**Практическая работа № 1**

«Вычисление координат GPS спутников по данным навигационного сообщения»

|  |  |
| --- | --- |
| **Цель работы:** | закрепить знания о движении ИСЗ, элементах их орбит и взаимосвязях между элементами, дать навыки практического вычисления положения спутников по Кеплеровым элементам орбиты. |
| **Бюджет времени:** | 2 часа |
| **Задание:** | найти прямоугольные геоцентрические координаты конкретного спутника в системе WGS-84 на указанный момент наблюдений (в соответствии с вариантом задания) по бортовым эфемеридам спутников GPS (приведенным в виде файла навигационного сообщения). |

**Методика вычислений:**

1. Перевести момент наблюдений из юлианской даты в секунды текущей недели GPS:

Шкала времени GPS стартовала в эпоху 00:00:00 06.01.1980 и определяется через GPS недели (WN) и секунды в GPS неделе (GPSsec).

|  |  |
| --- | --- |
| **Название** | **Величина** |
| Момент наблюдений, t | 05:05:40 |
| Дата наблюдений (daym monthm yearm) | 27.07.2010 |
| Скачек секунд | 15 |
| Неделя GPS, WN | 1594 |

Число секунд, прошедшее с момента запуска шкалы GPS можно определить из формулы:

где tsec – момент наблюдений t, переведенный в секунды.

где исло лет, прошедших с начальной эпохи; int – целая часть вещественного числа, полученного в результате деления.

Величина учитывает добавочный день високосного года. Год является високосным, если он кратен 4 и при этом не кратен 100, либо кратен 400.

Год не является високосным, если он не кратен 4, либо кратен 100 и не кратен 400.

День в системе GPS вычисляется от 6 января при помощи количества дней, прошедших от начала года, и дня, предшествующего дате наблюдений:

Количество дней от начала года в каждом месяце:

Для вычисления числа секунд, прошедших с начала текущей GPS недели необходимо воспользоваться выражением:

1. Идентифицировать Кеплеровы элементы и заполнить таблицу исходных данных

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Параметр** | **Величина** | **Название** | **Единица измерения** |
| SVprn |  |  |  |
| year |  |  |  |
| month |  |  |  |
| day |  |  |  |
| hour |  |  |  |
| minute |  |  |  |
| second |  |  |  |
| a0 |  |  |  |
| a1 |  |  |  |
| a2 |  |  |  |
| Toe () |  |  |  |
| WN |  |  |  |
| sqrtA () |  |  |  |
| e |  |  |  |
| DELTA\_n () |  |  |  |
| i0 |  |  |  |
| i\_DOT () |  |  |  |
| M0 |  |  |  |
| OMEGA\_0 ( |  |  |  |
| OMEGA\_DOT ( |  |  |  |
| omega () |  |  |  |
| Cuc |  |  |  |
| Cus |  |  |  |
| Crc |  |  |  |
| Crs |  |  |  |
| Cic |  |  |  |
| Cis |  |  |  |

1. **Вычислить большую полуось орбиты и среднее движение ИСЗ**

;

*,*

где , = 3,986005×1014 км³/c².

1. **Вычислить положение спутника на орбите в указанный момент наблюдений**

Угловые величины вычисляются в радианах.

* 1. Средняя аномалия: *, значение от 0 до 2π.*
  2. Эксцентрическая аномалия: *, значение от 0 до 2π.*

Вычисляется методом приближений:

, ,

* 1. Истинная аномалия
  2. Невозмущенный аргумент широты:
  3. Возмущения аргумента широты, радиус-вектора и наклонения орбиты
  4. Возмущенные аргумент широты, радиус-вектор и наклонение орбиты

1. **Вычислить орбитальные координаты спутника**
2. **Исправленная долгота восходящего узла орбиты**

*значение от 0 до 2π.,*

где , [rad/s] – угловая скорость вращения Земли.

1. **Вычислить прямоугольные геоцентрические координаты спутника**

**Контроль результатов:** сравнить с точными координатами спутников и оценить ошибку вычисления координат по бортовым эфемеридам спутников.