НИУ «МЭИ»

Институт Радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова

Кафедра Радиотехнических систем

Контрольная работа №1

по курсу «Особенности СРНС Глонасс, GPS, Galileo»

Выполнила: Малафеева Д. Д.

Вариант №1

Москва

2020

**Начальные данные:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | СРНС | Текущая дата и время T в шкале UTC (дд/мм/гггг чч:мм:сс) | № НКА |
| 1 | ГЛОНАСС | 22/01/2013 14:05:00 | 1 |

**Требуется:**

1. Записать текущее время в T форматах систем ГЛОНАСС, GPS и Galileo, с учетом поправок между системными шкалами и UTC.

2. Найти альманах группировки заданной СРНС на заданную дату (в интернете).

3. Рассчитать по альманаху координаты и вектор скорости заданного спутника на заданный момент времени, пользуясь алгоритмом из ИКД.

4. Предъявить исходные коды программы, выполняющей расчеты.

**Решение:**

**Текущее время в форматах систем**

* Текущее время UTC:

UTC time is 2013.01.22 14:05:00

* Текущее системное время ГЛОНАСС:

GLN time is 2013.01.22 17:05:00

GLONASST is 5:1453:51300

* Текущее время GPS:

GPS time is 2013.1.22 14:5:16

GPST time is 1724:223500

* Текущее время Galileo:

GALILEO time is 2013.1.22 14:5:16

GST time is 700:223500

**Расчет по альманаху координат и вектора скорости заданного спутника на заданный момент времени по алгоритму ИКД**

Для проверки правильности работы своего алгоритма сначала возьмем дату, время и значения параметров альманаха, приведенные в примере расчёта из ИКД.

1. Интервал прогноза в секундах :

|  |  |
| --- | --- |
| Пример ИКД | Расчёт |
| 104128.375 | ﻿104128.375 |

1. Количество витков на интервале прогноза W:

|  |  |
| --- | --- |
| Пример ИКД | Расчёт |
| 2 | ﻿2 |

1. Текущее наклонение i:

|  |  |
| --- | --- |
| Пример ИКД | Расчёт |
| 1.1305666106990377 | ﻿﻿1.1305666106990377 |

1. Текущий драконический период и среднее движение n:

|  |  |
| --- | --- |
| Пример ИКД | Расчёт |
| 40544.019836425781 | = ﻿40544.01983642578 |
| n = ﻿ 0,00015497193747756143 | n = ﻿0.00015497193747756143 |

1. Большая полуось орбиты

Пример из ИКД:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| m | a | p |  |
| 0 | 25508,047485485004 | 25508,042703710456 | 40547,946040115967 |
| 1 | 25509,694225238574 | 25509,689443155326 | 40547,945533182959 |
| 2 | 25509,694012622691 | 25509,689230539483 | 40547,945533248407 |
| 3 | 25509,694012650143 | 25509,689230566935 | 40547,945533248399 |

Расчет:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| m | a | p |  |
| 0 | ﻿25508047.485484995 | ﻿25508042.703710448 | ﻿40547.94604011597 |
| 1 | ﻿25509694.225238565 | ﻿25509689.44315532 | ﻿40547.94553318296 |
| 2 | ﻿25509694.012622684 | ﻿25509689.23053948 | ﻿40547.94553324841 |
| 3 | ﻿25509694.012650132 | ﻿25509689.230566926 | ﻿40547.9455332484 |

Как видно, различие есть в последних 2 знаках.

1. Текущее значение долготы восходящего узла и аргумента перигея :

|  |  |
| --- | --- |
| Пример ИКД | Расчёт |
| –8,5173843140309469 | = ﻿ ﻿-8.517384314030947 |
| = 1,8178836298808301 | = ﻿ ﻿1.81788362988083 |

1. Средняя долгота на момент прохождения текущего восходящего узла:

|  |  |
| --- | --- |
| Пример ИКД | Расчёт |
| –1,8174637892065451 | = ﻿ ﻿-1.8174637892065448 |
| = 0,00083970352771615942 | = ﻿ ﻿﻿0.0008397035277163815 |

1. Текущее значение средней долготы НКА L:

|  |  |
| --- | --- |
| Пример ИКД | Расчёт |
| 3,5714451660610322 | ﻿﻿3.5714451660610327 |

1. Опустим коррекцию параметров a, А, ε, i, λ, ω, L с учётом периодических возмущений от сжатия Земли.
2. Определим эксцентрическую аномалию E:

 Пример из ИКД (значения в примере с учетом коррекции параметров по п. 9):

|  |  |
| --- | --- |
| m |  |
| 0 | 1,6056839102851030 |
| 1 | 1,6061078513343894 |
| 2 | 1,6061078450235415 |
| 3 | 1,6061078450236359 |

Расчёт (без учета коррекции параметров по п. 9):

|  |  |
| --- | --- |
| m |  |
| 0 | ﻿1.7539670355079562 |
| 1 | ﻿1.753987261238114 |
| 2 | ﻿1.753987259642938 |
| 3 | ﻿1.7539872596430637 |

 Видно, что есть отличие уже в первом знаке после запятой. Предположим, что это различие можно объяснить тем, что коррекция параметров по п. 9 была опущена.

