень англійських слів Маtrіх Lаbоrаtоrу і найкраще характеризує його сутність, де матричні операції є основою більшості розрахунків.

Пакет підтримує виконання операцій з векторами, матрицями та масивами даних, реалізує сингулярні і спектральні розкладання, підтримує роботу з алгебраїчними поліномами, вирішує нелінійні рівняння і задачі оптимізації, інтегрування в квадратурах, вирішує диференціальні рівняння, будує різного виду графіки, трьохмірні поверхні та лінії рівня.

До найважливіших особливості пакета відносять:

• *можливість вибору та зміни платформи* - програми та дані можна переносити на різні типи комп'ютерів з різними операційними системами;

• *відкрита архітектура* з точки зору можливості створення спеціальних підпрограм, спрямованих на розв'язування певного класу задач. Такі підпрограми можна написати як за допомогою мови програмування самого пакета (так звані m-файли), так і мовою програмування С. Отже, кожен користувач пакета може зробити свій внесок у розширення його можливостей.

До основних областей використання Matlab відносять:

* математичні обчислення;
* розробка алгоритмів;
* обчислювальний експеримент, моделювання;
* аналіз інформації, дослідження та візуалізація результатів;
* наукова та інженерна графіка;
* розробка додатків.

Спеціальні підпрограми, пов'язані з розв'язанням певного класу задач, формують тематичні підкаталоги (toolbox). Можна виділити такі найважливіші toolbox -и:

• *System Identification Тооlbох* призначений для аналізу сигналів у системах керування. Дозволяє використовувати параметричні та непараметричні алгоритми ідентифікації, зокрема, розрахунок і верифікацію моделі, вибір порядку моделі, демонстрацію та перетворення сигналів. Дає змогу за відомими вхідними та вихідними сигналами об'єкта, попередньо задавши порядок моделі, створити його модель у вигляді рівнянь стану.

• *Control System Тооlbох* призначений для синтезу, аналізу та моделювання неперервних у часі та дискретних систем. Дозволяє використовувати різні форми опису системи (передавальна функція, система рівнянь змінних стану, розкладання на прості дроби). Виконує перетворення від однієї форми запису системи до іншої, а також від неперервної до дискретної та навпаки. Дає змогу досліджувати реакцію системи на різні типи вхідних сигналів, а також синтезувати регулятори. Дозволяє аналізувати поведінку системи в частотній області.

• *Signal Processing Тооlbох* призначений для цифрового перетворення та аналізу сигналів у часовій та частотній областях. Дозволяє проектувати цифрові та аналогові фільтри. Можливим є параметричне моделювання.

• *Fuzzy Logic Тооlbох* включає середовище моделювання в областінечіткої логіки разом з засобами до проектування інтелектуальних систем керування.

• *μ-Analysis and Synthesis Тооlbох* вимагає інсталяції *Signal Processing Тооlbох* і є пакетом для аналізу та синтезу лінійних робастних систем керування(систем керування з підвищеною стійкістю). Використовується для проектування оптимальних систем керування, основнаувага акцентується напитаннях стійкості системи та її вразливості до зміни параметрів.

• *Неиral Network Тооlbох* спрощує побудову та дослідження штучних нейронних мереж. Дає змогу використовувати різні алгоритми навчання нейронних мереж. Реалізує різні типи нейронів і нейронних мереж. Кожен нейрон описується вектором ваг, значенням зміщення та видом активаційної функції. Зв'язок із Simulink-ом дає змогу використовувати штучні нейронні мережі як окремі блоки в моделях досліджуваних систем.

• *Nonlinear Control Design Тооlbох* дає змогу виконувати оптимізацію лінійних та нелінійних систем керування.

*• Орtimizatiоп Тооlbох* реалізує різні методи оптимізації лінійних і нелінійних систем та розв'язування систем нелінійних рівнянь. Функціїпакету дають змогу знаходити екстремум довільної функції як за наявності, так і за відсутності обмежень, а також для випадку багатокритеріальної оптимізації.

• *Robust Control Тооlbох* призначений для дослідження багатовимірних робастних систем керування. Виконує синтез оптимальних регуляторів.

• *Spline Тооlbох* призначений для розв'язування задач апроксимації та інтерполяціїзадопомогою сплайнів, з можливістю інтегрування та диференціювання отриманого рівняння. .

