

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФК КПІ

Кафедра прикладної математики

Лабораторна робота №6

«Математична модель вільного кутового руху космічного апарату та її
комп'ютерна реалізація в пакеті SIMULINK»
з дисципліни «Математичне та комп'ютерне моделювання складних об'єктів»

Варіант № не вказано

Виконав:

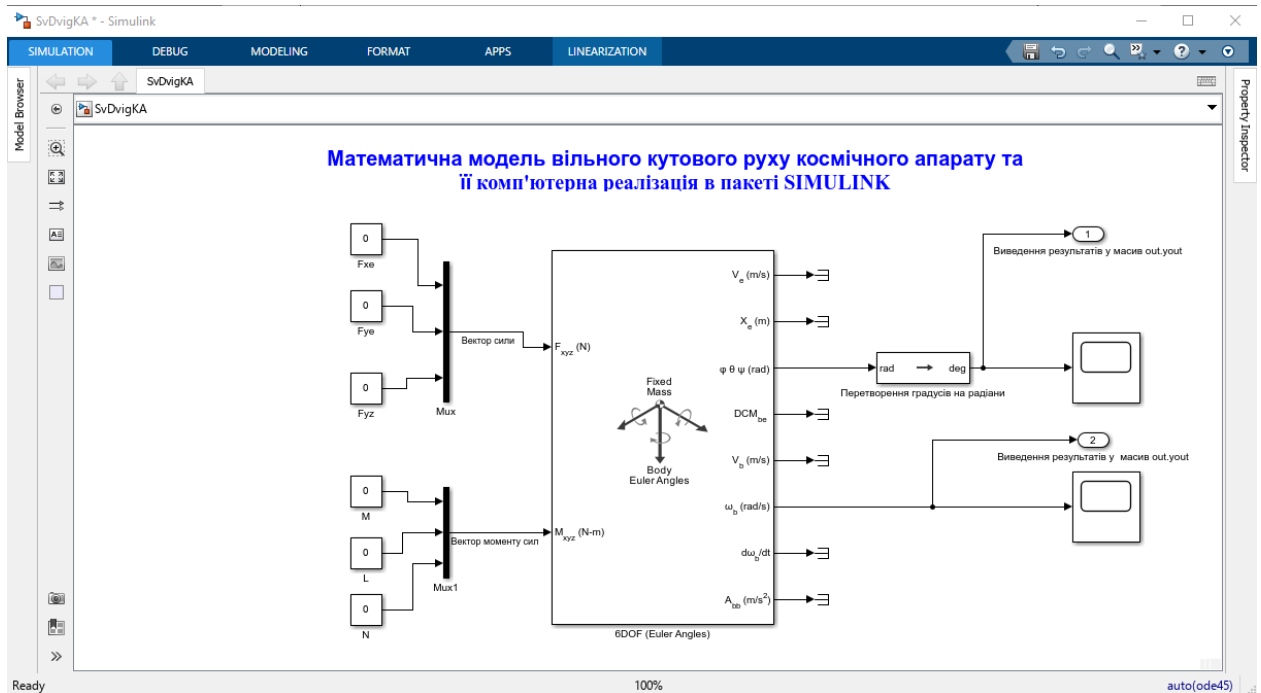
студент групи ПМ-151 М
Юрашев В.Г.

Перевірив:

професор кафедри ПМ Жук П. Ф.

Київ 2022

Дана лабораторна робота виконувалася в версії MatLab R2022, яка дещо відрізняється від версії, яка використовувалася автором посібника «Моделювання динамічних систем у «MatLab». Також були виправлені деякі розбіжності, із-за котрих програма не працювала. Запропоновану блок-схему в лабораторній роботі ми не розбиватимемо на блоки через досить простий її вид. На мал.1 представлено блок-схему запропонованою моделлю.

