# Лабораторна робота № 3

# Дослідження орбітального руху навігаційних космічних апаратів

Мета роботи: дослідження моделей руху супутників GPS.

1 Теоретичне введення

Для вирішення навігаційного завдання необхідне знання координат НКА в будь-який момент часу. Координати можна визначити знаючи модель руху супутників, а необхідні параметри орбіт визначаються з відповідних файлів формату Rinex.

Для знаходження вектора стану спостерігача необхідно вміти обчислювати вектор стану НКА. Вихідні дані для побудови алгоритму містяться в интерфейсном документі GPS-системи.

Для опису руху НКА системи GPS використовують геоцентричну обертову систему координат WGS-84 ( "World Geodetic System"). Час в системі представляється номером тижні і зміщенням від початку тижня в секундах. Відлік системного часу GPS ведеться безперервно починаючи з 0 годин 00 секунд 5 січня 1980 року по Грінвічу.

Розрахунок вектора стану НКА виробляється за допомогою ефемеридних даних або ефемерид, що передаються з борту. Ефемеридні дані оновлюються раз на дві години і відносяться до часу доби (опорного, вихідного моменту часу). Термін дії ефемерид складає 604800 секунд або тиждень. Ефемериди складаються зі стандартних елементів кеплеровской орбіти і деяких параметрів:

 – епоха,

– квадратний корінь з піввісь орбіти,

 – відхилення значення середнього руху від,

 – середня аномалія на час доби,

– ексцентриситет орбіти,

– кут перигею,

– нахил орбіти на час доби,

– швидкість зміни способу орбіти,

– довгота висхідного вузла площині орбіти на час доби,

– швидкість зміни довготи висхідного вузла площині орбіти,

– амплітуда синусоїдальної поправки аргументу широти,

– амплітуда косинусоидальної поправки аргументу широти,

– амплітуда синусоїдальної поправки радіуса орбіти,

– амплітуда косинусоидальної поправки радіуса орбіти,

– амплітуда синусоїдальної поправки способу орбіти,

– амплітуда косинусоидальної поправки способу орбіти,

У інтерфейсному документі GPS запропонована аналітична модель для визначення вектора положення НКА. Згідно інтерфейсного документу,

Вектор положення НКА  на момент часу   визначається покроковим обчисленням наступних величин:

 час з початку епохи;

 – середній рух ,

де  – універсальна гравітаційна постійна Землі в системі WGS-84;

 – скориговане середній рух;

 – середня аномалія;

– ексцентрична аномалія (рівняння Кеплера);

 справжня аномалія;

 – аргумент широти;

 – поправка аргументу широти;

– поправка радіуса-вектора;

 – поправка до нахиленню;

 – скоригований аргумент широти;

 – скоригований радіус орбіти;

– скориговане нахил.

– становище довготи висхідного вузла в інерціальній системі координат осі якої збігаються з рухомою WGS-84 на даний момент часу,

де - кутова швидкість обертання землі в системі WGS-84.

Вектор положення в площині орбіти НКА описується наступними співвідношеннями:

.

Компоненти вектора положення НКА в системі координат WGS-84, згідно з [1], задовольняють наступним співвідношенням:

.

У даній роботі були отримані співвідношення для визначення компонент вектора швидкості. Для отримання цих співвідношень необхідно обчислити такі похідні:

,

,

,

,

,

,

,

,

.

Отже, вектор швидкості в площині орбіти НКА описується наступними співвідношеннями:

.

Диференціюючи співвідношення для компонент вектора положення, отримуємо компоненти вектора стану i-го НКА під обертається системі координат WGS-84:



2 Індивідуальне завдання

1. Отримайте вихідні дані.

2. Створіть папку koordinat\_my створити в ній m-файл.

3. Визначте знаходження даних в файлах формату Rinex.

4. Вирішіть задачу в середовищі Matlab.

5. Отримайте графіки руху НКА за добу.

6.Данние занесіть в звіт.

7. Зробіть висновки.

**Звіт по лабораторній роботі повинен містити:**

1. мету й короткий теоретичний опис лабораторної роботи;
2. вихідні (вхідні) дані для розрахунків;
3. для пунктів індивідуального завдання: експериментально отримані результати розрахунків, графіки й лістинг операцій у використовуваному програмному середовищі;
4. аналіз отриманих результатів і висновки.
5. відповіді на контрольні питання.

Контрольні питання і завдання

1. 1. Назвіть основні параметри орбіти НКА.

2. Що таке ексцентриситет орбіти?

3. Запишіть рівняння Кеплера.

4. Як з рівняння Кеплера визначити ексцентриситет?

5. Чому дорівнює період обертання супутників GPS?

6. Яка інформація міститься в файлах формату Rinex 2.11?

**Література**

1. Гофман-Веленгоф Б. Лихтенегер Г. Глобальная система супутникової навігації. Теорія і практика. Київ: Наукова думка, 1996

2. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. М: Горячая линия – Телеком, 2005, 272с.

3. Шебшевич В.С. Сетевые спутниковые радионавигационные системы. М.: Радио и связь. 1986