• *Statistics Тооlbох* реалізує різноманітні статистичні функції, включаючи моделювання випадкових подій та генератори випадкових сигналів.

**1.2 Режими роботи Matlab**

Після входу в середовище Matlab на екрані відкривається вікно (Рисунок 1.1), у якому з'являється символ ">>", що сигналізує про готовність пакета до роботи.

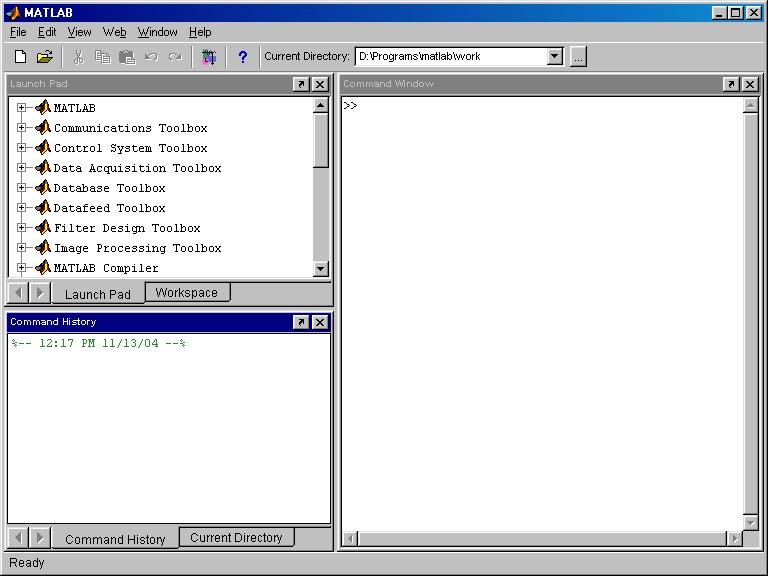


Рисунок 1.1 - Вигляд головного вікна середовища пакету Маtlab

Починаючи з цього моменту кожна команда з клавіатури буде сприйнята, інтерпретована та виконана. Результат обчислення значення виразу є доступним як значення змінної, якій присвоєний вираз. Так, виконання команди наступного синтаксису:

>> змінна = вираз

дозволить вираховувати значення виразу, внести змінну до робочої області, а на появиться результат.

Пакет Matlab має деякі особливості:

* вбудовані функції (наприклад, sin x) записуються прописними буквами, а їх аргументи вказуються в круглих дужках;
* значення змінних записані з використанням букв різного регістру будуть різними (наприклад, А і а);
* для блокування виводу результату обчислень деякого виразу після нього треба поставити знак “;” (крапка з комою);
* у деяких випадках математичний вираз, що вводиться, може виявитися настільки довгим, що для нього не вистачить одного рядка. У цьому випадку частину виразу можна перенести на новий рядок за допомогою знаку три крапки “...”;
* пакет MatLab є насамперед програмою для роботи з матрицями, тому звичайні математичні операції \*, /, +, - виконуються в матричному виді. Для поелементного виконання арифметичних операцій використовується оператор “.” (наприклад Z=V./A);
* елементи векторів і матриць записуються в квадратних дужках, та розділяються пробілами або комами (наприклад і – ці записи є ідентичними).

**1.3. Команди керування вікном командного режиму**

До основних команд керування вікном командного режиму відносять наступні команди:

* **clc** – очищає екран та розміщує курсор у лівому верхньому куті порожнього екрану;
* **home** – повертає курсор у лівий верхній кут вікна;
* **echo** **<file\_name> on** – включає режим виведення на екран тексту Script-файлу (файлу-сценарію);
* **echo <file\_name> off** – відключає режим виведення на екран тексту Script-файлу;
* **echo <file\_name>** – змінює режим виведення на протилежний;
* **echo on all** – включає режим виведення на екран тексту всіх m-файлів;
* **echo off all** – відключає режим виведення на екран тексту всіх m-файлів;
* **more on** – включає режим посторінкового виведення (корисний при перегляді великих m-файлів);
* **more off** – відключає режим посторінкового виведення (у цьому випадку для перегляду великих файлів треба використовувати лінійку прокручування);
* **diary file\_name.txt** – веде запис на диск усіх команд у рядках введення та отриманих результатів у вигляді текстового файлу з зазначеним ім'ям;
* **diary off** – призупинити запис у файл;
* **diary on** – починає запис у файл.
* **clear <name І>, <name 2>, ...,**– використовується для знищення певних змінних чи функцій з робочої області пакету;
* **clear all** – знищення усіх змінних або функцій з робочої області пакету;
* **help** – видає назви всіх доступних файлів допомоги;
* **help <filename>** – допомога в роботі з окремим файлом з зазначеним ім’ям.