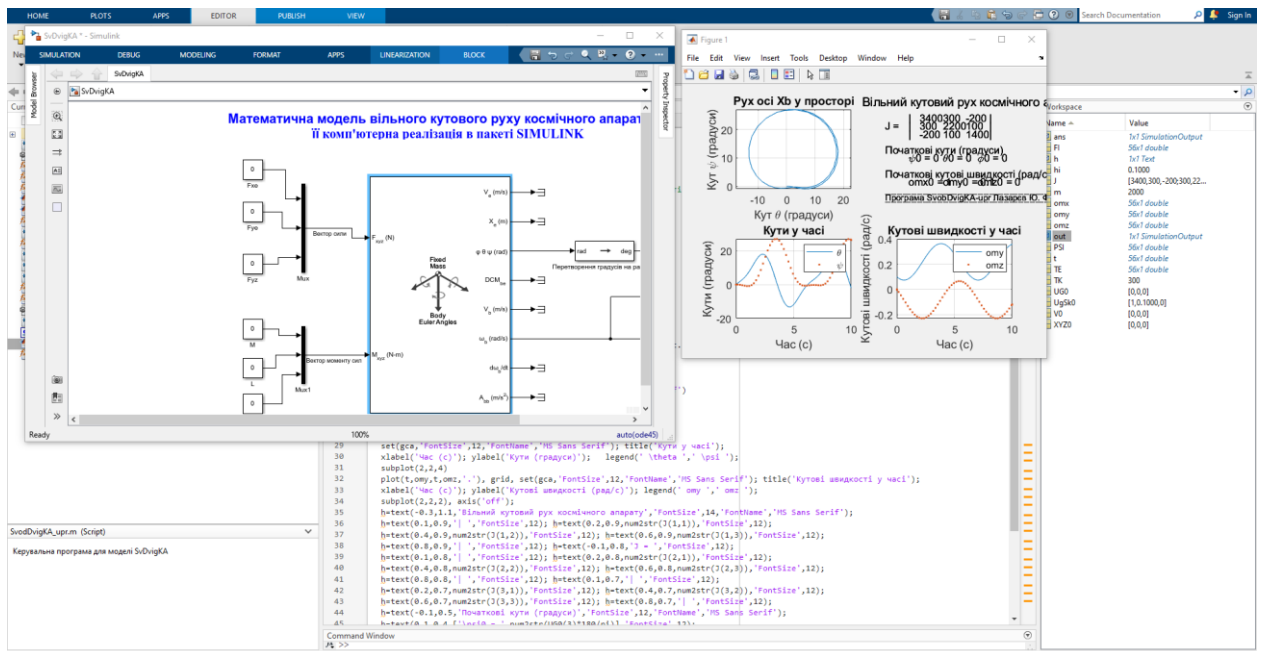


Мал.1

На мал.2 задані параметри елемента 6DOF (Euler Angles). Текст керуючої програми «SvDvigKA» представлено на мал.3.

На мал.4 представлені вихідні дані в середовищі MatLab, які використовуються для побудови графіків.

Результати роботи програми при різних значеннях параметрів представлено на мал.5-8



Block Parameters: 6DOF (Euler Angles)

6DOF EoM (Body Axis) (mask) (link)

Integrate the six-degrees-of-freedom equations of motion in body axis.

Parameters

Main
State Attributes

Units: Metric (MKS)

Mass type: Fixed

Representation: Euler Angles

Initial position in inertial axes [Xe,Ye,Ze]:
XYZ0 [0,0,0]

Initial velocity in body axes [U,v,w]:
V0 [0,0,0]

Initial Euler orientation [roll, pitch, yaw]:
UG0 [0,0,0]

Initial body rotation rates [p,q,r]:
UgSk0 [1,0,1,0]

