Documentație SolarSystem - Proiect 2D

I. Conceptul proiectului

În proiectul realizat am reprezentat o versiune simplificată a Sistemului Solar, am adaptat dimensiunile planetelor raportate la valoarea reală, distanța față de Soare și viteza de rotație. Am reprezentat Soarele, Mercur, Venus, Terra, Marte, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun, orbitele acestora, mișcarea de rotație a satelitului natural Luna în jurul Terrei, precum și lansarea unei rachete de pe Terra spre Marte. Când se dă click pe unul dintre butoanele mouse-ului, racheta va fi lansata, iar planetele încep să se rotească.

II. Transformări utilizate

Am utilizat scalări, translații, rotații și compunerea acestor transformări în diferite moduri pe care le voi exemplifica.

1. Valori raportate la realitate

Pentru început am declarat 3 vectori pentru a retine informatiile despre fiecare planeta(raza, distanță față de Soare, unghiul de rotație). Cu ajutorul acestora voi realiza **scalările**(aduc planetele la dimensiunea convenabila), **translațiile(**plasez planetele distinctiv față de Soare), **rotațiile**(fac planetele să se rotească).

```
static const GLfloat planets_radius[] = {
    29.0f, 6.5f, 8.05f, 8.37f, 6.7f, 20.91f, 19.23f, 12.36f, 14.62f, 4.0f
};
```

```
static const GLfloat distance_from_Sun[] = {
   0.0f,50.0f, 74.0f, 101.0f, 155.0f, 190.0f, 240.0f, 280.0f, 335.0f, 87.0f
};
```

```
float alpha[] = {
   0.0f, 0.004f, 0.003f, 0.0025f, 0.0020f, 0.001f, 0.0005f, 0.0004f, 0.0003f, 0.004f
};
```

2. Trasarea cercurilor

Am desenat atât planetele, cât și orbitele, folosindu-mă de 32 de puncte aflate pe un cerc de raza 1, asupra cărora am aplicat transformări. În vectorul **vf_pos** sunt stocate aceste coordonate.

```
GLfloat vf_pos[148]; // 32 puncte, cate 4 coord pt fiecare + coord racheta
poz = 0;
for (k = 0; k < n; k++) { // vom afla coordonatelor punctelor de pe cerc
    theta = TWO_PI * k / n;
    vf_pos[poz++] = r * cos(theta);
    vf_pos[poz++] = r * sin(theta);
    vf_pos[poz++] = 0.0f;
    vf_pos[poz++] = 1.0f;
}
```

3. Desenare planete

Pentru a desena planetele am creat funcția **draw_planets(int i),** unde **i** reprezintă indicele asociat planetei. Punctelor de pe cercul de **raza 1** le aplic mai întâi o scalare(pe Ox și Oy) cu **planets_radius[i]** pentru a aduce figura la dimensiunea corespunzătoare planetei, apoi o

translație pe Ox cu **distance_from_Sun[i]** pentru a simula distanța față de Soare. Ulterior le aplic o rotație în jurul originii cu un unghi variabil în timp(**angle[i]**). Unghiul se modifica în funcția **rotate(void)** pentru fiecare planetă cu o valoare diferită preluată din vectorul **alpha.** La apăsarea unui buton al mouse-ului este apelată funcția glutIdleFunc(rotate), iar planetele încep să se rotească.

