

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФК КПІ

Кафедра прикладної математики

Лабораторна робота №5

«Моделювання руху трьох тіл під дією сил гравітації»  
з дисципліни «Математичне та комп'ютерне моделювання складних об'єктів»

Варіант № 5

**Виконав:**

студент групи ПМ-151 М  
Юрашев В.Г.

**Перевірив:**

професор кафедри ПМ Жук П. Ф.

Київ 2022

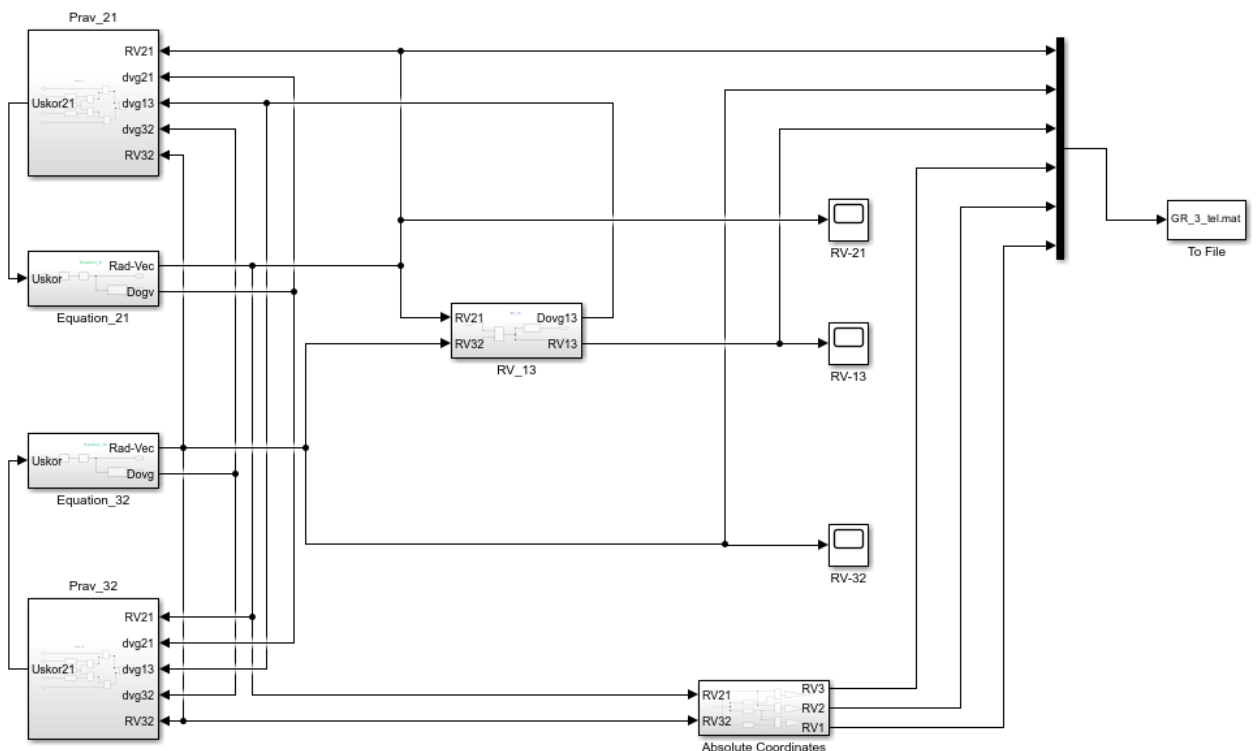
За допомогою пакету програм SimuLink промодельовати рух трьох тіл під дією сил гравітації (за варіантом табл. 1). Побудувати траєкторії руху у випадках:

- 1) орбітальні рухи другого тіла відносно першого і третього відносно другого здійснюються в одній площині (  $XY$  ) і в одному напрямку (орбітальні моменти спрямовані однаково – вздовж осі  $Z$  );
- 2) вказані орбітальні рухи здійснюються в одній площині, але у протилежних напрямках (орбітальні моменти спрямовані протилежно);
- 3) вказані орбітальні рухи здійснюються у перпендикулярних площинах.

№ вар .	$\mu_2$	$\mu_3$	$X_{21}$ 0	$Y_{21}$ 0	$Z_{21}$ 0	$V_{21}$ x	$V_{21}$ y	$V_{21}$ z	$X_{32}$ 0	$Y_{32}$ 0	$Z_{32}$ 0	$V_{32}$ x	$V_{32}$ y	$V_{32}$ z
5	0.6	0.0	0.75	0.9	1.1	5	0.1	0.4	0.45	0.6	0.9	1.4	1.1	0.3