Initial mass:
m 2000

Inertia:
J <3x3 double>

☐ Include inertial acceleration

OK
Cancel
Help
Apply

Мал. 2

```

Editor - C:\Users\Геннадий\Documents\MATLAB\SvodDvigKA_upr.m
SvodDvigKA_upr.m
10 v0=[0 0 0]; % Початкові швидкості КА
11 UG0=[0 0 0]; % Початкові кути КА
12 UgSk0=[1 0.1 0]; % Початкові кутові швидкості КА
13 % Встановлення параметрів інтегрування
14 TK=300; % Кінцевий термін інтегрування
15 hi=0.1; % Крок інтегрування
16 % Запуск моделі
17 sim('SvDvigKA');
18 % Запис результатів інтегрування
19 FI=out.yout(:,1); TE=out.yout(:,2); PSI=out.yout(:,3);
20 omx=out.yout(:,4); omy=out.yout(:,5); omz=out.yout(:,6); t=out.tout;
21 % Графіческое представление результатов
22 subplot(2,2,1)
23 plot(TE,PSI), grid
24 axis('equal'); set(gca,'FontSize',12,'FontName','MS Sans Serif')
25 title('Pyx oci Xb y просторі');
26 xlabel('Кут \theta (градуси)'); ylabel('Кут \psi (градуси)');
27 subplot(2,2,3)
28 plot(t,TE,t,PSI,'. '), grid
29 set(gca,'FontSize',12,'FontName','MS Sans Serif'); title('Кути у часі');
30 xlabel('Час (с)'); ylabel('Кути (градуси)'); legend(' \theta ', ' \psi ');
31 subplot(2,2,4)
32 plot(t,omy,t,omz,'. '), grid, set(gca,'FontSize',12,'FontName','MS Sans Serif'); title('Кутові швидкості у часі');
33 xlabel('Час (с)'); ylabel('Кутові швидкості (рад/с)'); legend(' omy ', ' omz ');
34 subplot(2,2,2), axis('off');
35 h=text(-0.3,1.1,'Вільний кутовий рух космічного апарату','FontSize',14,'FontName','MS Sans Serif');
36 h=text(0.1,0.9,'| ', 'FontSize',12); h=text(0.2,0.9,num2str(J(1,1)),'FontSize',12);
37 h=text(0.4,0.9,num2str(J(1,2)),'FontSize',12); h=text(0.6,0.9,num2str(J(1,3)),'FontSize',12);
38 h=text(0.8,0.9,'| ', 'FontSize',12); h=text(-0.1,0.8,'J = ', 'FontSize',12);
39 h=text(0.1,0.8,'| ', 'FontSize',12); h=text(0.2,0.8,num2str(J(2,1)),'FontSize',12);
40 h=text(0.4,0.8,num2str(J(2,2)),'FontSize',12); h=text(0.6,0.8,num2str(J(2,3)),'FontSize',12);
41 h=text(0.8,0.8,'| ', 'FontSize',12); h=text(0.1,0.7,'| ', 'FontSize',12);
42 h=text(0.2,0.7,num2str(J(3,1)),'FontSize',12); h=text(0.4,0.7,num2str(J(3,2)),'FontSize',12);
43 h=text(0.6,0.7,num2str(J(3,3)),'FontSize',12); h=text(0.8,0.7,'| ', 'FontSize',12);
44 h=text(-0.1,0.5,'Початкові кути (градуси)','FontSize',12,'FontName','MS Sans Serif');
45 h=text(0.1,0.4,['\psi0 = ',num2str(UG0(3)*180/pi)], 'FontSize',12);
46 h=text(0.4,0.4,['\theta0 = ',num2str(UG0(2)*180/pi)], 'FontSize',12);
47 h=text(0.7,0.4,['\phi0 = ',num2str(UG0(1)*180/pi)], 'FontSize',12);
48 h=text(-0.1,0.2,'Початкові кутові швидкості (рад/с)', 'FontSize',12);
49 h=text(0.1,0.1,['omx0 = ',num2str(UgSk0(1))], 'FontSize',12);
50 h=text(0.4,0.1,['omy0 = ',num2str(UgSk0(2))], 'FontSize',12);
51 h=text(0.7,0.1,['omz0 = ',num2str(UgSk0(3))], 'FontSize',12);
52 h=text(-0.1,-0.05,'-----');
53 h=text(-0.1,-0.1,'Програма SvobDvigKA-upr Лазарев Ю. Ф. 14-08-2004');
54 h=text(-0.1,-0.15,'-----');

