

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ЛЭТИ» ИМ. В. И. ЛЕНИНА (УЛЬЯНОВА)  
Кафедра МО ЭВМ

ОТЧЕТ  
по практической работе №5  
по дисциплине «Теория принятия решений»  
Тема: Преобразование координат

Студент гр. 8303 \_\_\_\_\_ Гришин К. И.

Преподаватель \_\_\_\_\_ Попова Е. В.

Санкт-Петербург  
2022

# 1 Цель работы

Используя программный модуль *Coso*, исследовать задачу преобразования астрономических координат.

## 2 Выполнение работы

### 2.1 Циклическое преобразование координат

Вводные данные (рис. 1):

```
New input:

Reference system (e=ecliptic,a=equator) ... a
Format (c=cartesian,p=polar) ... p
Coordinates (RA [h m s] Dec [o ' "] R) ... 0 0 0 0 0 0 1
Equinox (yyyy.y) ... 1950
Origin (h=heliocentric,g=geocentric) ... g
Epoch (yyyy mm dd hh.h) ... 1989 1 1 0

Geocentric equatorial coordinates
(Equinox J2e+03, Epoch 1989/01/01 0.002)

(x,y,z) = ( 1, 0, 0)

      h m s      o ' "
RA = 0 00 0.001  Dec = 0 00 0.01  R = 1
```

Рис. 1: Введенные в *Coso* данные

1. Reference System - Equator
2. Format - Polar
3. Coordinates - 0 0 0 0 0 0 1

4. Equinox - 1950
5. Origin - Geocentric
6. Epoch - 1989 1 1 0 0

Проведено преобразование точки весеннего равноденствия к новой эпохе 2000 (рис. 2)

```
Enter command (?=Help) ... p
New equinox (yyyy.y) ... 2000

Geocentric equatorial coordinates
(Equinox J2e+03, Epoch 1989/01/01 0.002)

(x,y,z) = ( 0.99992571, 0.011178891,0.0048589835)

      h   m   s           o   '   "
RA = 0 02 00034   Dec = 0 16 4e+01   R = 1
```

Рис. 2: Преобразование точки весеннего равноденствия

Проведено преобразование в эклиптические координаты (рис. 3)

```
Enter command (?=Help) ... e

Geocentric ecliptic coordinates
(Equinox J2e+03, Epoch 1989/01/01 0.002)

(x,y,z) = ( 0.99992571, 0.012189225,1.1322598e-05)

      o   '   "           o   '   "
L = 0 41 00054   B = 0 00 002.3   R = 1
```

Рис. 3: Преобразование в эклиптические координаты

Проведено преобразование в гелиоцентрические координаты (рис. 4)

```
Enter command (?=Help) ... h
Heliocentric ecliptic coordinates
(Equinox J2e+03, Epoch 1989/01/01 0.002)

(x,y,z) = ( 0.81725247, 0.97838164, 3.5966868e-05)

      o ' "      o ' "
L = 50 07 00040  B = 0 00 005.8  R = 1.2748067
```

Рис. 4: Преобразование в гелиоцентрические координаты

Проведено обратное преобразование в экваториальные координаты (рис. 5)

```
Enter command (?=Help) ... a
Heliocentric equatorial coordinates
(Equinox J2e+03, Epoch 1989/01/01 0.002)

(x,y,z) = ( 0.81725247, 0.89763329, 0.38921086)

      h m s      o ' "
RA = 3 10 00044  Dec = 17 46 4e+01  R = 1.2748067
```

Рис. 5: Преобразование в экваториальные координаты

Проведено обратное преобразование точки весеннего равноденствия к эпохе 1950 (рис. 6)

```
Enter command (?=Help) ... p
New equinox (yyyy.y) ... 1950

Heliocentric equatorial coordinates
(Equinox J2e+03, Epoch 1989/01/01 0.002)

(x,y,z) = ( 0.82911747, 0.88843066, 0.38521087)

      h m s           o ' "
RA = 3 07 00.055    Dec = 17 35 2e+01    R = 1.2748067
```

Рис. 6: Преобразование точки весеннего равноденствия к 1950

Проведено обратное преобразование к геоцентрическим координатам (рис. 7)

```
Geocentric equatorial coordinates
(Equinox J2e+03, Epoch 1989/01/01 0.002)

(x,y,z) = ( 1, -9.5382258e-11, 1.8078e-10)

      h m s           o ' "
RA = 24 00 0.001    Dec = 0 00 0.01    R = 1
```

Рис. 7: Преобразование в геоцентрические координаты

После циклического преобразования, координаты слегка изменились. Это объясняется тем, что числа с плавающей точкой внутри ЭВМ недостаточно точны, а использование иррациональных чисел вовсе невозможно.

Было проведено 30 испытаний (табл. 1) над изменением радиус-вектора координат до преобразования и после. В каждом испытании значение RA увеличилось на полчаса, начиная с 0ч 00мин. График зависимости погрешности от номера испытания показан на рисунке 8.