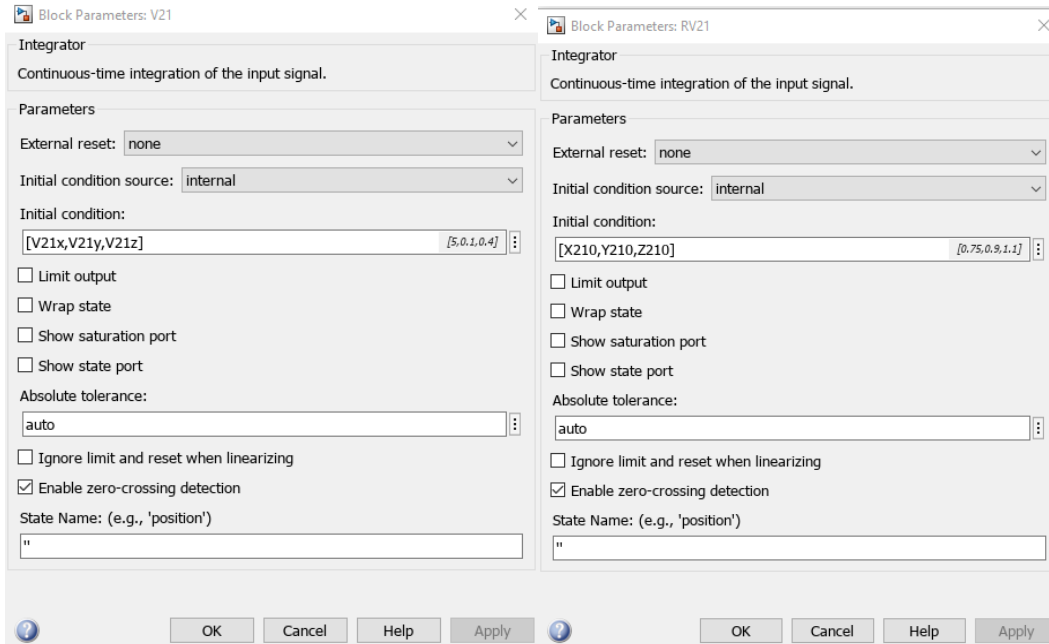
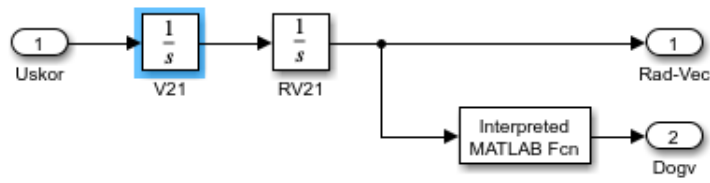
Дана лабораторна робота виконувалася в версії MatLab R2022, яка дещо відрізняється від версії, яка використовувалась автором посібника «Моделювання динамічних систем у «MatLab»». Також були виправлені деякі розбіжності, із-за котрих програма не працювала. Запропоновану блок-схему в лабораторній роботі розіб'ємо на 6 блоків через досить складний її вид. На мал.1-7 представлено блок-схему запропонованої моделі.

#### Моделювання руху трьох тіл під дією сил гравітації



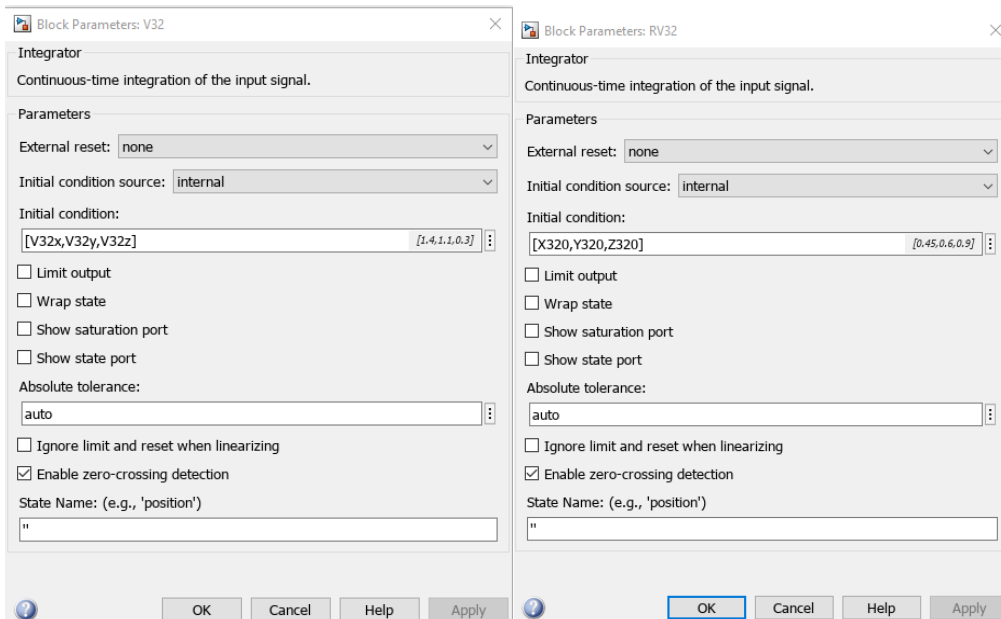
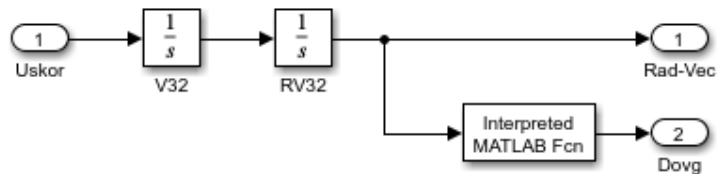
Мал . 1

