

Міністерство освіти і науки України

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою

Кафедра автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи магістра

на тему:

Особливості створення постійно діючої глобальної навігаційної супутникової системи – мережі в Тунісі

Розробив: **Аккарі Омар**

студент гр. 601-БЗ,

спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»
№ з.к. 20149

Керівник: **Шарий Григорій Іванович**

д.е.н., професор кафедри автомобільних доріг,
геодезії, землеустрою та сільських будівель

Рецензент: _____

Полтава 2021

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою
Кафедра автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

**до кваліфікаційної роботи магістра
на тему**

Особливості створення постійно діючої глобальної навігаційної супутникової системи – мережі в Тунісі

Розробив: **Аккарі Омар**

студент гр. 601-БЗ,

спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

№ з.к. 20149

Консультанти:

із земельно-правових питань _____ д.е.н., професор **Шарий Г.І.**

із геодезії _____ к.т.н., доцент **Карюк А.М.**

із супутникової геодезії _____ д.т.н., професор **Єрмоленко Д.А.**

Нормоконтроль _____ к.т.н., доцент **Щепак В.В.**

Допустити до захисту

зав. кафедри _____ к.т.н., доцент **Литвиненко Т.П.**

Вступ

Глобальна навігаційна супутникова система (GNSS) - це система супутникового позиціонування, яка пропонує цивільним користувачам цілодобові геолокаційні та навігаційні послуги. Досить бути оснащеним приймачем GNSS, щоб знати положення об'єкта. GNSS надає точну інформацію про позиціонування необмеженій кількості людей, вдень і вночі, в будь-якій точці світу.

Однак використовувані методи кардинально відрізняються від методів класичної топографії. Вимірювання GNSS відносно прості і забезпечують хороші результати, дотримуючись певних фундаментальних правил. Установка постійної опорної станції також може сприяти швидкій і точнішій реалізації топографічної роботи за тим же принципом

В даний час топографія постійно розвивається, тому що сьогодні можна сказати, що топографія дійсно знаходиться на передньому краї технологій, зберігаючи при цьому вимір непередбачених, пов'язаних з умовами, завжди відмінними від однієї місії до іншої. Застосування сучасних технологій, таких як геоматика, робить роботу швидшою і простішою у виконанні

Дійсно, ця технологія полегшує отримання, представлення, аналіз та інтеграцію географічних даних. Кілька супутникових мереж з декількох країн заважають визначенню координат положення для більшої точності в результатах.

РОЗДІЛ І. ГЛОБАЛЬНА НАВІГАЦІЙНА СУПУТНИКОВА СИСТЕМА (ГНСС)

1.1. Принцип позиціонування GNSS

Глобальна навігаційна супутникова система (GNSS) - це система супутникового позиціонування, яка пропонує цивільним користувачам цілодобові геолокаційні та навігаційні послуги. Досить бути оснащеним приймачем GNSS, щоб знати положення об'єкта. GNSS надає точну інформацію про позиціонування необмеженій кількості людей, вдень і вночі, в будь-якій точці світу.

GNSS включає в себе кілька різних систем позиціонування, а саме GPS (Глобальна система позиціонування) США, ГЛОНАСС (Глобально-найна Навігаційная sputnikovaya sistema) Російської Федерації, Galileo для Європи і Компас / Beidou систем Китаю. Крім того, регіональні системи були розгорнуті або заплановані, в тому числі кілька супутникових систем збільшення (SBAS), таких як японська супутникова система Quasi Zenith (QZSS) і Індійська регіональна навігаційна супутникова система (IRNSS). Таким чином, більшість сучасних приймачів GNSS покладаються на сигнали з усіх супутників у сузір'ї GNSS, якщо вони видимі.

Системи позиціонування розвиваються, оскільки все більше і більше супутникових сигналів доступні, з більш точною інформацією. Завдяки вдосконаленню цих систем, застосування не припиняють розвиватися, наприклад, в сільському господарстві, топографії, картографії, авіації, флоті, дорогах і т.д.

Ці системи позиціонування використовуються для створення національних тривимірних геодезичних мереж, що використовуються професіоналами для точних топографо-геодезичних робіт.

Геодезична мережа - це матеріалізація геодезичної системи на землі, що полегшує топографо-геодезичні роботи.

Глобальна навігаційна супутникова система (GNSS) заснована на супутникових сузір'ях, що забезпечують глобальне покриття для геопозиції. Після військового інтересу до точного позиціонування та навігації, цивільне використання GNSS швидко розвивалося та демократизувалося за допомогою багатьох застосувань. Не обов'язково згадувати про незамінне і щоденне використання GPS в наших нинішніх суспільствах, щоб допомогти навігації. Також з'явилося багато інших прямих або похідних додатків.

