**Национальный исследовательский университет**

**«МЭИ»**

**Институт радиотехники и электроники**

**Кафедра радиотехнических систем**

Отчет о проделанной работе по НИР

ФИО студента: Тасканов В.Е.

Группа: ЭР-15-16

Дата:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Подпись: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ФИО преподавателя: Шатилов А.Ю.

Оценка: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Москва, 2021 г.**

**Содержание**

[**1.Добавление расчета координат НС** 3](#_Toc69122115)

[1.1. Алгоритм расчета для ГНСС GPS 3](#_Toc69122116)

[1.1.2. Алгоритм расчета координат 6](#_Toc69122117)

[1.3. Алгоритм расчета для ГНСС ГЛОНАСС 7](#_Toc69122118)

[1.3.2. Алгоритм расчета координат 9](#_Toc69122119)

[**2. Реализация алгоритмов в программе** 13](#_Toc69122120)

[2.1. Скачивание файла 13](#_Toc69122121)

[2.2. Обработка файла 13](#_Toc69122122)

[2.2.1. Обработка файла GPS 13](#_Toc69122123)

[2.2.1. Обработка файла ГЛОНАСС 13](#_Toc69122124)

[2.3. Расчет координат 14](#_Toc69122125)

[2.4. Расчет времени 14](#_Toc69122126)

# **1.Добавление расчета координат НС**

Алгоритм расчета координат в программе будет следующий:

* Скачиваем файл с данными альманаха,
* Обрабатываем файл,
* Рассчитываем координаты

Файл будет скачивать с сервера «инфомационно-аналитечкского центра коррдинатно-временного и навигационного обеспечения, по адресу: «ftp://ftp.glonass-iac.ru/MCC/ALMANAC/», где далее следует выбор года и даты нужного альманаха. На сервере содержится два файла с разными расширениями – agp ( для ГНСС GPS) и agl (для ГНСС ГЛОНАСС).

Скачав файл необходимо его оцифровать (перенести нужные данные в программу для реализации последующих алгоритмов).

Оцифровка файлов для GPS и ГЛОНАСС значительно отличается, поэтому разделим их на разные функции.

## 1.1. Алгоритм расчета для ГНСС GPS

В файле с расширением – agp, содержатся альманахи, записанные в виде строк:

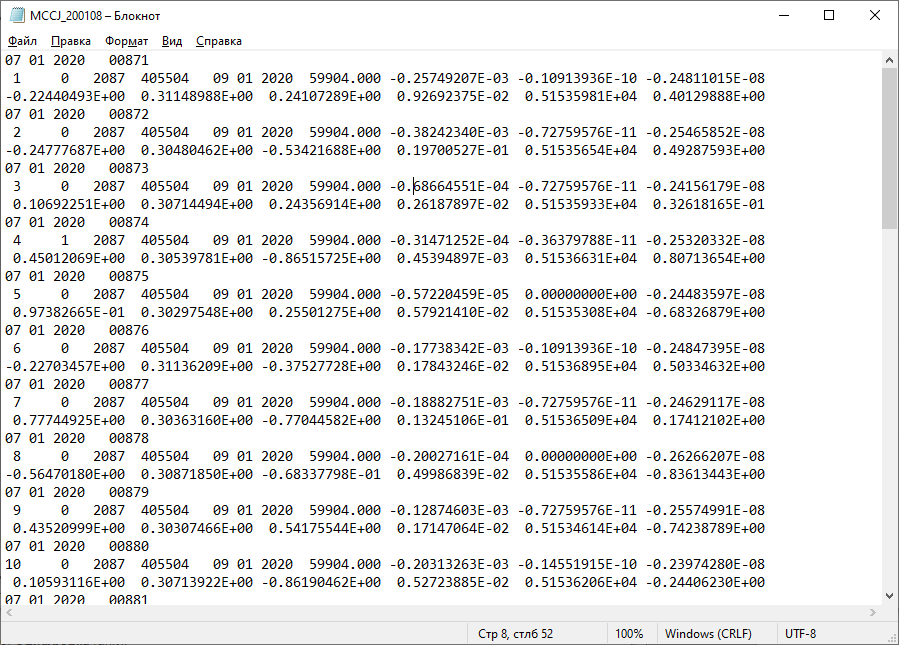


Рисунок 1 – Пример скаченного файла с расширением agp

Где, строка 1, соответствует:

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Число получения альманаха |
| 2 | месяц получения альманаха |
| 3 | год получения альманаха |
| 4 | время получения альманаха от начала суток, с UTC |

Строка 2

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | номер PRN |
| 2 | обобщенный признак здоровья (0 - здоров) |
| 3 | неделя GPS (альманаха) (номер недели полный) |
| 4 | время недели GPS, с (альманаха) (количество секунд от начала недели) |
| 5 | число |
| 6 | месяц |
| 7 | год |
| 8 | время альманаха, с |
| 9 | поправка времени КА GPS относительно системного времени, с, |
| 10 | скорость поправки времени КА GPS относительно системного времени, с/с |
| 11 | Om0 - скорость долготы узла, полуциклы/c, |

