

Пальчик А. М., Савчук С.О.

ВИКОРИСТАННЯ GPS-ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИШУКУВАННІ ТА ПАСПОРТИЗАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Анотація. Одним із методів визначення основних параметрів(плану, поздовжнього та поперечного профілів) автомобільної дороги є використання GPS - технологій, що ґрунтується на визначенні координат за допомогою глобальної навігаційної супутникової системи.

Ключові слова: GPS, DGPS, вимірювання координат, паспортизація доріг.

Аннотация. Один с методов определения основных параметров (плана, продольного та поперечного профилей) автомобильной дороги есть использование GPS-технологий, которые основаны на определении координат с помощью глобальной навигационной спутниковой системы.

Ключевые слова: GPS, DGPS, измерение координат, паспортизация дорог.

Annotation. One method of determining the main parameters (plan, longitudinal and transverse profiles) of the road is the use of GPS - technology that is based on the determination of coordinates using global navigation satellite system.

Key words: GPS, DGPS, coordinate measurement, certification roads.

Наразі в світі широко використовуються навігаційні системи NAVSTAR та його російський аналог ГЛОНАСС. Вони мають аналогічний принцип дії.

GPS – це аббревіатура назви глобальної навігаційної супутникової системи визначення місця розташування Global Position System. GPS-система складається із деякої кількості спеціально розроблених низькоорбітальних супутників, яки служать для визначення точних координат.

Положення об'єкту обчислюється на ньому завдяки використанню [GPS-приймача](#), який приймає та обробляє сигнали супутників космічного сегменту GPS системи глобального позиціонування. Для визначення точних параметрів орбіт супутників та керування, GPS система в своєму складі має наземні центри управління.

Принцип визначення координат полягає в одночасному вимірі відстані до декількох супутників з відомими параметрами їхніх орбіт на кожний момент часу і наступному обчисленні за зміненим відстаням своїх координат, при цьому таких супутників повинно бути не менше чотирьох.

GPS приймач обчислює власне положення, вимірюючи час проходження сигналу від GPS супутників. Кожен супутник постійно надсилає повідомлення, в якому міститься інформація про час відправки повідомлення, точку орбіти супутника, з якої було надіслано повідомлення (ефемеріс), та загальний стан системи і приблизні дані орбіт всіх інших супутників угруповання системи GPS (альманах). Ці сигнали розповсюджуються зі швидкістю світла у всесвіті, та із трохи меншою швидкістю через атмосферу. Приймач використовує час отримання повідомлення для обчислення відстані до супутника, виходячи з якої, шляхом застосування геометричних та тригонометричних рівнянь обчислюється положення приймача^[1]. Отримані координати перетворюються в більш наочну форму, таку як широта та довгота, або положення на карті, та відображається користувачеві.

Оскільки для обчислення положення необхідно знати час з високою точністю, необхідно отримувати інформацію із 4-х або більше супутників задля усунення необхідності в надточному годиннику. Іншими словами, GPS приймач використовує чотири параметри для обчислення чотирьох невідомих: x , y , z та t . В деяких окремих випадках може бути необхідною менша кількість супутників. Якщо заздалегідь відома одна змінна (наприклад, висота над рівнем моря човна в океані дорівнює 0), приймач може обчислити положення використовуючи дані з трьох супутників. Також, на практиці, приймачі використовують різну допоміжну інформацію для обчислення положення з меншою точністю в умовах відсутності чотирьох супутників.

Система навігації знайшла своє застосування в багатьох галузях, таких як геодезія, картографія, навігація та інші:

- Геодезія: за допомогою GPS визначаються точні координати точок і межі земельних ділянок. Також можна використовувати для вишукувальних робіт та паспортизації автомобільних доріг.
- Картографія: GPS використовується в цивільній і військовій картографії.
- Навігація: із застосуванням GPS здійснюється як морська так і дорожня навігація.
- Супутниковий моніторинг транспорту: за допомогою GPS на диспетчерському пункті ведеться спостереження за маршрутом руху, швидкістю та іншими параметрами транспорту.

Зважаючи на відстань між приймачем та супутниками точність обчислення положення залежить від багатьох факторів та визначається лише з деякою вірогідністю. Радіосигнали супутників можуть екрануватись або відбиватись оточенням приймача, що збільшує похибки визначення часу надходження сигналу та спотворює результат вимірювання.