### Equation\_21



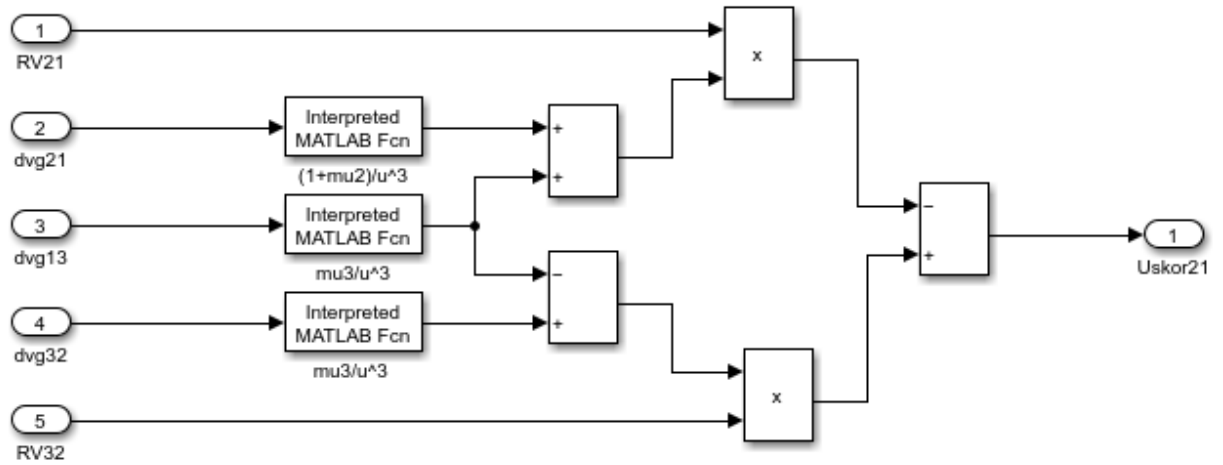
Мал. 2

### Equation\_32



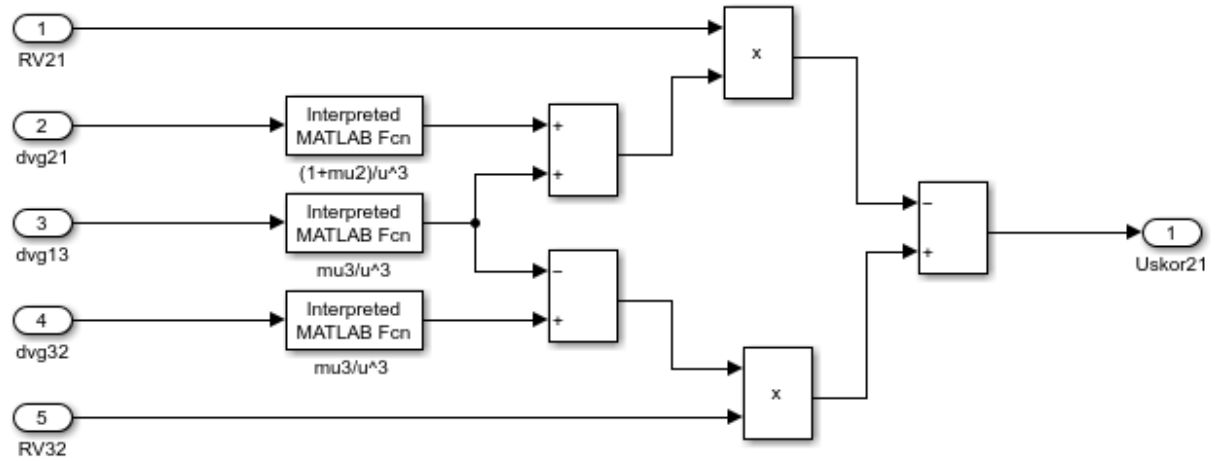
Мал. 3

### Prav\_21



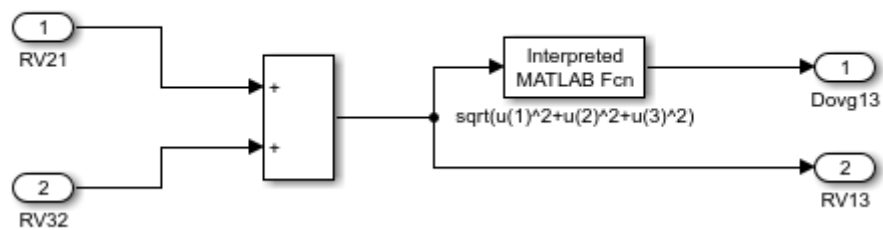