Згадаємо, наприклад, вимірювання тектонічних зміщень, рухів льодовиків або айсбергів і т.д.

Саме американці ще в 1970-х роках почали встановлювати перше сузір'я супутників GNSS (пор. [Seeber, 1993]): GPS (Глобальна система позиціонування), яка довгий час була єдиним повністю діючим сузір'ям, до появи російського сузір'я ГЛОНАСС (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema), яке забезпечувало глобальне охоплення з 2011 року (пор. 2005)). Мережа GNSS для позиціонування в даний час тільки стає щільнішою з недавнім розвитком нових сузір'їв, таких як європейська система Galileo, китайська система COMPASS-BeiDou, індійська IRNSS або японська система QZSS.



Рисунок1: СОЗВЕЗДИЕ спутников GPS



Рисунок2: Спутник

Система позиціонування GNSS класично складається з трьох сегментів (пор. [Duquenne et al., 2005]):

Ø Космічний сегмент, що складається з усіх супутників;

Ø Сегмент управління дає можливість керувати системою за допомогою визначення і прогнозування параметрів орбіти і годинника кожного супутника. Ці параметри передаються (приблизно кожні 8 годин для сузір'я GPS) на всі супутники набором наземних станцій;

Ø Сегмент користувачів відповідає всім цивільним і військовим користувачам системи. Слід згадати про національні та міжнародні організації, які підтримують свої власні постійні мережі GNSS, що складаються з наземних станцій, таких як IGS (International GNSS Service) або RGP (Постійна мережа GNSS), створена та підтримується IGN (Institut Géographique National) у Франції. Ці організації збирають і обробляють дані з різних сузір'їв GNSS, перш ніж поширювати їх на користувачів. На рисунку нижче показано різні компоненти GNSS.

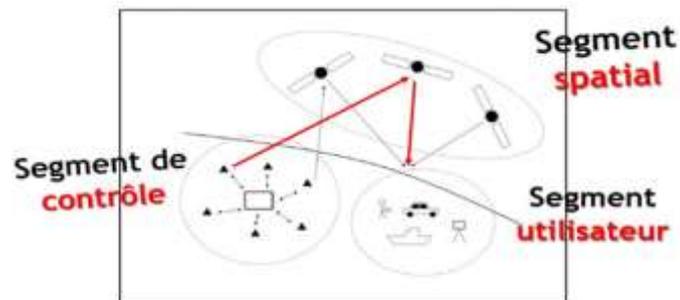


Рисунок 3: Строительные блоки Gns

На практиці позиціонування GNSS може здійснюватися двома різними способами: або шляхом вимірювання коду (див. розділ 1.4), або шляхом фазового вимірювання (див. розділ 1.5). Обидва ці методи вимагають точного знання положення кожного супутника. Це визначається сегментом управління (ефемерида і альманах), а також апостеріорі за сегментом користувачів, наприклад, IGS. Для цього ця організація поєднує в собі різні геодезичні методи, такі як лазерна телеметрія на супутнику SLR (супутникове лазерне ранжирування) або система DORIS (визначення орбіти та інтегроване радіо

позиціонування супутником), або змінює вимірювання, отримані приймачами відомих позицій.

1.2. Супутниковий сигнал

Кожен супутник GNSS безперервно передає мікрохвильову піч L-типу (діапазон частот від 1 до 2 ГГц, довжина хвилі від 15 до 30 см), основна частота якої модулюється. Дійсно, фаза основного сигналу, що генерується супутником, модулюється різною фазованою інформацією. Ця фаза модуляції дозволяє супутнику відправляти: Ø Навігаційне повідомлення, яке включає, зокрема, ефемериду супутників (кеплерівські параметри орбіти та їх первинні похідні щодо часу), спрощені коефіцієнти глобальної іоносферної моделі, стан здоров'я супутника та різницю між часом GNSS та UTC; Псевдовипадковий код PRN (Pseudo Random Noise), специфічний для кожного супутника, дозволяє ідентифікувати його: це система CDMA (Code Division Multiple Access), що використовується всіма сузір'ями, за винятком спеціального випадку системи ГЛОНАСС, яка працює в FDMA (Частотний поділ множинного доступу), тобто супутник ідентифікується за фазою свого сигналу. На наступному малюнку показана типова структура сигналу GNSS. Сигнал GNSS зазвичай складається з множення частоти носія, псевдовипадкового коду (Код) і даних навігаційних повідомлень (Дані).