Клавіші ↑ і ↓ використовуються для підстановки після маркера рядка введення “>>” раніше введених стрічок, наприклад для їхнього виправлення, дублювання або доповнення.

У випадку великих програм, під час використання циклічних операторів доцільніше записати необхідну програму у вигляді m-файлу, а потім подати його назву в командній стрічці. При необхідності програму з файлу можна вивести на екран за допомогою команди **type**. Створення такого файлу можна здійснювати за допомогою будь-якого текстового редактора, навіть поза пакетом.

Для ілюстрації можливостей пакета та окремих його tооlbох-ів служать численні демонстраційні програми, що мають потужну систему підказок та пояснень виконаних дій. Для доступу до описаних вище ілюстрацій роботи пакета необхідно в командній стрічці набрати:

>>demo

Відкривши за допомогою "мишки" необхідний каталог у дереві каталогів “Matlab Demos”, користувач отримує доступ до демонстраційних файлів, запуск яких здійснюється за допомогою кнопки **“**Run”**.**

**1.4. Типи та формати даних**

Маtlab не вимагає декларації типу даних чи їх розміру. Ім'я змінної може складатися з довільної комбінації букв та цифр, але не більше 19 знаків, при цьому перший символ має бути буквою. Дані можуть бути занесені в робочу область пакету в скалярній та матричній формі.

Для ілюстрації різних форматів розглянемо вектор, що містить два елементи – числа:



У різних форматах представлення числа будуть мати наступний вигляд:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| format short | 1.3333 | 0.0000 |
| format short e | 1.3333e+000 | 1.2345e-006 |
| format long | 1.33333333333333 | 0.00000123450000 |
| format long e | 1.33333333333333e+000 | 1.23450000000000e-006 |
| format bank | 1.33 | 0.00 |

Задання формату відбивається тільки на формі виведення чисел. Обчислення завжди відбуваються у формі подвійної точності, а введення чисел можливе в будь-якому зручному для користувача вигляді.

У середовищі пакету визначена змінна типу *string.* Змінна такого типу є довільним текстовим фрагментом, записаним з допомогою апострофів, причому розрізняють верхні та нижні символи. Текст запам'ятовується у вигляді вектора, а кожен знак тексту становить окремий елемент такого вектора. Наприклад, запис *s = 'student'* є текстовою змінною *s = student*.

**1.5. Системні змінні**

Основні системні змінні, що застосовувані в системі MatLab:

* **і** або **j** – уявна одиниця (квадратний корінь з -1), (наприклад >> );
* **pi** – число 
* **eps** – похибка операцій над числами з плаваючою крапкою (2-52);
* **realmax** – найбільше число з плаваючою крапкою;
* **realmin** – найменше число з плаваючою крапкою;
* **ans** – змінна, що зберігає результат останньої операції;
* **NaN** – вказівка на нечисловий характер даних (Not-a-Number), а також на невизначеність *0/0*

**1.6. Елементарні математичні функції пакету**

Прийнято, що всі функції пакета Маtlab визначені за допомогоюмалих літер**,** а звертання до них з використанням великих літер буде трактовано якпомилка**.** Деякіелементарні математичні функції, доступні в середовищі пакета наведені в Таблиці 1.1.

###### Таблиця 1.1 - Основні математичні функції пакету

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тригонометричні | | Піднесення до степеня | |
| sin, cos, tan, cot | тригонометричні функції | x^y | піднесення числа *х* у степінь *y* |
| asin, acos, atan, acot | обернені тригонометричні функції | pow2(n) | підносить 2 у степінь *n* |
| sinh, cosh, tanh, coth | гіперболічні функції | sqrt | корінь квадратний |
| asinh, acosh, atanh, acoth | обернені гіперболічні функції | nextpow2 | від виразу 2n повертає степінь *n* |
| sec, csc | секанс і косеканс | Функції комплексного аргументу | |
| asec, acsc | обернені функції секанса і косеканса | abs | модуль комплексного числа |
| sech, csch | гіперболічний секанс і косеканс | angle | фаза комплексного числа |
| asech, acsch | обернені гіперболічні функції | conj | комплексно-спряжене число |
| Логарифмічні | | imag | уявна частина комплексного числа |
| exp | експонента | real | дійсна частина |
| комплексного числа |
| log | натуральний логарифм | cplxpair | сортування на комплексно-спряжені парі |
| log10 | десятковий логарифм |
| log2 | логарифм за основою два |

