**1 Задание на этап №2**

Нужно рассчитать положение заданного спутника, по эфемеридам, полученным в предыдущем этапе, на промежуток времени от 12.00 до 24.00 МДВ 10 февраля 2020 года. Построить модель движения КА в инерциальной СК и в СК ECEF ПЗ-90.11. Построить SkyView за указанный временной интервал.

Исходные данные:

Номер спутника ГЛОНАСС: 4

Приемник: Clonicus

**2 Расчет положения.**

В ИКД ГЛОНАСС [1]приведены формулы для расчета положения КА по данным эфемерид.

**2.1 Модель расчета**

В начальных условиях решаемой задачи заданы координаты спутника, его скорости на момент передачи данных, временной интервал для которого необходимо выполнить расчет. Алгоритм расчета сводится к следующим действиям:

Начальные параметры движения НКА переводятся из СК ПЗ-90 в гецентрическую СКИ. Получившиеся компоненты вектора состояния интегрируются на каждом временном шаге в заданном интервале. Метот интегрирования- Рунге-Кутты 4 порядка. Проинтегрированные параметры описывают движение НКА в определенный момент времени. Далее, к параметрам движения НКА добавляются возмущения вызваные небесными телами- Солнцем и Луной. Согласно [1], допускается добавить возмущения уже к получившимся параметрам движения. Далее получившийся вектор состояния переводится в требуемую СК.

Опишем алгоритм более подробно. Перевод из СК ПЗ-90 осуществляется по формулам ниже (рис.1)



Далее, вычисляются следующие значения времени :

-начало наблюдения за координатами НКА;

-конец наблюдения за координатами НКА;

-получение эфемерид.

Формат времени: N4:Nt:s. Где N4-номер 4-х летнего периода, Nt- номер суток в 4х летнем периоде, s-номер секунды в сутках. Нужно обратить внимение, что при добавлении 3х часов для перевода в UTS, время конца наблюдений будет меньше, чем время начала наблюдений, т.к. число секунд в сутках не может быть больше чем 24\*68\*60=86400 (рис.). Поэтому при формировании временного интервала для вычисления положения НКА нужно учитывать возможность вычисления от времени старта до 86400 и от 0 до времени окончания.



Некоторая вводная данной мат.модели:

* Начало СК находится в центре Земли;
* Расчет положения предполагается на более ранний и поздний момент времени относительно момента получения эфемерид.

Для получения координат КА нужно проинтегрировать дифференциальные уравнения движения центра масс НКА:



Эти уравнения учитывают ускорения, определяемые Землей, Солнцем и луной. Ускорения от Солнца и Луны можно добавить к результатам интегрирования. При этом увеличение ошибок размножения эфемерид не превышает 10%.

Начальными условиями интегрирования являются координаты центра масс НКА на момент передачи эфемерид:



В нашем случае метод интегрирования- Рунге-Кутты 4 порядка:



Интегрируются нижеприведенные параметры.



**2.1.1 Описание программы.**

Для удобства использования программы, она состоит из нескольких функций и одного скрипт-файла. Самый низкоуровневый файл это функция расчета интегрируемых параметров (F.m), т.к. она вызывается несколько раз в функции интегрирования методом Рунге-Кутты 4 порядка (RungKUTT.m).

Поскольку интегрировать приходится и для времени «до прихода эфемерид» и для «после прихода эфемерид», написана функция, рассматривающая разные варианты сочетания времен для расчета и времен прихода эфемерид (math.m). Так же для удобства реализована функция рассчитывающая параметры относящиеся ко времени (time.m). Расчет ускорений определенных Солнцем и Луной осуществлен в функции (sun\_moon.m).

**2.1.2 Полученные графики**

График траектории КА в инерциальной системе координат (рис.1).



**Рисунок 1 – траектория КА в инерциальной СК**

График траектории КА в системе координат ПЗ-90 (рис.2)



**Рисунок 6 – траектория КА в СК ПЗ-90**

Для получения нужно перевести СК из глобальной в локальную.

А что делать то?? пока не могу разобраться со SkyView

Координаты приемника :

В нашем случае эти параметры равны:

Широта: N 55° 45' 24.39"

Долгота: E 37° 42' 11.53"

Высота: 150 м

Сравнение расчетного (рис.3) и полученного в GNSS Planing Online ( рис.4, 5) SkyView .

**Рисунок 3 – расчетный SkyView**



**Рисунок 4 - Sky View первого витка НКА**



**Рисунок 5 - Sky View второго витка НКА**

**3 Заключение**

На втором этапе курсового проекта были получены данные о положении НКА на промежуток времени с 12.00 по 24.00 10 февраля 2020 года. Данные эфемерид были взяты с первого этапа курсового проекта. Получены изображения траектории НКА на заданный промежуток времени. По результатам работы на этапе была получена научнотехничекая продукция:

-программа расчета положения НКА;

-графики траекторий НКА на заданный интервал времени;

- Sky View для заданного НКА в заданный промежуток времени.