4. Desenare satelit Luna

Pentru a reprezenta Luna, am tratat un caz special. În plus față de planete, Luna realizează o mișcare de rotație în jurul Terrei(centrul de rotație nu va mai fi originea sistemului de coordonate), am utilizat matrRot2 și matrTrans2 în compunerea transformărilor.

```
void draw_planets(int i) {

    glUniform1i(codColLocation, i);// i va corespunde codului fiecarei culori pentru fiecare planeta
    matrRot = glm::rotate(glm::mat4(1.0f), angle[i], glm::vec3(0.0, 0.0, 1.0));// vom roti cu o anumita viteza, pentru asta variam unghiul
    matrTrans = glm::translate(glm::mat4(1.0f), glm::vec3(distance_from_Sun[i], 0.0, 0.0)); // translatam pe Ox cu cat este distanta pana la Soare pentru fiecare planeta
    matrScale = glm::scale(glm::mat4(1.0f), glm::vec3(planets_radius[i], planets_radius[i], 0.0)); // scalam cu raza fiecarei planete
    myMatrix = resizeMatrix * matrRot * matrTrans * matrScale; // aplicam transformarile
    glUniformMatrix4fv(myMatrixLocation, 1, GL_FALSE, &myMatrix[0][0]);
    glDrawElements(GL_POLYGON, 32, GL_UNSIGNED_INT, (void*)(0));
    if (i == 3) // satelitul natural Luna
    {
        glUniform1i(codColLocation, 9);
        matrRot2 = glm::rotate(glm::mat4(1.0f), angle[9], glm::vec3(0.0, 0.0, 1.0));
        matrTrans2 = glm::translate(glm::mat4(1.0f), glm::vec3(distance_from_Sun[9]-distance_from_Sun[3], 0.0, 0.0));
        matrScale = glm::scale(glm::mat4(1.0f), glm::vec3(planets_radius[9], planets_radius[9], 0.0));
        myMatrix = resizeMatrix *matrRot *matrTrans* matrRot2 *matrTrans2*matrScale ; // aplicam transformarile
        glUniformMatrix4fv(myMatrixLocation, 1, GL_FALSE, &myMatrix[0][0]);
        glDrawElements(GL_POLYGON, 32, GL_UNSIGNED_INT, (void*)(0));
    }
    if (i == 6) {
        glUniform1i(codColLocation, 1);  //caz special pentru a desena Sauturn
        glUniformMatrix4fv(myMatrixLocation, 1, GL_FALSE, &myMatrix[0][0]);
        glDrawElements(GL_LINE_STRIP, 2, GL_UNSIGNED_INT, (void*)(128));
    }
}
```

```
void rotate(void) {
    //--pentru lansare racheta
    if (j + 0.5 <= (distance_from_Sun[4] - planets_radius[4]- distance_from_Sun[3]))
        j += 0.5;
    for (int i = 0; i < 10; i++){
        angle[i] = angle[i] + alpha[i];
    }
    glutPostRedisplay();
}
```

5. Desenare orbite

Pentru a desena orbitele pe care se realizează mișcarea de rotație a planetelor, am aplicat o scalare cu **distance_from_Sun[i]** corespunzătoare planetei, utilizând funcția **draw_orbits(int i).**

```
void draw_orbits(int i) {

    matrScale = glm::scale(glm::mat4(1.0f), glm::vec3(distance_from_Sun[i], distance_from_Sun[i], 0.0));
    myMatrix = resizeMatrix * matrScale; // aplicam transformarile
    glUniformMatrix4fv(myMatrixLocation, 1, GL_FALSE, &myMatrix[0][0]);
    glDrawElements(GL_POINTS, 32, GL_UNSIGNED_INT, (void*)(0));
}
```

În funcția **RenderFunction(void)** am apelat functiile de desenare pentru fiecare planetă și orbită.

```
//--- desenare orbite planete
glUniform1i(codColLocation, 9);
for (int j = 1; j < 9; j++)
    draw_orbits(j);

draw_planets(0);  //-- caz special in care vom desena Soarele
//--- desenare planete
 for (int j = 1; j < 9; j++)
    draw_planets(j);
```

6. **Lansare rachetă de pe Terra pe Marte**

   În **vf_pos[]** am reținut la final coordonatele pentru a desena racheta. La click pe un buton al mouse-ului, racheta de pe deplasa prin translație spre Marte, am folosit o variabilă ajutătoare **j** care se modifică în funcția **rotate(void).**

```
// lansare racheta Pamant-->Marte
glUniform1i(codColLocation, 10);
matrRot = glm::rotate(glm::mat4(1.0f), angle[4], glm::vec3(0.0, 0.0, 1.0));
matrTrans1 = glm::translate(glm::mat4(1.0f), glm::vec3(j, 0.0, 0.0));
myMatrix = resizeMatrix * matrRot * matrTrans1;
glUniformMatrix4fv(myMatrixLocation, 1, GL_FALSE, &myMatrix[0][0]);
glDrawElements(GL_POLYGON, 5, GL_UNSIGNED_INT, (void*)(136));
```

7. **Colorare planete**

   Am modificat shader-ul de fragment pentru a colora diferit planetele. Am folosit o variabilă uniformă transmisă din main: `codColLocation = glGetUniformLocation(ProgramId, "codCol");`