```

Мал. 3

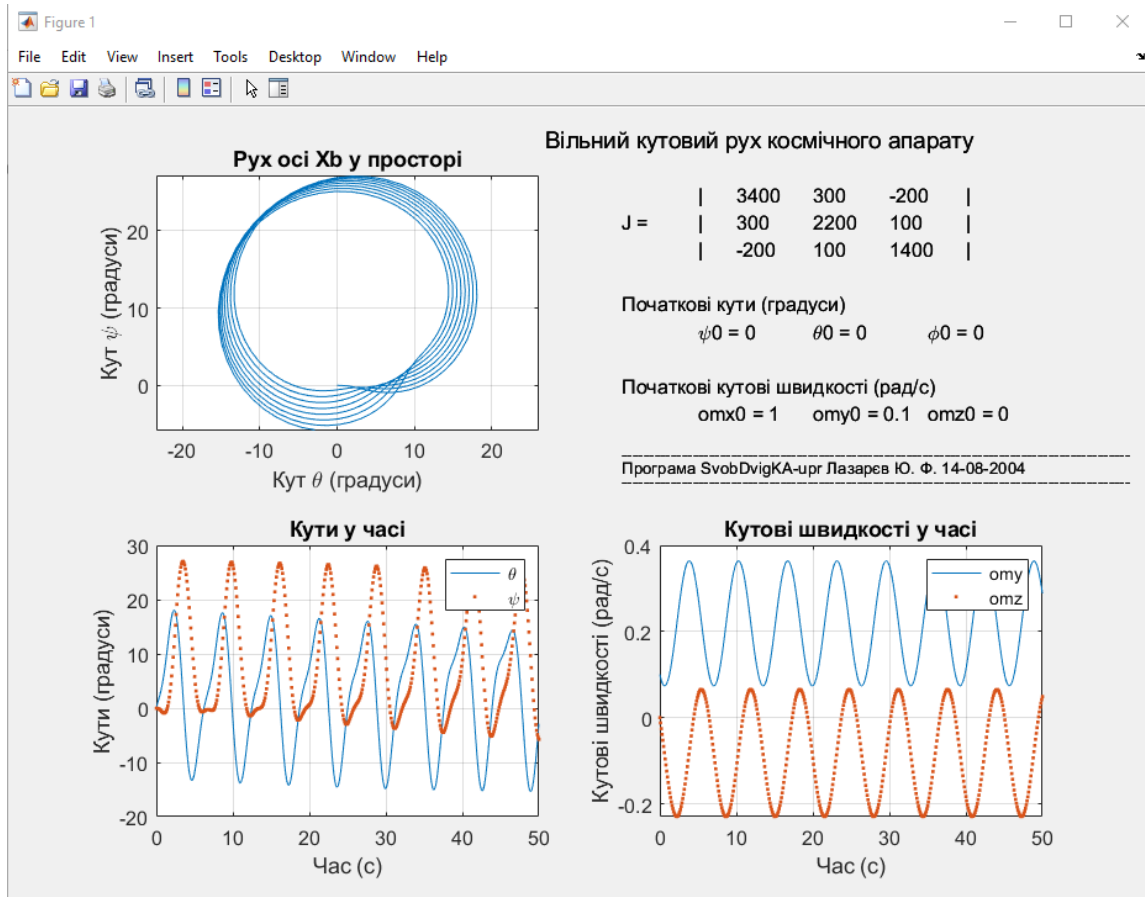
Editor - SvodDvigKA_upr.m

out out.yout

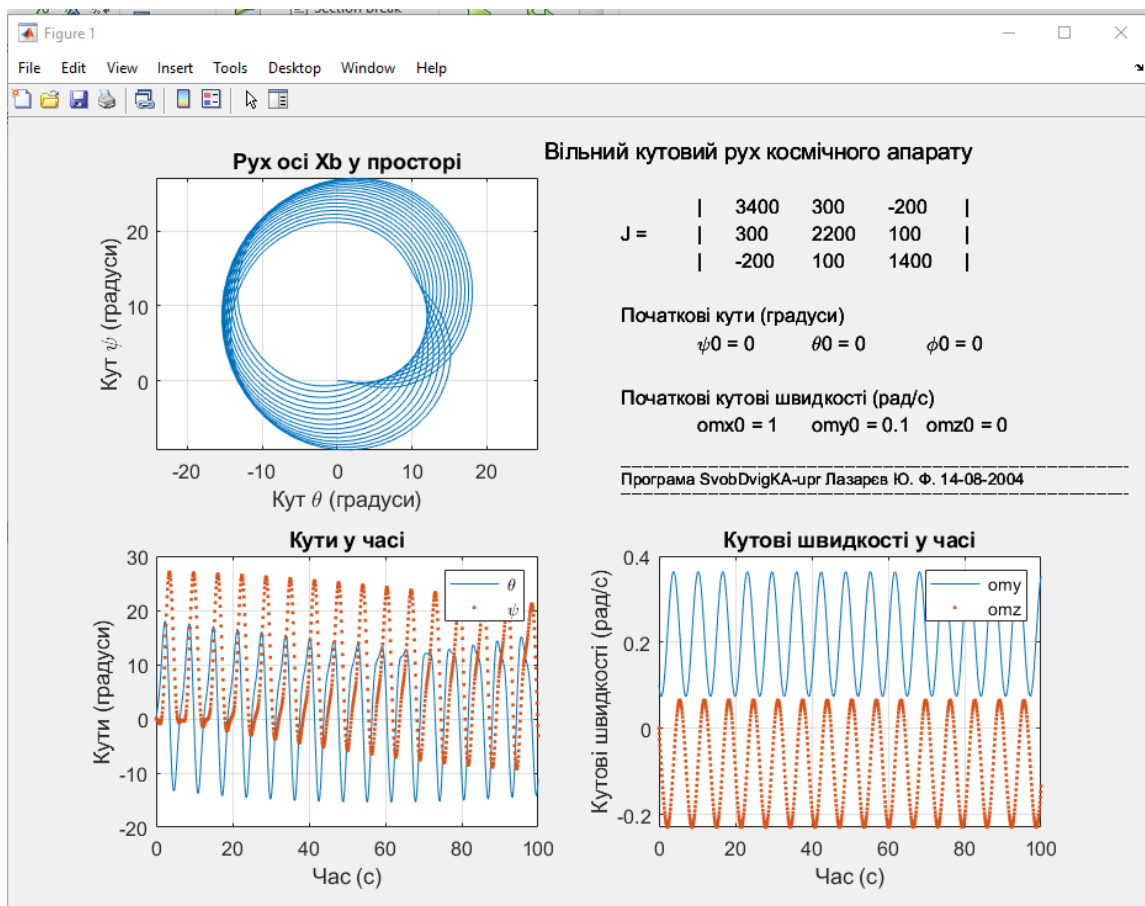
out.yout

	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	1	0.1000	0
2	0.0115	0.0012	-2.2890e-08	1.0000	0.1000	-2.4070e-05
3	0.0691	0.0069	-8.2741e-07	1.0000	0.0999	-1.4447e-04
4	0.3569	0.0356	-2.2533e-05	1.0000	0.0995	-7.4762e-04
5	1.7963	0.1774	-6.2580e-04	1.0002	0.0975	-0.0038
6	8.9948	0.8516	-0.0218	1.0005	0.0886	-0.0197
7	20.4550	1.8737	-0.1466	1.0000	0.0786	-0.0468
8	31.8957	2.9650	-0.3887	0.9984	0.0739	-0.0753
9	43.3027	4.2649	-0.6827	0.9956	0.0748	-0.1040
10	54.6722	5.8687	-0.8959	0.9918	0.0812	-0.1319
11	66.0184	7.8021	-0.8513	0.9872	0.0928	-0.1580
12	77.3795	10.0068	-0.3573	0.9819	0.1092	-0.1812
13	88.8173	12.3392	0.7593	0.9761	0.1299	-0.2006
14	100.4033	14.5817	2.6199	0.9699	0.1539	-0.2156
15	112.1912	16.4666	5.2599	0.9635	0.1804	-0.2254
16	124.1807	17.7119	8.5984	0.9571	0.2084	-0.2299
