

Лабораторная работа № 1

Программный комплекс научных расчетов Matlab и его подсистема Simulink, как средство исследования объектов электромеханики и мехатроники

Цель лабораторной работы: изучение основных возможностей системы *Matlab* и ее подсистемы *Simulink*, как эффективного средства математического моделирования и исследования электромеханических и мехатронных систем.

Задачи лабораторной работы

- ознакомление с системой *Matlab* и системой визуального моделирования *Simulink*;
- приобретение навыков работы в среде *Matlab* и изучение основных команд;
- приобретение навыков работы с основными блоками системы *Simulink* при исследовании электромеханических устройств и систем.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Запустите Matlab. При этом открывается пользовательский интерфейс, открывающий доступ к главному окну, в котором имеется доступ к меню и кнопке **Start**, при помощи которой можно запускать установленные приложения *Matlab*. В главном окне “по умолчанию” размещены рабочие окна: *Command Window*, *Workspace* и *Command History*.

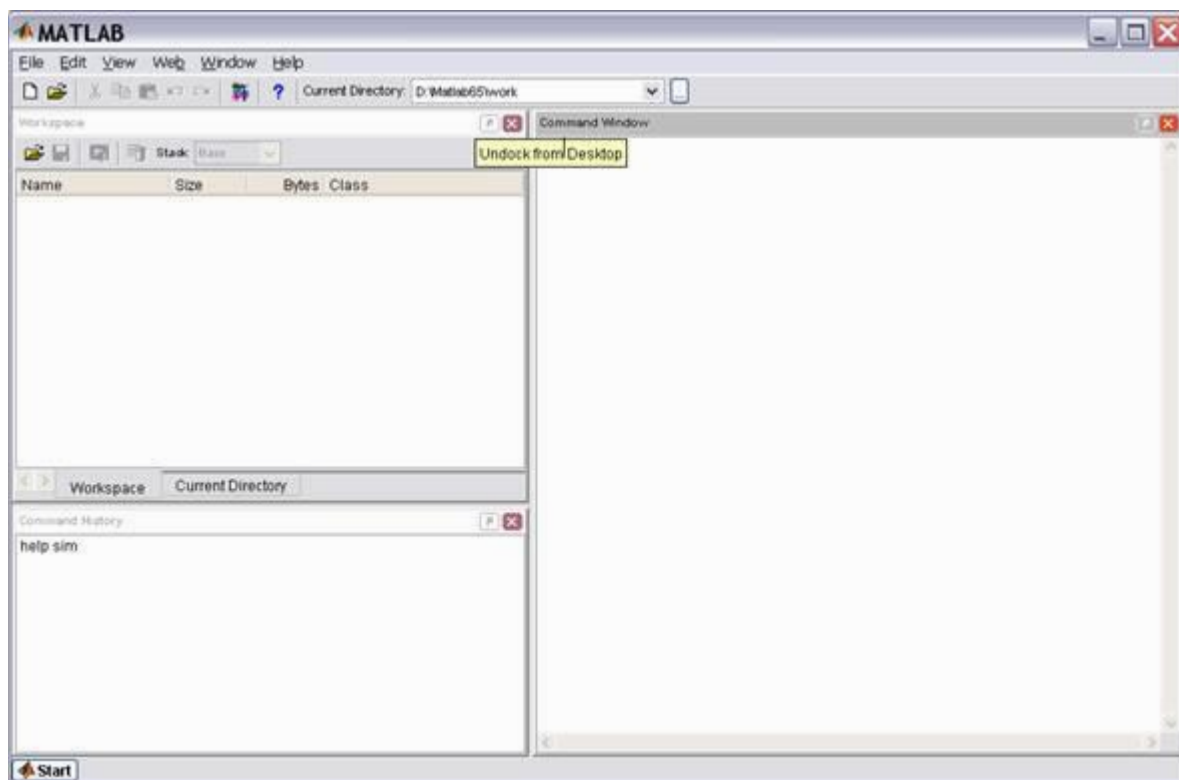


Рис.1

Окно **Command Window** – предназначено для ввода команд пользователя и получения ответа от системы. В этом окне создается программа пользователя.