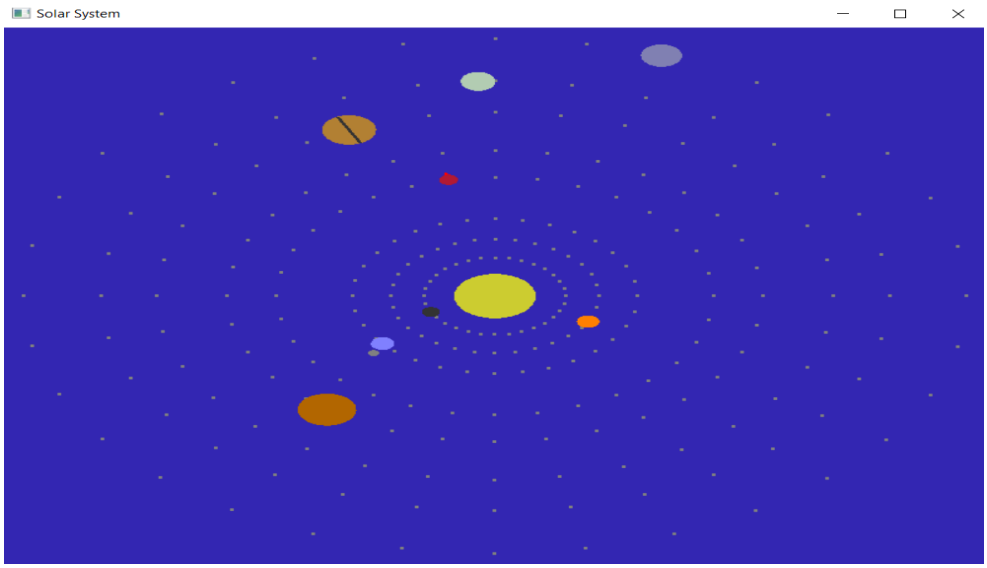
   In funcție de **codCol**, am ales o anumită nuanță:

```
void main(void)
  {
   switch(codCol){
    case 0:
        out_Color = vec4(0.8,0.8,0.19,1.0);//Sun
        break;
    case 1:
        out_Color =vec4(0.2,0.2,0.2,1.0);//Mercury
        break;
    case 2:
         out_Color = vec4(1.0,0.5,0.0,1.0); //Venus
         break;
    case 3:
        out_Color = vec4(0.5,0.5,1.0,1.0);//Earth
        break;
    case 4:
        out_Color = vec4(0.7,0.1,0.2,1.0); //Mars
        break;
    case 5:
        out_Color = vec4(0.7,0.4,0.0,1.0); //Jupiter
        break;
    case 6:
        out_Color = vec4(0.7,0.5,0.2,1.0); //Saturn
        break;
```

```
    case 7:
        out_Color = vec4(0.7,0.8,0.7,1.0); //Uranus
        break;
    case 8:
        out_Color = vec4(0.5,0.5,0.7,1.0); //Neptune
        break;
    case 9:
        out_Color = vec4(0.5f, 0.5f, 0.5f, 1.0f);
           break;
    case 10:
        out_Color = vec4(1.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f); //racheta
           break;
     default:
        out_Color = ex_Color;
           break;

        }
}
```

8. **Rezultatul obținut**



III. Completare etapa de prezentare proiect

În plus față de etapa de prezentare a proiectului, am adaugat atât lansarea rachetei, cât și satelitul natural al Pământului, Luna, cu mișcarea acestuia de rotație.