Мал. 4

### Prav\_32



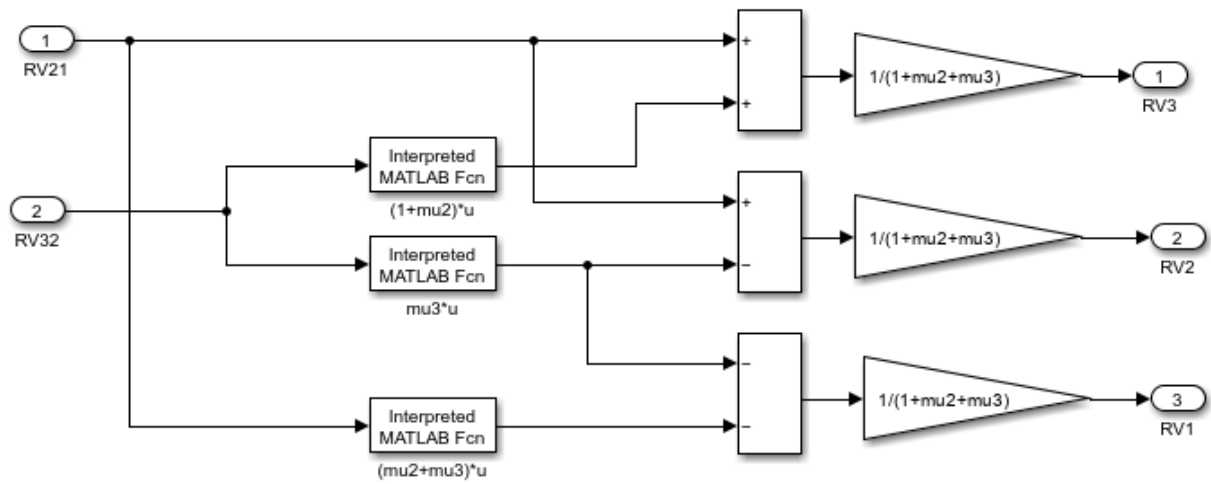
Мал. 5

### RV\_13



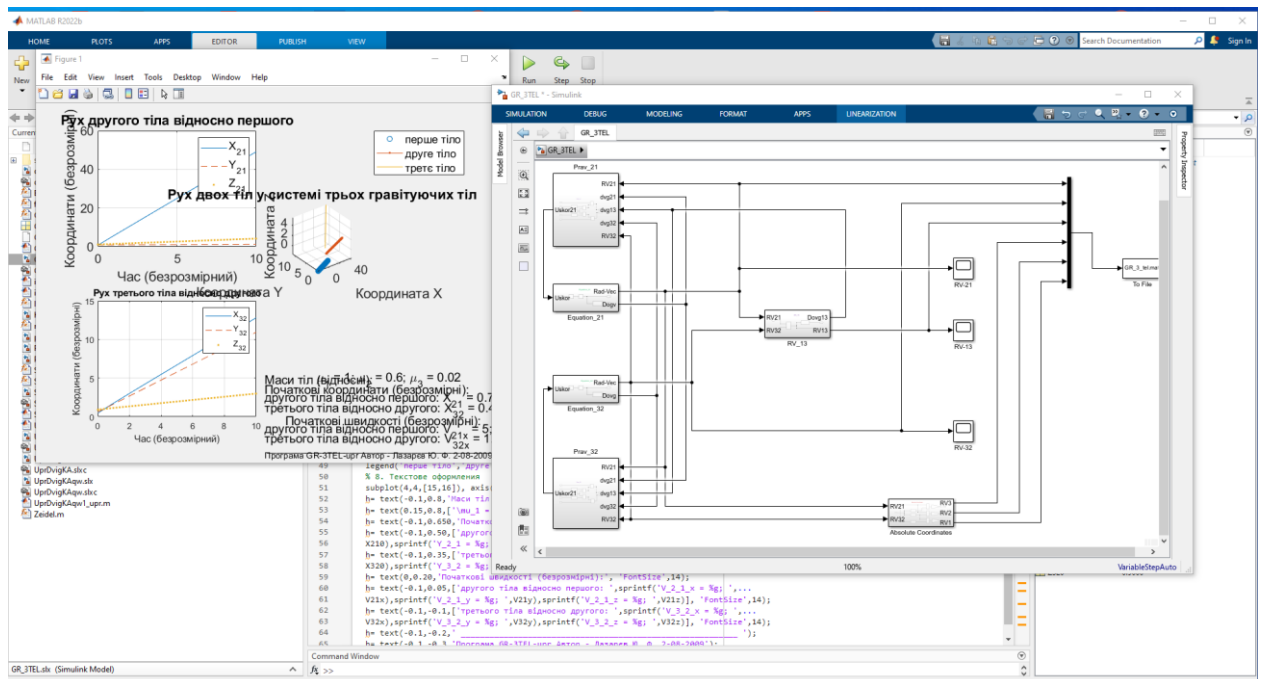
Мал. 6