Окно **Workspace** – содержит рабочие массивы.

Окно **Command History** – хранит историю команд.

Используя команды меню View и File-Preferences, пользователь может изменить настройки интерфейса установленные по умолчанию, или сохранившиеся от предыдущей сессии.

2. Для создания модели исследуемой системы введите команду **File-New-Model**. При этом откроется новое окно с именем **untitled**, в котором пользователь может создать структуру исследуемой системы из типовых блоков, хранящихся в библиотеках.

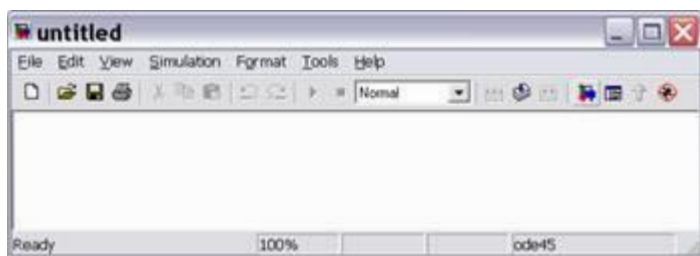


Рис.2

Доступ к библиотекам открывается из меню главного окна, или окна проекта пользователя при помощи команды View-Library-Browser (удобно воспользоваться кнопкой на панели).

Окно **Simulink Library Browser**, содержит перечень основных разделов библиотеки, каждый из которых содержит вложенные подразделы, соответствующей тематики.

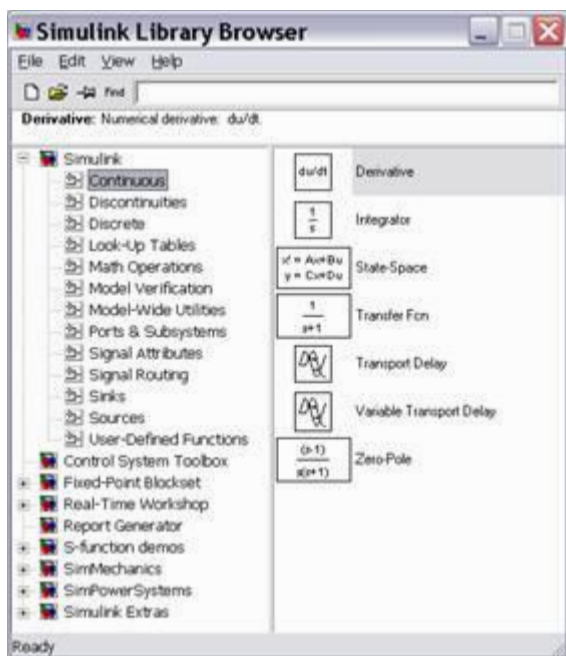


Рис.3

3. Раскройте поочередно каждый из подразделов библиотеки **Simulink**, изучите их состав и отразите его в отчете.

Подраздел	Содержание
-----------	------------

<i>Continuous</i>	блоки для моделирования линейных звеньев;
<i>Discontinuous</i>	блоки для моделирования нелинейных звеньев;
<i>Discrete</i>	блоки для моделирования дискретных систем;
<i>Look-Up Tables</i>	блоки для моделирования различных функциональных преобразований;
<i>Math Operations</i>	математические блоки;
<i>Model Verification</i>	блоки для проверки правильности модели;
<i>Model-Wide Utilities</i>	специальные блоки для дополнительной информации о модели;
<i>Port & Subsystems</i>	специальные блоки для работы с большими проектами;
<i>Signal Attributes</i>	обработка входных сигналов;
<i>Signal Routing</i>	сигнальные шины, мультиплексоры, демультиплексоры и пр;
<i>Sinks</i>	блоки для регистрации процессов;
<i>Sources</i>	блоки для моделирования источников сигналов;
<i>User-Defined Function</i>	блоки определенные пользователем.