**1.7. Текстові коментарі**

Оскільки MatLab використовується для досить складних обчислень, важливе значення має наочність їхнього опису. Вона досягається за допомогою текстових коментарів. Текстові коментарі вводяться за допомогою символу *%* (наприклад *% It is factorial function*).

При введенні букви *“с”* російського алфавіту буде відбуватися перехід на наступну стрічку. Рекомендуємо міняти російське *“c”* на англійське, що на загальний вид коментарю ніяк не позначається. Так само не рекомендуємо вводити російськомовні коментарі й у тексти m-файлів, що може привести до того, що програма стане непрацездатною.

**1.8. Робота з mat-файлами**

Файли з розширенням *\*.mat* є бінарними, у них можуть зберігатися значення змінних робочої області.

Для збереження використовується команда:

*>> save FILENAME*

У разі необхідності збереження значення тільки окремих змінних після імені файлу необхідно податі перелік цих змінних, наприклад

*>>save C:\Users\mia\labor1.mat X Y Z*

Другий спосіб збереження через панель інструментів *Save Workspace as…*

Для завантаження збережених змінних у робочу область необхідно виконати наступну команду:

*>> load FILENAME*

де FILENAME –ім’я файлу у якому збережені дані.

Якщо потрібно завантажити окремі змінні необхідно ввести команду:

*>> load FILENAME X Y Z*

**2. Завдання для виконання**

2.1. Перед виконанням роботи ознайомитись з теоретичними відомостями.

2.2. У відповідності до отриманого номеру варіанту вибрати значення змінних для виконання лабораторної роботи (Таблиця 1) та вирази для обчислення (Таблиця 2).

2.3. Зберегти значення змінних у mat-файл з назвою <name>, де name – ваше прізвище.

2.4. Очистити робочу область та вікно. Завантажити значення змінних з mat-файлу та обчислити значення виразу. Результат зберегти.

2.5. Створити текстові коментарі до роботи, провести запис на диск фрагменту роботи, використовуючи команди керування вікном.

**3. Зміст звіту**

3.1. Тема та мета роботи.

3.2. Коротко основні теоретичні відомості.

3.3. Відобразити отримані результати (п. 2.3-2.5) у вигляді копій екрану.

3.4. Висновки за результатам виконаної роботи.

**4. Контрольні запитання**

4.1. Коротка характеристика MATLAB.

4.2. Перелічіть основні операції, що можна виконувати засобами MATLAB.

4.3. Перелічіть та дайте коротку характеристику тематичним підкаталогам MatLab (toolbox).

4.4. Головне вікно пакету MatLab.

4.5. Перелічіть області використання MatLab.

4.6. Особливості роботи з пакетом MatLab.

4.7. Які ви знаєте команди керування вікном командного режиму?

4.8. Як подивитись демонстрації програми?

4.9. Для чого використовується команда format?

4.10. Перелічіть системні змінні Matlab.

4.11. Назвіть основні тригонометричні функції Matlab.

4.12. Як закоментувати стрічку Matlab?

4.13. Робота з mat-файлами.

**Література**

1. Верлань А.Ф. та ін. Моделирование систем управления в среде MATLAB. – К.: ЦКІС АПНУ, 2002. – 68 с.
2. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. Matlab 5.0/5.3. Система символьной математики. М.: "Нолидж". 1999. 633 с.
3. Муха В .С ., Птичкин В .А . Введение в MATLAB: Метод . пособие для выполнения лаб . работ по курсам "Статистические методы обработки данных " и "Теория автоматического управления " для спец . 53 01 02 "Автоматизированные системы обработки информации ". – Мн .: БГУИР , 2002. – 40 с .
4. Потемкин В.Г. Система MATLAB. Справ. пособие. Диалог-МИФИ. 1997. 350 с.
5. Потемкин В.Г. Система инженерных и научных расчетов MATLAB 5.х. В 2-х томах. Диалог-МИФИ. 1999 (т. 1. 366 с., т. 2. 304 с.).
6. Егоренков Д.Л., Фрадков А.Л., Харламов В.Ю. Основы математического моделирования с примерами на языке МАТЛАБ. Учеб. Пособие под ред. проф. Фрадкова А.Л. СПб: БГТУ. 1994. 190 с.