## Absolute Coordinates

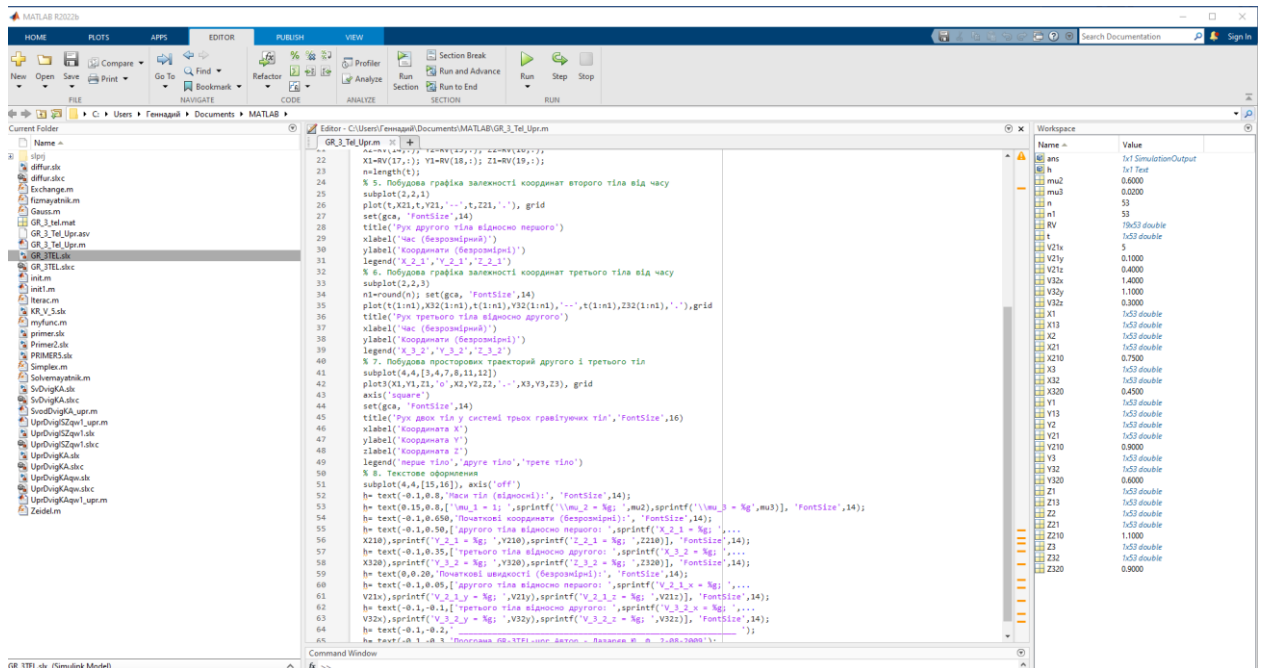


Мал.7

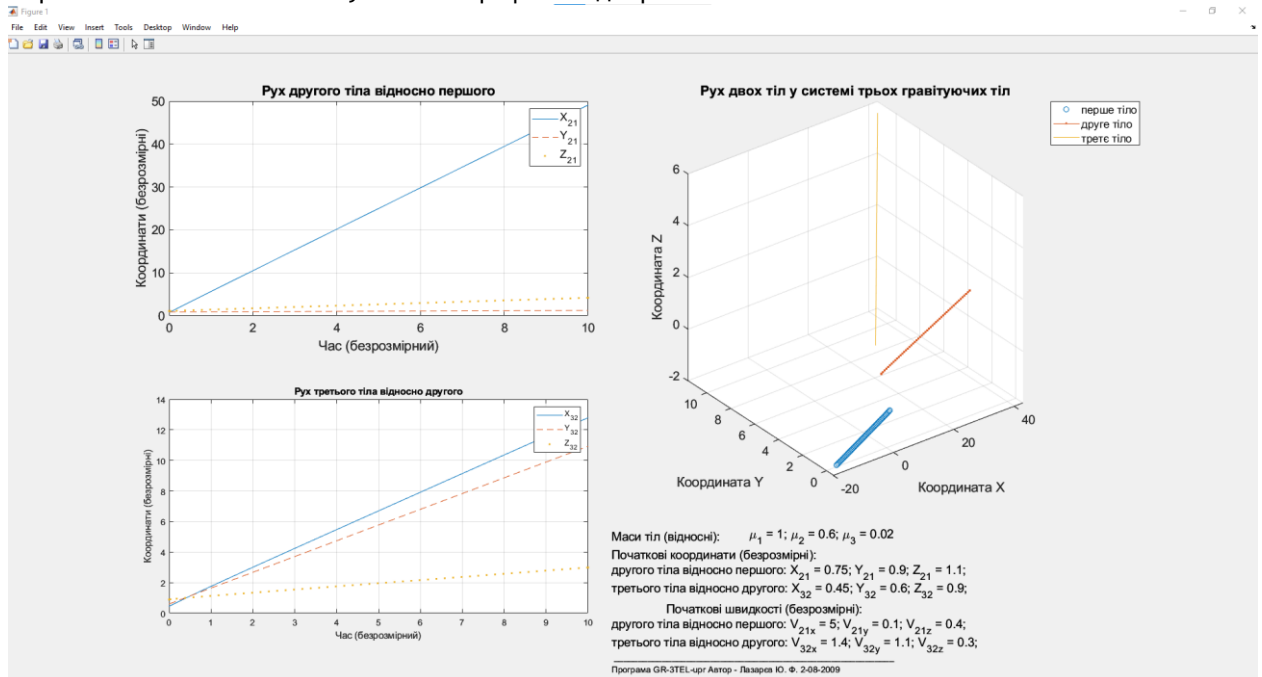
На мал.8-9 представлено скріншоти екрана в процесі розробки проекту .