4. Пользуясь модулями, имеющимися в разделах библиотеки Simulink, подготовьте модель устройства, выполняющего интегрирование суммы постоянного и гармонического сигналов.

Для этого «перетащите» с помощью мыши нужные модули в рабочее окно, обозначенное **untitled**. Перенесенные из библиотеки блоки соедините линиями связи в соответствии со схемой, которая представлена на рис.4.

5. Присвойте имя Вашей программной модели и сохраните ее в каталоге, указанном преподавателем.

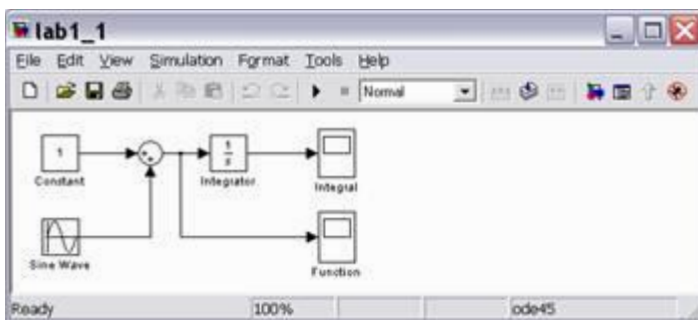


Рис.4

6. Откройте раздел меню **Simulation** и подраздел **Parameters**. Установите значения параметров моделирования. Введите время моделирования. За этот период должны завершиться переходные процессы в исследуемой системе.



Рис.5

7. Выделив на модели блок **Sine Wave** щелкните правую кнопку мыши и установите единичные амплитуду и частоту параметров сигнала блока (**Block Parameters**).



8. Нажав кнопку **Start**, промоделируйте процессы в исследуемой системе и просмотрите графики изменения контролируемых переменных.
9. Выберите масштабы просмотра полученных кривых на **Function** и **Integral** (удобно использовать кнопку **Autoscale**).

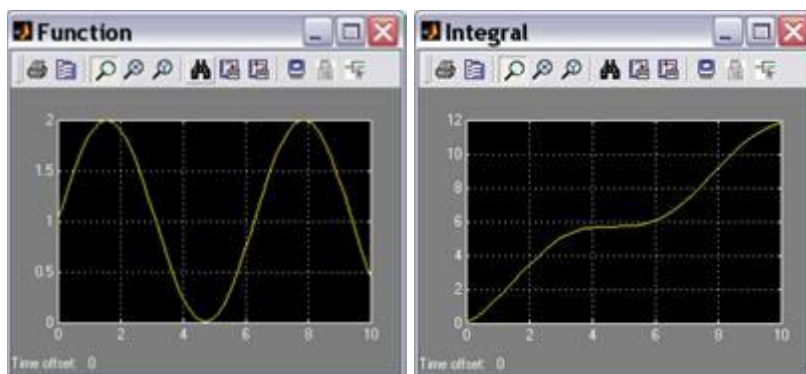


Рис.6

10. Зафиксируйте графики в отчете, проанализируйте и объясните поведение моделируемой системы.
11. Для получения более подробных представлений о возможностях системы визуального моделирования **Simulink**, введите команду **demo** из основного окна **Matlab**.
12. В разделе **Simulink-General** найдите и откройте модель движения прыгающего шара (**Tracking a bouncing ball**). Нажмите кнопку **Open This model ...**

Динамика этой системы описывается дифференциальными уравнениями:

$$\ddot{h} = -g$$

На высоте $h = 0$ находится преграда, ударяясь о которую шар изменяет знак скорости на обратный, а ее величина изменяется в k раз (k - коэффициент упругости удара $0 \leq k \leq 1$).