Строка 3

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Om0 - долгота узла, полуциклы, |
| 2 | I - наклонение, полуциклы, |
| 3 | w - аргумент перигея, полуциклы, |
| 4 | E – эксцентриситет, |
| 5 | SQRT(A) - корень из большой полуоси, м\*\*0.5, sqrt(A0) |
| 6 | M0 - средняя аномалия, полуциклы, |

1.1.2. Алгоритм расчета координат

Далее полученные значения подставляются в алгоритм расчета координат, который возьмем из ИКД GPS:

1. Определим время, отсчитываемое от опорной эпохи эфемерид:



1. Определим среднее движение:



1. Определим скорректированное среднее движение:



1. Определим среднюю аномалию:



1. Решим уравнение Кеплера минимум 3-мя итерациями и определим :



1. Определим истинную аномалию:



1. Определим скорректированный радиус орбиты спутника:





1. Определим аргумент широты:





1. Определим координаты НС в орбитальной плоскости:



1. Определим скорректированную долготу восходящего узла  определяется из соотношения:





1. Определим скорректированное наклонение орбиты спутника



1. Определим координаты НС в геоцентрической системе координат:



1.3. Алгоритм расчета для ГНСС ГЛОНАСС

В файле с расширением – agl, содержатся альманахи, записанные в виде строк:

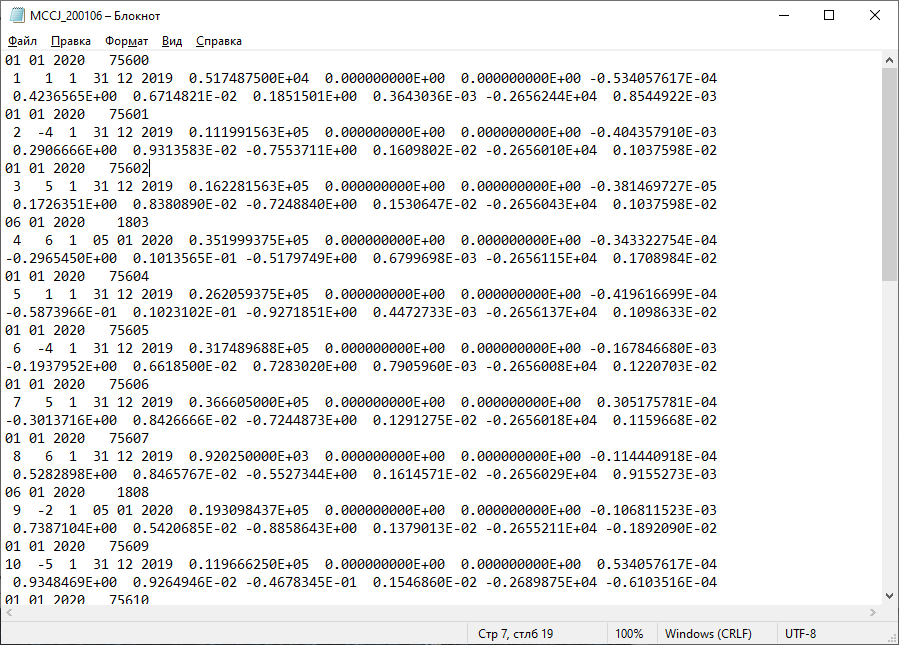


Рисунок 2 – Пример скаченного файла с расширением agl

Где, строка 1, соответствует:

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Число получения альманаха |
| 2 | месяц получения альманаха |
| 3 | год получения альманаха |
| 4 | время получения альманаха от начала суток, с UTC |

Строка 2

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | номер КА в группировке |
| 2 | номер частотного слота (-7 - 24) |
| 3 | признак здоровья по альманаху (0 - 1) |
| 4 | число |
| 5 | месяц |
| 6 | год |
| 7 | время прохождения первого узла, на которое все дано, с |
| 8 | поправка ГЛОНАСС-UTC, с |
| 9 | поправка GPS-ГЛОНАСС, с |
| 10 | поправка времени КА ГЛОНАСС относительно системного времени, с |

Строка 3

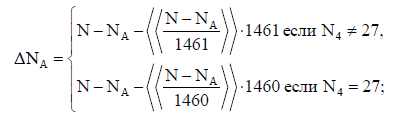
|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Lam - долгота узла, полуциклы |
| 2 | dI - коррекция наклонения, полуциклы |
| 3 | w - аргумент перигея, полуциклы |
| 4 | E - эксцентриситет |
| 5 | dT - поправка к драконическому периоду, с |
| 6 | dTT - поправка к драконическому периоду, с/виток |

1.3.2. Алгоритм расчета координат

Далее полученные значения подставляются в алгоритм расчета координат, который возьмем из ИКД ГЛОНАСС:

1. Определяется интервал прогноза в секундах:



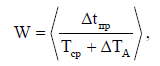
Где: 

N – календарный номер суток внутри четырехлетнего периода, начиная с високосного года, на которых находится заданный момент времени ti в секундах по шкале МДВ;

NA – календарный номер суток по шкале МДВ внутри четырехлетнего интервала, передаваемый НКА в составе неоперативной информации;

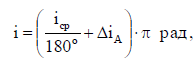
 – вычисление целого, ближайшего к x.