Таблиця 1 – Варіанти завдання

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер варіанту** | **Значення змінних** | | | | | **Номер виразу** |
| **a** | **b** | **R** | **W** | **L** |
| 1 | 7,1 | 2 | 1,89 | 2,1 | 3,2 | 1 |
| 2 | 0,43 | 2,1 | 1 | 9,8 | 2,45 | 2 |
| 3 | 0,12 | 2,3 | 1,1 | 3 | 1,89 | 3 |
| 4 | 0,34 | 4,5 | 2,34 | 1,32 | 5 | 4 |
| 5 | 0,45 | 6 | 4,3 | 3 | 5 | 5 |
| 6 | 0,1 | 1 | 2 | 2,34 | 2,45 | 6 |
| 7 | 2,3 | 1,9 | 2,31 | 2 | 7,6 | 7 |
| 8 | 4,3 | 0,9 | 1,78 | 4 | 3,2 | 8 |
| 9 | 2,1 | 0,45 | 1,78 | 1,7 | 2 | 9 |
| 10 | 1,4 | 0,12 | 2,9 | 2 | 2,4 | 10 |
| 11 | 2,3 | 1,34 | 8,1 | 7 | 5,1 | 11 |
| 12 | 1,4 | 1,98 | 2 | 2,8 | 0,98 | 12 |
| 13 | 8,6 | 1,78 | 1,1 | 3 | 0,56 | 13 |
| 14 | 5,4 | 1,4 | 2 | 1,89 | 2,1 | 14 |
| 15 | 3,1 | 0,3 | 0,89 | 2,9 | 2,3 | 15 |
| 16 | 0,43 | 3,5 | 0,56 | 3,4 | 4,5 | 16 |
| 17 | 9 | 4,3 | 0,54 | 2,89 | 6 | 17 |
| 18 | 1 | 2,1 | 0,67 | 2,5 | 1 | 18 |
| 19 | 2,1 | 3,2 | 9,1 | 1,9 | 1,9 | 19 |
| 20 | 2,2 | 1,5 | 4,3 | 4,6 | 0,9 | 20 |
| 21 | 3,1 | 2,7 | 4,7 | 0,45 | 0,45 | 21 |
| 22 | 1,67 | 2,8 | 8,1 | 0,87 | 0,12 | 22 |
| 23 | 1,45 | 5,1 | 3,2 | 0,3 | 1,34 | 23 |
| 24 | 1,9 | 0,9 | 1,34 | 0,1 | 1,98 | 24 |
| 25 | 1,2 | 8,1 | 2,65 | 0,01 | 1,78 | 25 |
| 26 | 1,34 | 1,5 | 1,89 | 1,4 | 1,1 | 26 |
| 27 | 1,56 | 0,56 | 1,23 | 2,1 | 2 | 27 |
| 28 | 1,67 | 0,9 | 2,31 | 1,98 | 0,89 | 28 |
| 29 | 1,89 | 1,1 | 1,78 | 9,7 | 0,56 | 29 |
| 30 | 1,78 | 1,78 | 1,9 | 1,76 | 0,54 | 30 |

Таблиця 2 – Математичні вирази

|  |  |
| --- | --- |
| **Номер виразу** | **Значення виразу** |
| 1 |  |
| 2 |  |
| 3 |  |
| 4 |  |
| 5 |  |
| 6 |  |
| 7 |  |
| 8 |  |
| 9 |  |
| 10 |  |
| 11 |  |
| 12 |  |
| 13 |  |
| 14 |  |
| 15 |  |
| 16 |  |
| 17 |  |
| 18 |  |
| 19 |  |
| 20 |  |
| 21 |  |
| 22 |  |
| 23 |  |
| 24 |  |
| 25 |  |
| 26 |  |
| 27 |  |
| 28 |  |
| 29 |  |
| 30 |  |