	H	m	s	deg	'	”	R
1	0	0	0	0	0	0	1
2	0	30	0	0	0	0	1
3	1	0	0	0	0	0	1
4	1	30	0	0	0	0	1
5	2	0	0	0	0	0	1
...	...	...	...	...	...	...	...
26	12	30	0	0	0	0	1
27	13	0	0	0	0	0	1
28	13	30	0	0	0	0	1
29	14	0	0	0	0	0	1
30	14	30	0	0	0	0	1

Таблица 1: Испытания

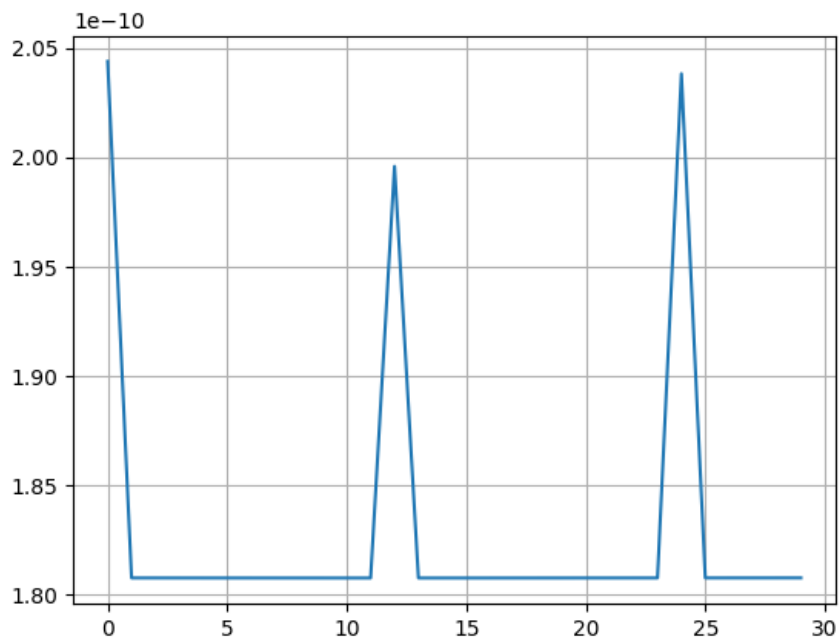


Рис. 8: Зависимость погрешности от значения RA

Из графика видно, что погрешность колеблется от  $1.808 \cdot 10^{-10}$  до  $2.044 \cdot 10^{-10}$ . Причем большую часть наблюдений погрешность равна  $1.808 \cdot 10^{-10}$ , а корреляция между размером погрешности и значением RA отсутствует.

Исходный код процедуры представлен в приложении А. Процедура используется следующим образом

```
//  
// Variables  
//  
Position    Pos;  
char        c;  
bool        End = false;  
double      Year;  
  
// Header  
cout << endl  
    << "_____COCO:_coordinate_conversions_____" << endl  
    << "_____(c)_1999_Oliver_Montenbruck,_Thomas_Pflegler" << endl  
    << endl;  
  
// Initialization  
Pos.Input();  
Pos.Print();  
  
// Repeating procedure  
repeatance(Pos);
```

## 2.2 Решение задачи

Задано календарное время  $X$ . Вывести значение юлианской и модифицированной юлианской даты.

$X$  взят равным 1986y 04m 26d 1h 23m 0s.

Юлианская дата:  $2.44655e + 06$

Модифицированная юлианская дата: 46546.1

Исходный код приведен в приложении Б.

## 3 Вывод

Были изучены различные системы координат, применяемые для решения астрономических задач, а также исследована возникающая погрешность при пересчетах из одной системы координат в другую.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

```
void repeatance(const Position& pos) {  
    Position init_pos = pos;  
  
    for (int i = 0; i < 30; i++) {  
        double RA = 15.0 * Rad * Ddd(i/2, i%2*30, 0);  
        double dec = Rad * Ddd(0, 0, 0);  
        init_pos.m_R = Vec3D(Polar(RA, dec, 1.0));  
  
        Position p = init_pos;  
        std::cout << "=====_" << i << "_begin_" << "=====  
            <<std::endl;  
        p.Print();  
        p.SetEquinox(0);  
        p.SetRefSys(Ecliptic);  
        p.SetOrigin(Heliocentric);  
        p.SetRefSys(Equator);  
        p.SetEquinox((1950.0 - 2000.0)/100.0);  
        p.SetOrigin(Geocentric);  
        p.Print();  
        std::cout << "=====_" << i << "_end_" << "=====\n"  
            << std::endl;  
    }  
}
```

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

```
std::cout << "date:_1986y_04m_26d_1h_23m_0s" << std::endl;
double mjd = Mjd(1986, 4, 26, 1, 23, 0);
double jd = mjd + 2400000.5;

std::cout << "jd:_" << jd << std::endl;
std::cout << "mjd:_" << mjd << std::endl;
```