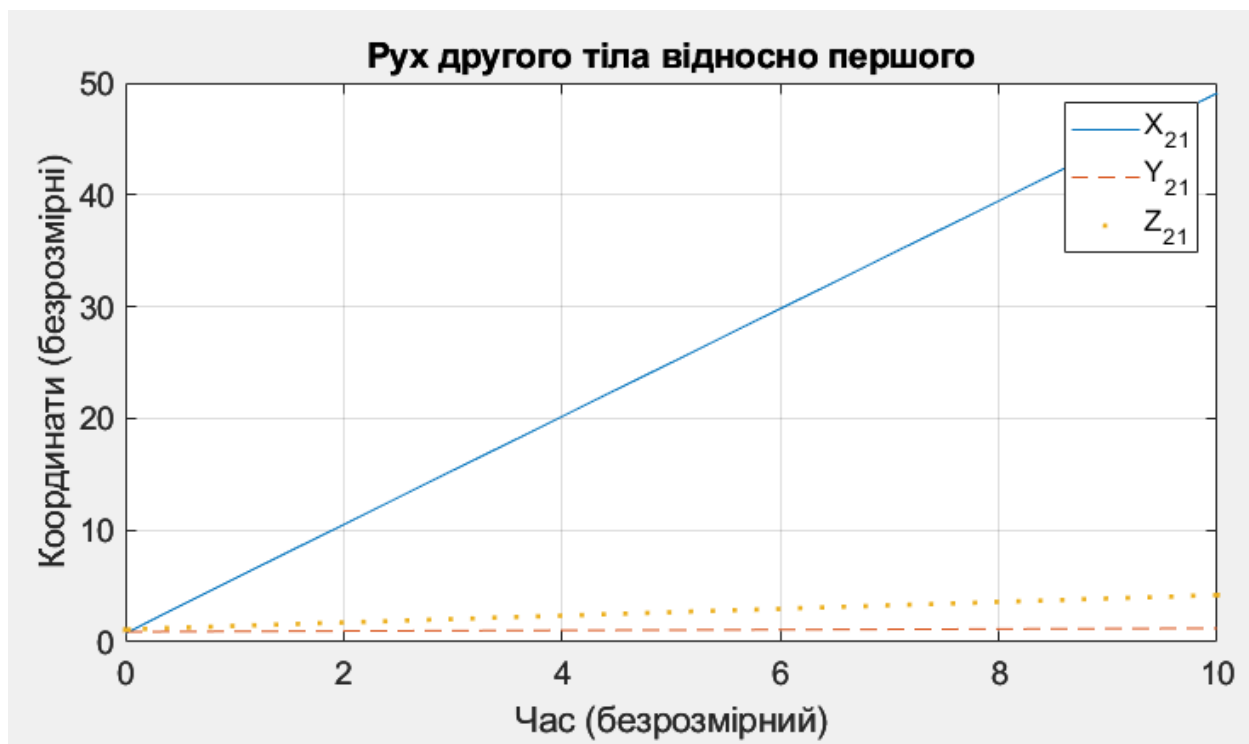


Мал.8

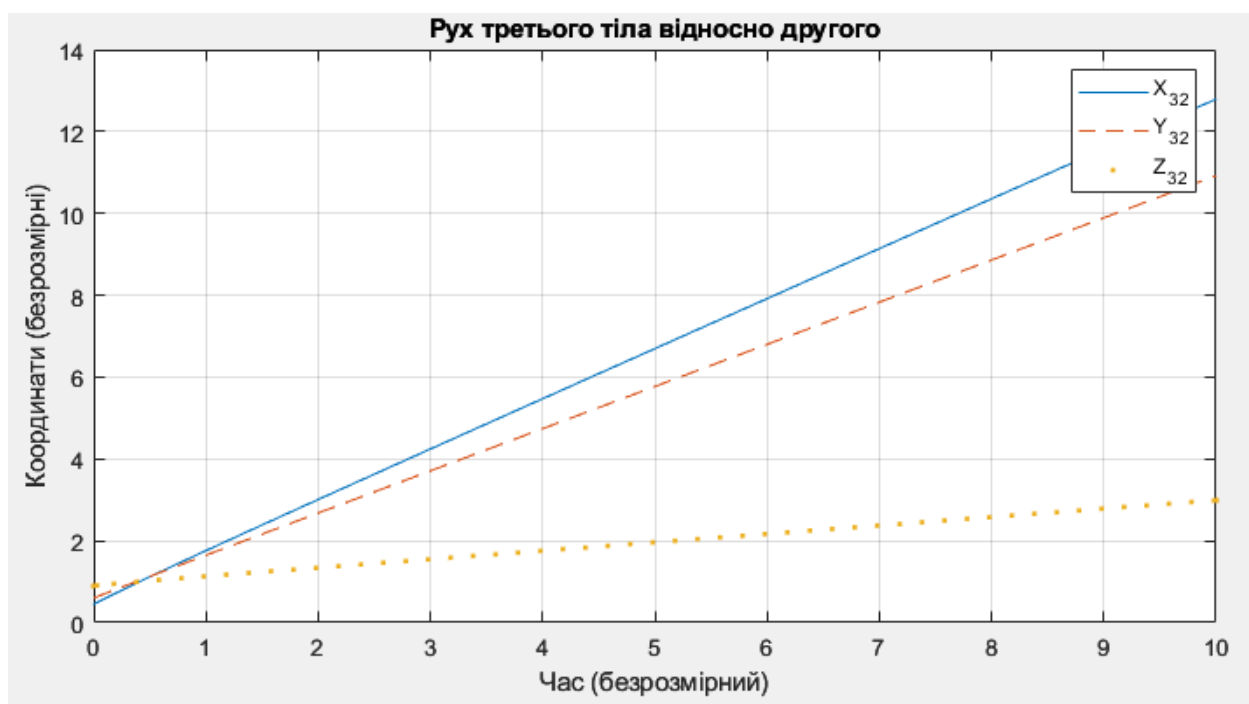


На мал.10 представлені результати роботи програми для мого варіанту. Трошки нижче, на окремих малюнках 11-13, кожен графік відокремлено.