17	136.2923	18.0692	12.4222	0.9509	0.2368	-0.2287
18	148.3732	17.3737	16.4037	0.9451	0.2645	-0.2219
19	160.2455	15.5828	20.1589	0.9400	0.2904	-0.2097
20	171.7752	12.7860	23.3246	0.9358	0.3135	-0.1927
21	-177.0756	9.1863	25.6191	0.9327	0.3331	-0.1715
22	-166.2378	5.0645	26.8655	0.9308	0.3483	-0.1469
23	-155.5623	0.7432	26.9851	0.9303	0.3586	-0.1199
24	-144.8666	-3.4440	25.9821	0.9313	0.3636	-0.0915
25	-133.9865	-7.1768	23.9390	0.9337	0.3632	-0.0627
26	-122.8201	-10.1751	21.0213	0.9374	0.3574	-0.0347
27	-111.3565	-12.2288	17.4821	0.9424	0.3463	-0.0085
28	-99.6729	-13.2292	13.6471	0.9484	0.3305	0.0150
29	-87.8989	-13.1878	9.8701	0.9551	0.3104	0.0347
30	-76.1606	-12.2339	6.4702	0.9623	0.2868	0.0500
31	-64.5358	-10.5859	3.6773	0.9695	0.2607	0.0603
32	-53.0383	-8.5083	1.6054	0.9766	0.2329	0.0652
33	-41.6337	-6.2664	0.2561	0.9831	0.2046	0.0645
34	-30.2682	-4.0878	-0.4601	0.9888	0.1768	0.0582
35	-18.8951	-2.1351	-0.6950	0.9936	0.1506	0.0466