В першу чергу мають значення атмосферні явища та поточне розташування супутників відносно приймача. Похибка обчислення положення буде більшою, якщо всі доступні супутники сгруповані в одній півкулі відносно приймача в порівнянні з ситуацією, коли приймач має змогу отримати сигнали супутників з різних боків. Ситуація обмеженої видимості супутників досить поширена в містах завдяки екрануванню сигналів спорудами.

Звичайна точність сучасних GPS-приймачів в горизонтальній площині становить 5-10 метрів, та 10-20 метрів за висотою, але за збігом деяких умов, обчислене приймачем положення може короткочасно відрізнитися на значно більші величини. Виробники GPS приймачів визначають величину похибки положення так: не гірше 5 метрів в 50% часу спостереження, та не гірше 8 метрів в 90% часу, похибка визначення швидкості не більше 0,06 м/с.

Диференційний режим GPS

Найбільш ефективним засобом виключення помилок є диференційний спосіб спостереження –DGPS. Його суть складається у виконанні вимірів двома приймачами: один встановлюється в точці, яка визначається, а інший в точці з відомими координатами – базова (контрольна) станція (рис.1). Так як відстань від супутників по приймачів значно більше відстані між самими приймачами, то вважають, що умови прийому сигналів обома приймачами практично однакові, тому і величини похибок також будуть близькі. В режимі DGPS вимірюють не абсолютні координати першого приймача, а його положення відносно базового (вектор бази). Використання диференційного режиму дозволяє довести точність кодових вимірювань до десятків сантиметрів, а фазових – до одиниць міліметрів.

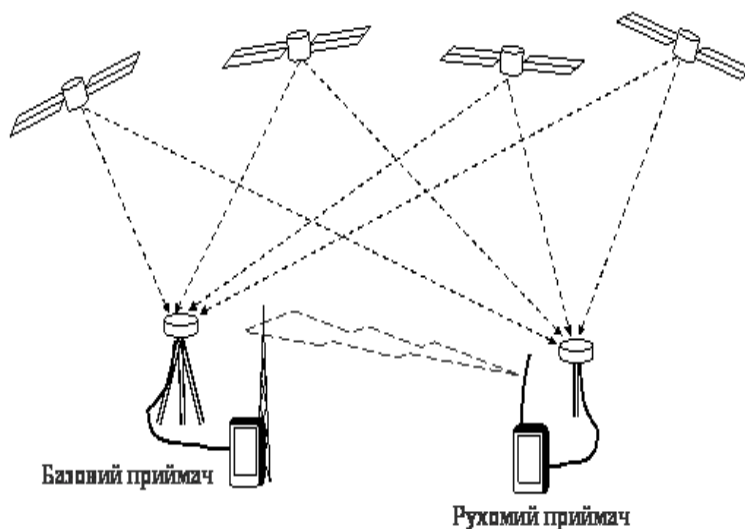


Рисунок 1 – Схема роботи DGPS

Найкращі показники мають фазові двох частотні приймачі. Вони відрізняються від фазових одно частотних більш високою точністю, більш широким діапазоном вимірюваних векторів баз і більшою швидкістю і стійкістю вимірів. Метод DGPS може бути використаний двояко. Якщо необхідно визначити координати в режимі реального часу, то необхідний радіоканал для передачі диференційних поправок, а в склад GPS- приймача має входити радіомодем.

Якщо передача поправок не виконується, то можна використовувати режим обробки після вимірювань. В цьому випадку результати вимірів обох приймачів

записуються на засобах пам'яті приймачів (наприклад, магнітні картки), а після закінчення вимірювань накопичена інформація обробляється спеціальним програмним забезпеченням і вираховується точне значення вектора бази. Для визначення координат точок місцевості в режимі оброблення після вимірювань необхідно мати дані не менше, ніж чотирьох станцій з відомими координатами. Таким чином може бути досягнута сантиметрова точність результатів. При цьому час вимірювань двох частотними приймачами має бути не менше двох годин. Взагалі, точність вимірювань залежить від часу вимірювань, типа приймача та антени, а також програмного забезпечення, яке використовується для оброблення даних. Наприклад, при використанні одно частотного фазового приймача можна отримати метрову точність результатів при часі вимірювань близько декількох хвилин. Дані про диференційні GPS – поправки, отримані після обробки сигналів всіх станцій, доступні користувачам через 4 години після закінчення вимірювань. Інформація може бути передана з центра управління через Internet або по каналам модемного зв'язку.