13. Изучите состав блоков, используемых для моделирования этой системы, и связи между ними.
14. Нажмите кнопку **Start Simulation**. Зарисуйте и объясните результаты моделирования для значений $k = -0.5, -0.75, -0.95, -1$.
15. Откройте новое окно для программы моделирования. Сформируйте модель, позволяющую изучить процесс изменения тока в якорной цепи двигателя постоянного тока при неподвижном вале двигателя. Этот процесс описывается дифференциальным уравнением:

$$L_{\text{я}} \frac{dI_{\text{я}}}{dt} + R_{\text{я}} I_{\text{я}} = U_{\text{я}}$$

где $I_{\text{я}}$ – ток якоря; $U_{\text{я}}$ – напряжение, подводимое к якорю двигателя; $R_{\text{я}}$ и $L_{\text{я}}$ – активное сопротивление и индуктивность якорной цепи. Значения параметров приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ вар	$U_{\text{я}}, \text{В}$	$R_{\text{я}}, \text{Ом}$	$L_{\text{я}}, \text{Гн}$
1	10	2	0,020
2	20	5	0,100
3	30	3	0,003
4	50	10	0,010
5	100	4	0,200
6	200	20	0,100

16. Установите значения параметров процесса моделирования (**Simulation – Parameters**) в окне создаваемой модели.

Общее время моделирования рекомендуется принимать равным $4T_{\text{э}}$, где $T_{\text{э}}$ – электромагнитная постоянная времени якорной цепи двигателя. Поэтому необходимо предварительно вычислить и привести в отчете значения электромагнитной постоянной времени.

17. Проведите моделирование, зафиксируйте и объясните результаты.
18. Повторите предыдущие действия с моделью звена второго порядка, имеющего передаточную функцию:

$$K \frac{1 + T_1 s}{1 + T_2 s + \zeta T_2 s^2}$$

где K – коэффициент передачи, T – постоянная времени звена и ζ – коэффициент относительного демпфирования. Значения параметров приведены в табл.2.

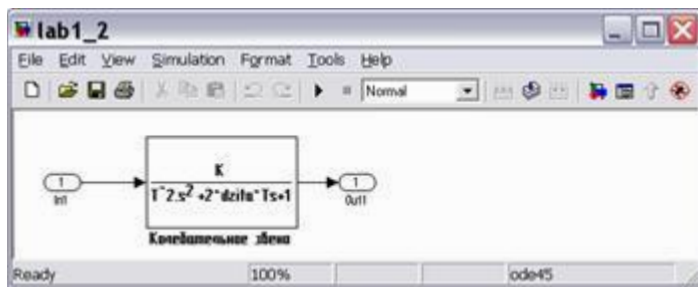


Таблица 2

№ вар.	K	T, c	ξ
1	1	2	0,1
2	2	0,5	0,5
3	5	0,03	1
4	10	10	0,01
5	0,1	0,01	0,05
6	0,3	1	0,25

При моделировании звена второго порядка рекомендуется использовать блок **Transfer Fcn** из раздела библиотеки **Continuous**. Раскройте панель установки параметров этого блока, которая имеет следующий вид:

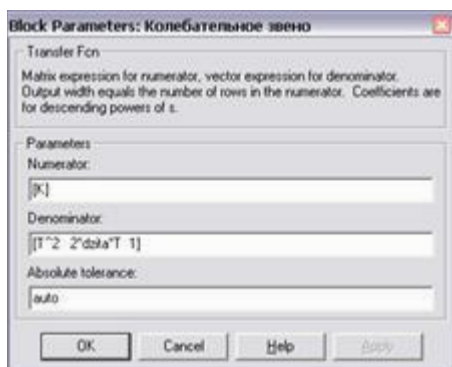


Рис. 7

Для его настройки необходимо изменить значения параметров, стоящих в [] в разделах **Numerator** (коэффициенты в числителе передаточной функции) и **Denominator** (коэффициенты в знаменателе передаточной функции).