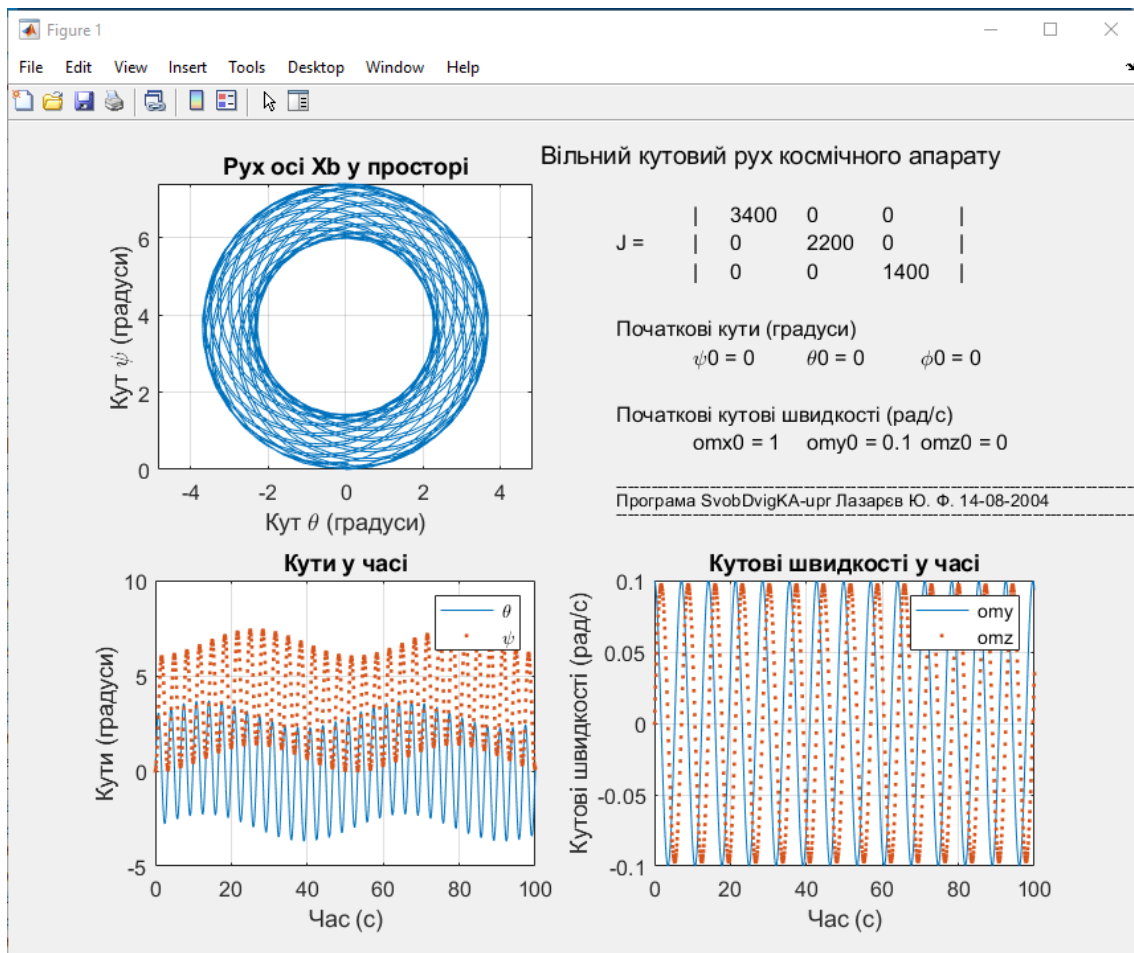
Мал. 4



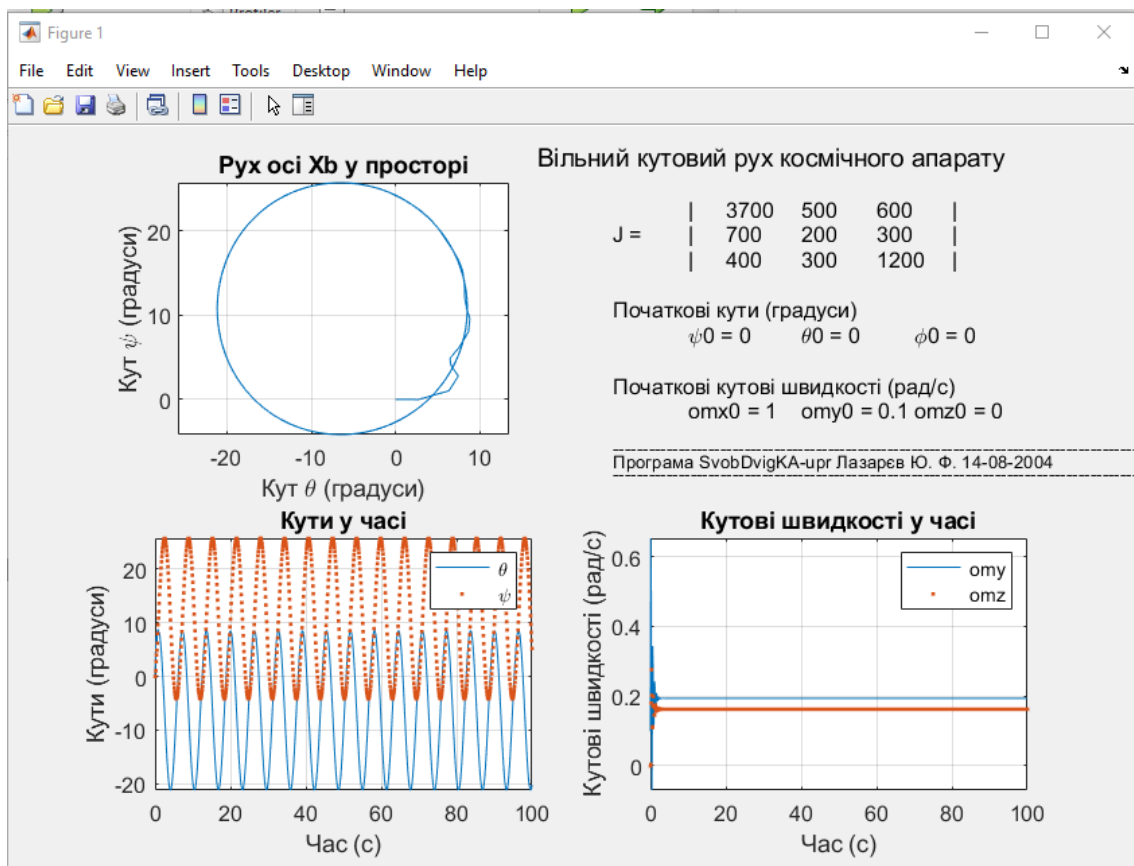
Мал. 5



Мал. 6



Мал. 7



Мал. 8

В заключенні демонструю тест керуючої програми.

```
% Керувальна програма для моделі SvDvigKA
% Лазарев Ю.Ф. 14-07-2010
%clear all
clc
% Встановлення параметрів КА
J=[3400 300 -200;300 2200 100;-200 100 1400]; % Матриця моментів інерції КА
m=2000; % Маса КА
% Встановлення початкових умов
XYZ0=[0 0 0]; % Початкове положення КА
V0=[0 0 0]; % Початкові швидкості КА
UG0=[0 0 0]; % Початкові кути КА
UgSk0=[1 0.1 0]; % Початкові кутові швидкості КА
% Встановлення параметрів інтегрування
TK=300; % Кінцевий термін інтегрування
hi=0.1; % Крок інтегрування
% Запуск моделі
sim('SvDvigKA');
% Запис результатів інтегрування
FI=out.yout(:,1); TE=out.yout(:,2); PSI=out.yout(:,3);
omx=out.yout(:,4); omy=out.yout(:,5); omz=out.yout(:,6); t=out.tout;
% Графическое представление результатов
subplot(2,2,1)
plot(TE,PSI), grid
axis('equal'); set(gca,'FontSize',12,'FontName','MS Sans Serif')