Технологія GPS дозволяє вирішувати геодезичні завдання самого різного рівня: від розвитку державної геодезичної мережі до інвентаризації земельних ділянок. Практика показує, що продуктивність праці зростає при цьому в десятки разів. GPS для збільшення точності визначення місця розташування пунктів доповнюється диференціальною підсистемою.

Для виконання надточних робіт, таких як геодезичні роботи, в тому числі й паспортизація автомобільних доріг, звичайно краще використовувати диференційний режим GPS, тому що він забезпечує більшу точність вимірювань. Точність вимірювань GPS становить 5-10 метрів, при тому як точність вимірів DGPS може доходити до декількох сантиметрів, а в деяких випадках може сягати навіть декількох міліметрів.

Звичайно ця система має певні обмеження: призначений для користувача приймач, за допомогою якого здійснюються роботи повинен знаходитися не далі 10-12 км. від перманентної станції (якщо це однофазний приймач) і 40-90 км, залежно від топографії місцевості (якщо приймач двофазний).

Найчастіше застосовують методику виміру псевдодальності по Р-коду, а також виміру фазовим способом по Р-коду. В цьому випадку поправки з базової станції передають по радіоканалах або за допомогою GSM/GPRS-протоколів як оброблені виміри фази або як поправки до фази тієї, що несе. При цьому точність вимірів місця розташування об'єкта складає 0,5 - 5 см.

Ідеальними методами для отримання координат лінійних об'єктів, таких як дорога, є – **Кінематичний метод із статичною ініціалізацією (Kinematic with Static Initialization)**.

На базовому пункті з відомими координатами виробляється процедура ініціалізації, потім рухливий приймач переміщається в початкову точку маршруту руху і виробляє там спостереження протягом декількох хвилин. Далі рухлива платформа з приймачем починає рух по маршруту. GPS - виміри виконуються безперервно під час руху з інтервалом 1 сек. Точність методу становить:

I. Для двочастотних приймачів:

- у плані: 20 мм;
- по висоті: 20 мм;

II. Для одночастотних приймачів:

- у плані: 20 мм;
- по висоті: 20 мм.

Результати проїзду показано на рис. 2 точки показують місця замірів координат на автомобільній дорозі.



Рисунок 2 – Розміщення точок замірів координат на автомобільній дорозі.

Кінематичний метод з ініціалізацією “на ходу” (Kinematic with On - the Fly Initialization)

Даний метод не вимагає для ініціалізації розміщення рухливого приймача на базовій станції - ця процедура виконується безпосередньо при русі транспортного засобу по маршруту. Крім того, якщо з будь-якої причини стався збій спостережень (наприклад, через проїзд під залізничним мостом), процес ініціалізації виконується знову без зупинки рухи. Точність методу та ж, що й для «Кінематичного методу із статичною ініціалізацією».

Можливе також використання GPS технологій, без використання диференційного режиму, звичайно точність цих вимірювань буде меншою, але якщо при вимірюванні використовується більше ніж 4 супутники, точність вимірювань значно підвищується. Чим більше супутників вловлює приймач тим більш точними будуть вимірювання.

Таким чином для вишукувань та паспортизації автомобільних доріг краще використовувати диференційний режим GPS, яких забезпечує більшу точність вимірювань. Визначаючи положення автомобіля при проїзді дорогою при проведенні вимірювань можна визначити координати, за якими будується план дороги та її поздовжній профіль., що показано на рис.3.