Anexa 1
“SolarSystem.cpp”

```
#include <windows.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <iostream>
#include <GL/glew.h>
#include <GL/freeglut.h>

#include "loadShaders.h"
#include "glm/glm/glm.hpp"
#include "glm/glm/gtc/matrix_transform.hpp"
#include "glm/glm/gtx/transform.hpp"
#include "glm/glm/gtc/type_ptr.hpp"

using namespace std;

//--------------

GLuint
VaoId,
VboId,
EboId,
ColorBufferId,
ProgramId,
myMatrixLocation,
codColLocation;


float width = 350.f, height = 350.0f, theta, j=0.0;
const float TWO_PI = 6.28;
int k, n = 32, poz = 0, r = 1;
glm::mat4 myMatrix, resizeMatrix = glm::ortho(-width, width, -height, height), matrTrans,
matrScale, matrRot, matrTrans1, matrTrans2, matrRot2;


//--- retinem raza(cu 2 zecimale prin aproximare) pentru fiecare planeta, in ordine: Mercur,
Venus, Terra, Marte, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun
//--- pentru a sti cu cat trebuie sa scalam cercul initial de raza 1 pe care il vom folosi la
desenarea tuturor planetelor
//--- pe pozitia 0 vom retine  dimensiunea Soarelui
//--- pe ultima pozitie vom retine raza satelitului Luna
static const GLfloat planets_radius[] = {
    29.0f, 6.5f, 8.05f, 8.37f, 6.7f, 20.91f, 19.23f, 12.36f, 14.62f, 4.0f
};
//--- retinem distanta fata de Soare pentru a sti cu cat trebuie sa translatam planetele
static const GLfloat distance_from_Sun[] = {
    0.0f,50.0f, 74.0f, 101.0f, 155.0f, 190.0f, 240.0f, 280.0f, 335.0f, 87.0f
```

```
};
//--- initial unghiul de rotatie va fi 0, in timp se va modifica pentru a descrie miscarea de rotatie
float angle[] = {
  0.0f, 0.0f, 0.0f, 0.0f, 0.0f, 0.0f, 0.0f, 0.0f, 0.0f,0.0f
};
//--- pentru fiecare planeta retinem cu cat se modifica unghiul de rotatie
float alpha[] = {
   0.0f, 0.004f, 0.003f, 0.0025f, 0.0020f, 0.001f, 0.0005f, 0.0004f, 0.0003f, 0.004f
};
void rotate(void) {
   //--pentru lansare racheta
   if (j + 0.5 <= (distance_from_Sun[4] - planets_radius[4]- distance_from_Sun[3]))
      j += 0.5;
   for (int i = 0; i < 10; i++){
      angle[i] = angle[i] + alpha[i];
   }
  glutPostRedisplay();
}

//--- la click pe un buton al mouse ului planetele vor incepe sa se roteasca
void mouse(int button, int state, int x, int y)
{
   if( button == GLUT_LEFT_BUTTON || button == GLUT_RIGHT_BUTTON)
      glutIdleFunc(rotate);

}
void CreateVBO(void)
{
   //---coordonatele punctelor
   GLfloat vf_pos[148]; // 32 puncte, cate 4 coord pt fiecare + coord racheta
   poz = 0;
   for (k = 0; k < n; k++) { // vom afla coordonatelor punctelor de pe cerc
      theta = TWO_PI * k / n;
      vf_pos[poz++] = r * cos(theta);
      vf_pos[poz++] = r * sin(theta);
      vf_pos[poz++] = 0.0f;
      vf_pos[poz++] = 1.0f;
   }
   vf_pos[poz++] = 108.4f ;
   vf_pos[poz++] =-3.0f ;
   vf_pos[poz++] = 0.0f;
   vf_pos[poz++] = 1.0f;
   //---
   vf_pos[poz++] = 113.4f;
   vf_pos[poz++] = -3.0f;
   vf_pos[poz++] = 0.0f;
   vf_pos[poz++] = 1.0f;

   //--
```

```
    vf_pos[poz++] = 118.4f;
    vf_pos[poz++] = 0.0f;
    vf_pos[poz++] = 0.0f;
    vf_pos[poz++] = 1.0f;
    //--
    vf_pos[poz++] = 113.4f;
    vf_pos[poz++] = 3.0f;
    vf_pos[poz++] = 0.0f;
    vf_pos[poz++] = 1.0f;
    //--
    vf_pos[poz++] = 108.4f;
    vf_pos[poz++] = 3.0f;
    vf_pos[poz++] = 0.0f;
    vf_pos[poz++] = 1.0f;

    //---culorile varfurilor
    static const GLfloat vf_col[] =
    {
    1.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f,
    0.0f, 1.0f, 0.0f, 1.0f,
    1.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f,
    1.0f, 1.0f, 0.0f, 1.0f,

    };
    //---indici pentru desenare
    static GLuint vf_ind[] =
    {

0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,0,16,3
2,33,34,35,36
    };

    //--- buffer pentru varfuri si unul pentru indici
    glGenBuffers(1, &VboId);
    glGenBuffers(1, &EboId);
    // se creeaza, apoi se leaga un VAO (Vertex Array Object)
    glGenVertexArrays(1, &VaoId);
    glBindVertexArray(VaoId);

    //---buffer-ul este setat ca buffer curent
    glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, VboId);

    //---buffer-ul ce contine coordonatele si culorile varfurilor
    glBufferData(GL_ARRAY_BUFFER, sizeof(vf_col) + sizeof(vf_pos), NULL,
GL_STATIC_DRAW);
    glBufferSubData(GL_ARRAY_BUFFER, 0, sizeof(vf_pos), vf_pos);
    glBufferSubData(GL_ARRAY_BUFFER, sizeof(vf_pos), sizeof(vf_col), vf_col);

    //---buffer-ul pentru indici
    glBindBuffer(GL_ELEMENT_ARRAY_BUFFER, EboId);
```

```
	glBufferData(GL_ELEMENT_ARRAY_BUFFER, sizeof(vf_ind), vf_ind,
GL_STATIC_DRAW);

	//---atribute