1. Определим истинную аномалию и аргумент широты НКА u:

|  |  |
| --- | --- |
| Пример ИКД | Расчёт |
| 1,6065317766004903 | = ﻿ ﻿1.7539872596430635 |
| u = 3,5723332953966724 | u = ﻿ ﻿﻿ ﻿3.5718708895238933 |

Есть заметная разница в рассчитанном значении истинной аномалии, но эта разница возникает из-за отличия параметра эксцентрической аномалии.

1. Рассчитаем координаты центра масс НКА в геоцентрической прямоугольной системе координат (важно отметить, что в примере ИКД значения в километрах, а в расчёте – в метрах):

|  |  |
| --- | --- |
| Пример ИКД | Расчёт |
| p = 25508,950840878515 | p = ﻿25509689.230566926 |
| r = 25509,337453312484 | r = ﻿ ﻿﻿ ﻿ ﻿25511701.413859025 |
| x(ti) = 10697,116424527978 | x(ti) = ﻿10705133.77294258 |
| y(ti) = 21058,2924140918 | y(ti) = ﻿21061094.886042345 |
| z(ti) = –9635,6794316575106 | z(ti) = ﻿-9626905.117140282 |

Рассчитаем теперь разность между координатами из примера ИКД и рассчитанными (в метрах):

,

,

.

Предположим, что эта разница допустима и связана с отсутствием коррекции по п. 9. Вероятно, также мог повлиять на полученную разницу, например, параметр геоцентрическая константа гравитационного поля Земли, т.к. GM = (398600441,8 **± 0,8**) × 106 м3 /с2.

Тогда можно перейти к расчету составляющих вектора скорости НКА.

1. Составляющие вектора скорости центра масс НКА в геоцентрической прямоугольной СК:

|  |  |
| --- | --- |
| Пример ИКД | Расчёт |
| = 0,0016757724716836881 | = ﻿﻿1.6828441214410088 |
| = 3,9529016345992583 | = ﻿ ﻿﻿ ﻿ ﻿﻿3952.592556779633 |
| (ti) = –0,68610081793104882 | (ti) = ﻿﻿-684.9409427828937 |
| (ti) = –1,1365486509759850 | (ti) = ﻿﻿-1135.5680292141722 |
| (ti) = –3,2499858708515017 | (ti) = ﻿-3250.434305510187 |

Теперь подставим дату, время и параметры альманаха для моего варианта:

1. Интервал прогноза в секундах = ﻿50049.3125
2. Количество витков на интервале прогноза W = 1
3. Текущее наклонение i = ﻿1.1225611472013273
4. Текущий драконический период = ﻿40543.9250844726,

среднее движение n = ﻿0.00015497229965003817.

1. Большая полуось орбиты:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| m | a | p |  |
| 0 | ﻿25508007.743688755 | ﻿25507999.64058046 | ﻿40547.92346653927 |
| 1 | ﻿25509684.757515393 | ﻿25509676.653874364 | ﻿40547.92294079521 |
| 2 | ﻿25509684.53700981 | ﻿25509676.43336885 | ﻿40547.92294086433 |
| 3 | ﻿25509684.5370388 | ﻿25509676.43339784 | ﻿40547.922940864315 |

1. Текущее значение долготы восходящего узла = ﻿-1.6326033520165617

и аргумента перигея = ﻿7.292115e-05.

1. Средняя долгота на момент прохождения текущего восходящего узла:

,

1. Текущее значение средней долготы НКА L = ﻿1.473358386382771.
2. –
3. Эксцентрическая аномалия:

|  |  |
| --- | --- |
| m |  |
| 0 | ﻿﻿1.2166054695519775 |
| 1 | ﻿﻿1.2165857316333453 |
| 2 | ﻿﻿1.21658572777484 |
| 3 | ﻿﻿1.2165857277740857 |

1. Истинная аномалию = ﻿1.2165857277740857,

аргумент широты НКА u = ﻿1.4738870185896664.

1. Координаты центра масс НКА:

p = ﻿25509676.43339784,

r = ﻿25504690.466337528,

x(ti) = ﻿10827817.235416453,

y(ti) = ﻿-3142584.7823566454,

z(ti) = ﻿22877320.00444561.

1. Скорость центра масс НКА:

= ﻿2.0896330658842452,

= ﻿3953.6780875383865,

(ti) = ﻿180.26072098574767,

(ti) = ﻿3127.5387233986253,

(ti) = ﻿346.6324245942351.

Строка из эфемеридной информации:

\* 2013 01 22 17 0 0.00000000

PR 1 8407.699178 17872.585366 -16160.270127 -174.644887