1. Рассчитывается количество целых витков W на интервале прогноза:

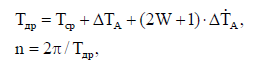


где  выделение целой части x;

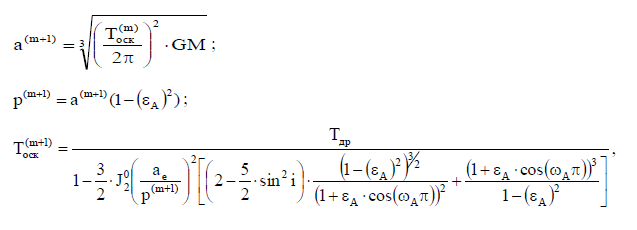
1. Определяется текущее наклонение:



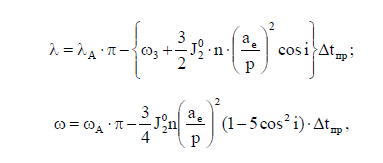
1. Определяются средний драконический период на витке W+1 и среднее движение:



1. Методом последовательных приближений m = 0, 1, 2… рассчитывается большая полуось орбиты a:



1. Определяются текущие значения долготы восходящего узла орбиты и аргумента перигея с учетом их векового движения под влиянием сжатия Земли:



1. Рассчитывается значение средней долготы на момент прохождения текущего восходящего узла:



Где 

1. Определяется текущее значение средней долготы НКА:



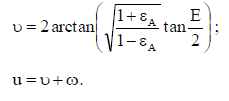
1. Определяется эксцентрическая аномалия путем решения уравнения Кеплера



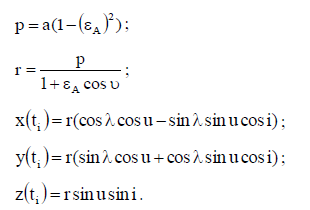
Как правило, используется схема последовательных приближений m = 0, 1, 2, и т.д.:



1. Вычисляются истинная аномалия и аргумент широты НКА u:



1. Рассчитываются координаты центра масс НКА в геоцентрической прямоугольной пространственной системе координат:



# **2. Реализация алгоритмов в программе**

* 1. . Скачивание файла

Для скачивания файла модернизируем раннее созданный алгоритм «download» и для удобства последующих вызовов перенесем его в отдельный файл функции, который назовем: «FTPdownload», на вход которой подается разные пути и названия файла.

Функция содержит заголовочный файл – «FTPdownload.h», в котором хранятся применяемые классы и методы, а также файл с кодом реализации скачивания файла – «FTPdownload.CPP»

## 2.2. Обработка файла

Для обработки файлов также создадим отдельные функции, для ГЛОНАСС – «parserGLNS», а для GPS – «parserGPS»

2.2.1. Обработка файла GPS

Алгоритм обработки файла строится на методе «fscanf», которая обрабатывает последовательно каждое заданное значение, далее переносим полученные значения в массив значений «almanax\_GPS».

Функция содержит заголовочный файл – «parserGPS.h», в котором хранятся применяемые классы и методы, а также файл с кодом реализации обработки файла – «parserGPS.С»

### 2.2.1. Обработка файла ГЛОНАСС

Алгоритм обработки файла строится на методе «fscanf», которая обрабатывает последовательно каждое заданное значение, далее переносим полученные значения в массив значений «almanax\_GLNS».

Функция содержит заголовочный файл – «parserGLNS.h», в котором хранятся применяемые классы и методы, а также файл с кодом реализации обработки файла – «parserGLNS.С»

## 2.3. Расчет координат

Расчет координат для ГЛОНАСС и GPS выведем также в отдельные функции.

Для ГЛОНАСС –« ephemeridsGLNS», расчет соответствует формулам из п.1.3.2;

Функция содержит заголовочный файл – «ephemeridsGLNS.h», в котором хранятся применяемые классы и методы, а также файл с кодом реализации обработки файла – «ephemeridsGLNS».cpp»

Для GPS – «ephemerids» , расчет соответствует формулам из п.1.1.2;

Функция содержит заголовочный файл – «ephemerids.h», в котором хранятся применяемые классы и методы, а также файл с кодом реализации обработки файла – «ephemerids.cpp»

## 2.4. Расчет времени

В процессе расчета координат возникнет проблема – получения времени расчета на которое нужно спрогнозировать координаты.

Для этого запишем класс – «timeCalc», в котором будет производиться перерасчет времени в нужный формат для трех ГНСС – ГЛОНАСС, GPS и GALILEO.

Для создания класса необходимо подать начальные значения: число, месяц, год, часы, минуты, секунды и миллисекунды.

Далее начальные значения преобразуются в секунды, с помощью библиотеки «ctime», а также подсчитывается количество поправок ко времени, для расчета в системе GPS и GALILEO.

В классе имеется три функции расчета времени:

* «timeGLNS» - для расчета времени в системе ГЛОНАСС,
* «timeGPS» - для расчета времени в системе GPS,
* «timeGLL» - для расчета времени в системе GALILEO.