	//--- atributul 0 = pozitie, atributul 1 = culoare
	glVertexAttribPointer(0, 4, GL_FLOAT, GL_FALSE, 0, NULL);
	glVertexAttribPointer(1, 4, GL_FLOAT, GL_FALSE, 0, (const GLvoid*)sizeof(vf_pos));
	glEnableVertexAttribArray(0);
	glEnableVertexAttribArray(1);

}

void DestroyVBO(void)
{
	glDisableVertexAttribArray(1);
	glDisableVertexAttribArray(0);

	glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, 0);
	glDeleteBuffers(1, &EboId);
	glDeleteBuffers(1, &ColorBufferId);
	glDeleteBuffers(1, &VboId);

	glBindVertexArray(0);
	glDeleteVertexArrays(1, &VaoId);

}

void CreateShaders(void)
{
	ProgramId = LoadShaders("SolarSystem.vert", "SolarSystem.frag");
	glUseProgram(ProgramId);
}

void DestroyShaders(void)
{
	glDeleteProgram(ProgramId);
}

void Initialize(void)
{
	glClearColor(0.2f,0.15f, 0.7f, 0.0f); // culoarea de fond a ecranului
	CreateShaders();
}

//--- functie pentru a desena fiecare planeta
void draw_planets(int i) {

	glUniform1i(codColLocation, i);// i va corespunde codului fiecarei culori pentru fiecare
planeta
```

```
   matrRot = glm::rotate(glm::mat4(1.0f), angle[i], glm::vec3(0.0, 0.0, 1.0));// vom roti cu o
anumita viteza, pentru asta variam unghiul
   matrTrans = glm::translate(glm::mat4(1.0f), glm::vec3(distance_from_Sun[i], 0.0, 0.0)); //
translatam pe Ox cu cat este distanta pana la Soare pentru fiecare planeta
   matrScale = glm::scale(glm::mat4(1.0f), glm::vec3(planets_radius[i], planets_radius[i],
0.0)); // scalam cu raza fiecarei planete
   myMatrix = resizeMatrix * matrRot * matrTrans * matrScale; // aplicam transformarile
   glUniformMatrix4fv(myMatrixLocation, 1, GL_FALSE, &myMatrix[0][0]);
   glDrawElements(GL_POLYGON, 32, GL_UNSIGNED_INT, (void*)(0));
   if (i == 3) // satelitul natural Luna
   {
      glUniform1i(codColLocation, 9);
      matrRot2 = glm::rotate(glm::mat4(1.0f), angle[9], glm::vec3(0.0, 0.0, 1.0));
      matrTrans2 = glm::translate(glm::mat4(1.0f), glm::vec3(distance_from_Sun[9]-
distance_from_Sun[3], 0.0, 0.0));
      matrScale = glm::scale(glm::mat4(1.0f), glm::vec3(planets_radius[9], planets_radius[9],
0.0));
      myMatrix = resizeMatrix *matrRot *matrTrans* matrRot2 *matrTrans2*matrScale ; //
aplicam transformarile
      glUniformMatrix4fv(myMatrixLocation, 1, GL_FALSE, &myMatrix[0][0]);
      glDrawElements(GL_POLYGON, 32, GL_UNSIGNED_INT, (void*)(0));
   }
   if (i == 6) {
      glUniform1i(codColLocation, 1);  //caz special pentru a desena Sauturn
      glUniformMatrix4fv(myMatrixLocation, 1, GL_FALSE, &myMatrix[0][0]);
      glDrawElements(GL_LINE_STRIP, 2, GL_UNSIGNED_INT, (void*)(128));
   }
}
//--- functie pentru a desena orbitele planetelor
void draw_orbits(int i) {

   matrScale = glm::scale(glm::mat4(1.0f), glm::vec3(distance_from_Sun[i],
distance_from_Sun[i], 0.0));
   myMatrix = resizeMatrix * matrScale; // aplicam transformarile
   glUniformMatrix4fv(myMatrixLocation, 1, GL_FALSE, &myMatrix[0][0]);
   glDrawElements(GL_POINTS, 32, GL_UNSIGNED_INT, (void*)(0));
}

void RenderFunction(void)
{
   glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
   //---Creare VBO
   CreateVBO();

   //---Transmitere variabile uniforme
   myMatrixLocation = glGetUniformLocation(ProgramId, "myMatrix");
   codColLocation = glGetUniformLocation(ProgramId, "codCol");

   //---Desenare
   glLineWidth(3.0);
```

```
    glPointSize(3.0);

    //--- desenare orbite planete
    glUniform1i(codColLocation, 9);
    for (int j = 1; j < 9; j++)
        draw_orbits(j);

    // lansare racheta Pamant-->Marte
    glUniform1i(codColLocation, 10);
    matrRot = glm::rotate(glm::mat4(1.0f), angle[4], glm::vec3(0.0, 0.0, 1.0));
    matrTrans1 = glm::translate(glm::mat4(1.0f), glm::vec3(j, 0.0, 0.0));
    myMatrix = resizeMatrix * matrRot * matrTrans1;
    glUniformMatrix4fv(myMatrixLocation, 1, GL_FALSE, &myMatrix[0][0]);
    glDrawElements(GL_POLYGON, 5, GL_UNSIGNED_INT, (void*)(136));

    draw_planets(0);  //-- caz special in care vom desena Soarele
    //--- desenare planete
     for (int j = 1; j < 9; j++)
        draw_planets(j);
    glFlush();
}
void Cleanup(void)
{
    DestroyShaders();
    DestroyVBO();
}

int main(int argc, char* argv[])
{
    glutInit(&argc, argv);
    glutInitDisplayMode(GLUT_SINGLE | GLUT_RGB);
    glutInitWindowPosition(100, 100);
    glutInitWindowSize(800, 600);
    glutCreateWindow("Solar System");
    glewInit();
    Initialize();
    glutDisplayFunc(RenderFunction);
    glutMouseFunc(mouse);
    glutCloseFunc(Cleanup);
    glutMainLoop();

}
```