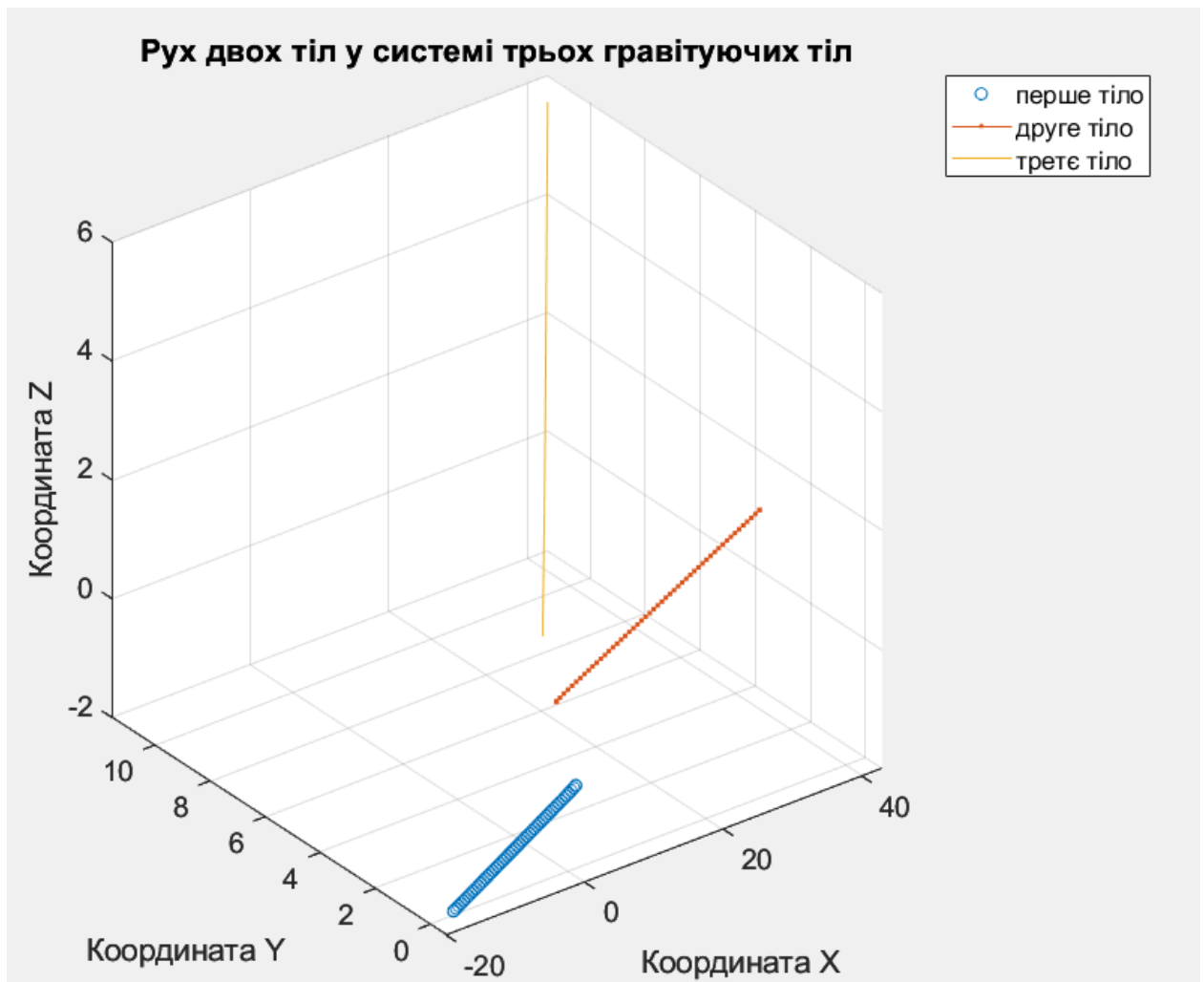




Мал.11



Мал.12



Мал.13

В заключенні демонструю тест Програми керування запуском і обробки результатів для S-моделі GR\_3TEL. В тексті програми встановлені початкові умови варіанту №5. Також виправлені деякі розбіжності для того, щоб програма працювала в поточній версії.

```
% GR_3TEL_upr
% Програма керування запуском і обробки результатів для S-моделі GR_3TEL
% Лазарев Ю. Ф. 2-08-2009
clear all, clc
% 1. Введення даних у робочий простір
mu2=0.6; mu3=0.02;
X210=0.75; Y210=0.9; Z210 =1.1;
V21x=5; V21y=0.1; V21z=0.4;
X320=0.45; Y320=0.6; Z320=0.9;
V32x=1.4; V32y=1.1; V32z=0.3;
% 6. Запуск S-моделі
sim('GR_3TEL')
% 3. Завантажування MAT-файла
load GR_3_TEL;
% 4. Присвоювання значень з матриці RV MAT-файла новим змінним
t=RV(1,:);
X21=RV(2,:); Y21=RV(3,:); Z21=RV(4,:);
X32=RV(5,:); Y32=RV(6,:); Z32=RV(7,:);
```



```

X13=RV(8,:); Y13=RV(9,:); Z13=RV(10,:);
X3=RV(11,:); Y3=RV(12,:); Z3=RV(13,:);
X2=RV(14,:); Y2=RV(15,:); Z2=RV(16,:);
X1=RV(17,:); Y1=RV(18,:); Z1=RV(19,:);
n=length(t);
% 5. Побудова графіка залежності координат второго тіла від часу
subplot(2,2,1)
plot(t,X21,t,Y21,'--',t,Z21,'.'), grid
set(gca, 'FontSize',14)
title('Рух другого тіла відносно першого')
xlabel('Час (безрозмірний)')
ylabel('Координати (безрозмірні)')
legend('X_2_1','Y_2_1','Z_2_1')
% 6. Побудова графіка залежності координат третього тіла від часу
subplot(2,2,3)
n1=round(n); set(gca, 'FontSize',14)
plot(t(1:n1),X32(1:n1),t(1:n1),Y32(1:n1),'--',t(1:n1),Z32(1:n1),'.'),grid
title('Рух третього тіла відносно другого')
xlabel('Час (безрозмірний)')
ylabel('Координати (безрозмірні)')
legend('X_3_2','Y_3_2','Z_3_2')
% 7. Побудова просторових траекторий другого і третього тіл