title('Рух oci Xb y просторі');
xlabel('Кут \theta (градуси)'); ylabel('Кут \psi (градуси)');
subplot(2,2,3)
plot(t,TE,t,PSI,'.'), grid
set(gca,'FontSize',12,'FontName','MS Sans Serif'); title('Кути у часі');
xlabel('Час (с)'); ylabel('Кути (градуси)'); legend(' \theta ', ' \psi ');
subplot(2,2,4)
plot(t,omy,t,omz,'.'), grid, set(gca,'FontSize',12,'FontName','MS Sans Serif');
title('Кутові швидкості у часі');
xlabel('Час (с)'); ylabel('Кутові швидкості (рад/с)'); legend(' omy ', ' omz ');
subplot(2,2,2), axis('off');
h=text(-0.3,1.1,'Вільний кутовий рух космічного апарату','FontSize',14,'FontName','MS Sans Serif');
h=text(0.1,0.9,'| ', 'FontSize',12); h=text(0.2,0.9,num2str(J(1,1)),'FontSize',12);
h=text(0.4,0.9,num2str(J(1,2)),'FontSize',12);
h=text(0.6,0.9,num2str(J(1,3)),'FontSize',12);
h=text(0.8,0.9,'| ', 'FontSize',12); h=text(-0.1,0.8,'J = ', 'FontSize',12);
h=text(0.1,0.8,'| ', 'FontSize',12); h=text(0.2,0.8,num2str(J(2,1)),'FontSize',12);
h=text(0.4,0.8,num2str(J(2,2)),'FontSize',12);