Anexa 2
“SolarSystem.frag”

```
// Shader-ul de fragment / Fragment shader
 #version 400
in vec4 ex_Color;
out vec4 out_Color;
uniform int codCol;

void main(void)  {
  switch(codCol){
        case 0:
              out_Color = vec4(0.8,0.8,0.19,1.0);//Sun
              break;
        case 1:
              out_Color =vec4(0.2,0.2,0.2,1.0);//Mercury
              break;
        case 2:
               out_Color = vec4(1.0,0.5,0.0,1.0); //Venus
               break;
        case 3:
              out_Color = vec4(0.5,0.5,1.0,1.0);//Earth
              break;
        case 4:
              out_Color = vec4(0.7,0.1,0.2,1.0); //Mars
              break;
        case 5:
              out_Color = vec4(0.7,0.4,0.0,1.0); //Jupiter
              break;
        case 6:
              out_Color = vec4(0.7,0.5,0.2,1.0); //Saturn
              break;
        case 7:
              out_Color = vec4(0.7,0.8,0.7,1.0); //Uranus
              break;
        case 8:
              out_Color = vec4(0.5,0.5,0.7,1.0); //Neptune
              break;
   case 9:
          out_Color = vec4(0.5f, 0.5f, 0.5f, 1.0f);
                break;
        case 10:
          out_Color = vec4(1.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f); //racheta
                break;
         default:
          out_Color = ex_Color;
                break;
              }    }
```

Anexa 3
“SolarSystem.vert”

```
// Shader-ul de varfuri
 #version 400

layout(location=0) in vec4 in_Position;
layout(location=1) in vec4 in_Color;

out vec4 gl_Position;
out vec4 ex_Color;

uniform mat4 myMatrix;


void main(void)
  {
    gl_Position = myMatrix*in_Position;
    ex_Color = in_Color;

   }
```