subplot(4,4,[3,4,7,8,11,12])
plot3(X1,Y1,Z1,'o',X2,Y2,Z2,'--',X3,Y3,Z3), grid
axis('square')
set(gca, 'FontSize',14)
title('Рух двох тіл у системі трьох гравітуючих тіл','FontSize',16)
xlabel('Координата X')
ylabel('Координата Y')
zlabel('Координата Z')
legend('перше тіло','друге тіло','третє тіло')
% 8. Текстове оформлення
subplot(4,4,[15,16]), axis('off')
h= text(-0.1,0.8,'Маси тіл (відносні):', 'FontSize',14);
h= text(0.15,0.8,['\mu_1 = 1; ',sprintf('\mu_2 = %g;',mu2),sprintf('\mu_3 = %g;',mu3)], 'FontSize',14);
h= text(-0.1,0.650,'Початкові координати (безрозмірні):', 'FontSize',14);
h= text(-0.1,0.50,['другого тіла відносно першого: ',sprintf('X_2_1 = %g;',...
X210),sprintf('Y_2_1 = %g;',Y210),sprintf('Z_2_1 = %g;',Z210)], 'FontSize',14);
h= text(-0.1,0.35,['третього тіла відносно другого: ',sprintf('X_3_2 = %g;',...
X320),sprintf('Y_3_2 = %g;',Y320),sprintf('Z_3_2 = %g;',Z320)], 'FontSize',14);
h= text(0,0.20,'Початкові швидкості (безрозмірні):', 'FontSize',14);
h= text(-0.1,0.05,['другого тіла відносно першого: ',sprintf('V_2_1_x = %g;',...
V21x),sprintf('V_2_1_y = %g;',V21y),sprintf('V_2_1_z = %g;',V21z)], 'FontSize',14);
h= text(-0.1,-0.1,['третього тіла відносно другого: ',sprintf('V_3_2_x = %g;',...
V32x),sprintf('V_3_2_y = %g;',V32y),sprintf('V_3_2_z = %g;',V32z)], 'FontSize',14);
h= text(-0.1,-0.2,'_____');
h= text(-0.1,-0.3,'Програма GR-3TEL-ср Автор - Лазарев Ю. Ф. 2-08-2009');
h= text(-0.1,-0.4,'_____');

```

P.S. Ще один приклад при інших по початкових умовах (Взяті із посібника Лазарева.).

```

mu2=0.1; mu3=0.01;
X210=1; Y210=0; Z210 =0;
V21x=0; V21y=1; V21z=0;
X320=0.1; Y320=0; Z320=0;
V32x=0; V32y=1; V32z=0;

```