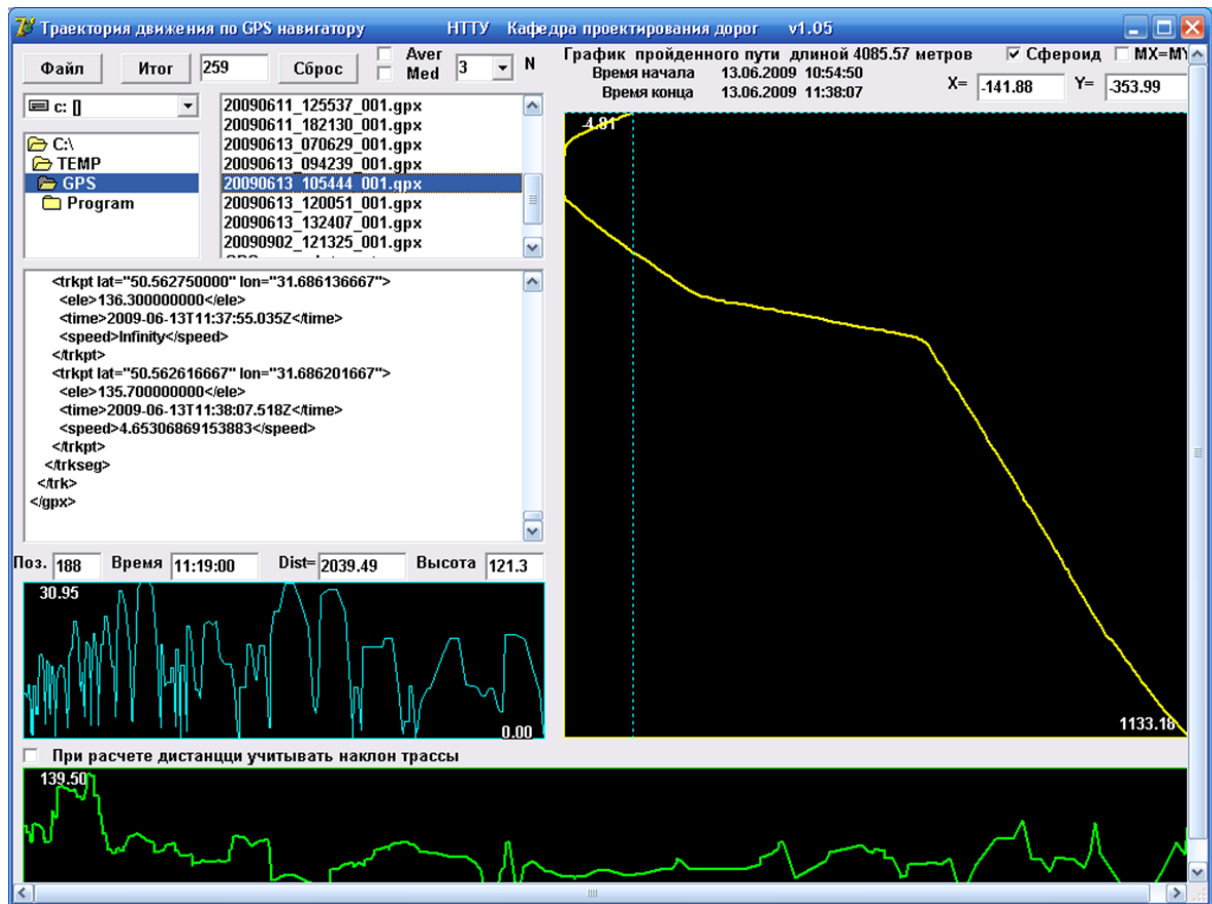


Рисунок 3 – Дані замірів GPS

На графіку приведено дані : координати X.Y.Z ; вісь автомобільної дороги, поздовжній профіль.

Знаючи координати можна визначити радіуси горизонтальних та вертикальних кривих і поздовжні похили. Отримані дані можна використовувати при прийнятті рішень щодо реконструкції автомобільної дороги. Вимірювання необхідно проводити кожної секунди, при цьому швидкість автомобіля має бути досить не значною, щоб забезпечити достовірність результатів. При великій швидкості автомобіля можна отримати неправильні результати. Якщо вертикальна крива має невеликий радіус, а швидкість автомобіля значною, тоді навіть при проведенні вимірювань кожної секунди крива може не відобразитися.

При вишукувальних роботах також доцільно використовувати цей метод, за допомогою приймача при проходженні маршруту по траєкторії прокладання траси, можна досить точно визначити координати поверхні землі, тобто побудувати чорну лінію на поздовжньому профілі. Ці дані можна використовувати для подальших розрахунків.