В числитель записывается значение коэффициента K , а знаменатель должен содержать значения коэффициентов:

19. Для построения из структурной схемы математической модели, удобной для построения графиков переходных функций и частотных характеристик выполните в **Command Window** следующую программу:

% Параметры колебательного звена

$K=1$; $T=1$; $dzita=0.2$;

% Построение математических моделей (sis_) из структурной схемы 'lab1_2'

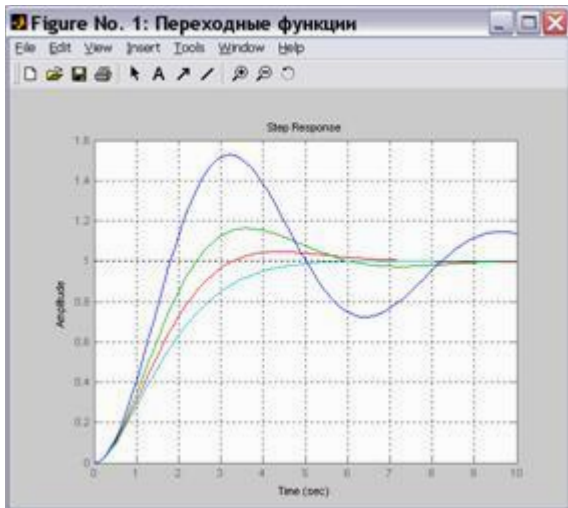
```
dzita=0.2; [a,b,c,d]=linmod('lab1_2'); sys1=ss(a, b, c, d);
dzita=0.5; [a,b,c,d]=linmod('lab1_2'); sys2=ss(a, b, c, d);
dzita=0.7; [a,b,c,d]=linmod('lab1_2'); sys3=ss(a, b, c, d);
dzita=0.9; [a,b,c,d]=linmod('lab1_2'); sys4=ss(a, b, c, d);
```

20. Постройте переходные функции исследуемой системы.

Для построения удобно воспользоваться функцией *step*.

% Построение переходных функций

```
figure(1); set(1,'Name', 'Переходные функции');
time=10;
step(sys1(1,1), sys2(1,1), sys3(1,1), sys4(1,1), time), grid;
```

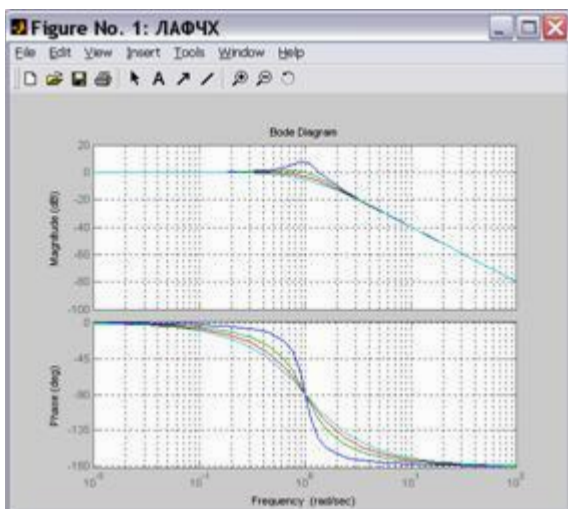


21. Постройте логарифмические частотные характеристики этого звена.

Для построения удобно воспользоваться функцией *bode*.

% Построение частотных характеристик

```
figure(2); set(1,'Name', 'ЛАФЧХ');
omega=logspace (-2,3);
bode(sys1(1,1), sys2(1,1), sys3(1,1), sys4(1,1), omega), grid;
```



22. Оформите отчет, в который включите схемы моделирования, программы, исходные данные, полученные графики процессов. Объясните полученные результаты. Используя команду *help*, изучите возможности функций *step* и *bode*.