h=text(0.6,0.8,num2str(J(2,3)),'FontSize',12);
h=text(0.8,0.8,'| ', 'FontSize',12); h=text(0.1,0.7,'| ', 'FontSize',12);
h=text(0.2,0.7,num2str(J(3,1)),'FontSize',12);
h=text(0.4,0.7,num2str(J(3,2)),'FontSize',12);
h=text(0.6,0.7,num2str(J(3,3)),'FontSize',12); h=text(0.8,0.7,'| ', 'FontSize',12);
h=text(-0.1,0.5,'Початкові кути (градуси)','FontSize',12,'FontName','MS Sans Serif');
h=text(0.1,0.4,['\psi0 = ',num2str(UG0(3)*180/pi)], 'FontSize',12);
h=text(0.4,0.4,['\theta0 = ',num2str(UG0(2)*180/pi)], 'FontSize',12);
h=text(0.7,0.4,['\phi0 = ',num2str(UG0(1)*180/pi)], 'FontSize',12);
h=text(-0.1,0.2,'Початкові кутові швидкості (рад/с)','FontSize',12);
h=text(0.1,0.1,['omx0 = ',num2str(UgSk0(1))], 'FontSize',12);
h=text(0.4,0.1,['omy0 = ',num2str(UgSk0(2))], 'FontSize',12);
h=text(0.7,0.1,['omz0 = ',num2str(UgSk0(3))], 'FontSize',12);
h=text(-0.1,-0.05,'-----');
h=text('-----');
```



```
h=text(-0.1,-0.1,'Програма SvobDvigKA-упр Лазарев Ю. Ф. 14-08-2004');  
h=text(-0.1,-0.15,'-----');  
-----');
```