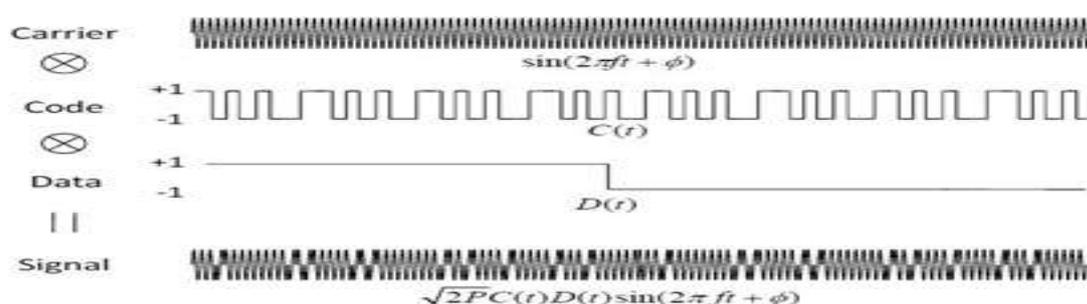


Рисунок 4: Типичная структура сигнала GNSS

1.3. ВИМІРЮВАННЯ КОДУ

Основний принцип позиціонування за допомогою вимірювання коду заснований на спостереженні відстаней між різними супутниками і приймачем

Позиціонування приймача за допомогою вимірювання коду в абсолютному режимі експлуатує вимірювання відстані приймача до спостережуваних супутників. Оскільки швидкість хвилі, що випромінюється супутником, приблизно дорівнює швидкості (c) світла, легко визначити відстань між приймачем і супутником, знаючи тривалість.

поширення сигналу $\Delta t_{r,GPS}^s$ в шкалі часу GPS. Це говорить про наступне рівняння:

$$\rho_r^s = c(\Delta t_{r,GPS}^s) \quad (1.4.1)$$

$$\rho_r^s = c(t_{GPS}^r - t_{GPS}^e) \quad (1.4.2)$$

З:

t_{GPS}^r : момент або час прийому сигналу в шкалі часу GPS;

: момент або час передачі сигналу в шкалі часу GPS;

ρ_r^s : Геометрична відстань між приймачем r і супутником s .

Тільки на практиці, по-перше, є шкала часу на рівні приймача і ще одна шкала часу на рівні супутника, яка повинна бути враховані (пор. [M'Bra K., 1991, P27]). По-друге, час поширення сигналу між супутниками і приймачем(r) визначається шляхом аналізу зсуву між отриманим супутниковим сигналом і реплікою псевдовипадкового коду, що генерується приймачем (див. Малюнок 3). Дійсно, код, що генерується супутником,

надходить до приймача з затримкою Δt^r , що відповідає часу, прийнятому хвилею для подорожі по шляху між супутником і приймачем. Таким чином, вимірювання проводиться шляхом зміщення коду приймача відносно часу, поки він не буде вирівняний з супутниковим кодом

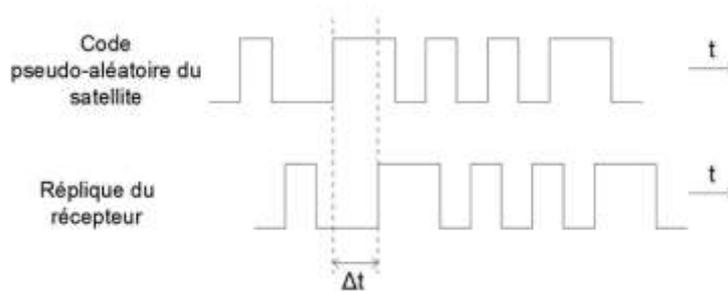


Рисунок 5 :Р частота измерения псевдодальности для позиционирования GNSS

Ця процедура, яка відбувається в електроніці приймача, дає можливість отримати час поширення, який є функцією відповідних годинників приймача і супутника, а не шкали часу GPS. Це пов'язано з тим, що ці три часові шкали не синхронізуються. На практиці (пор. [Duquenne et al., 2005]):

$$1. \quad \Delta t_r^s = t_{\text{recep}}^r - t_{\text{sat}}^e \quad 2. = \quad - \quad (1.4.3)$$

t_{sat}^e : момент або час передачі сигналу в шкалі часу супутника;

t_{recep}^r : момент або час прийому сигналу в шкалі часу прийому;

Тому ми повинні підключити ці дві шкали до однієї шкали часу, часу GPS, такого як:

$$t_{\text{sat}}^e = t_{\text{GPS}}^e + dt^s$$

$$t_{\text{recep}}^r = t_{\text{GPS}}^r + dt_r$$

dt_r : зміна часу прийому в порівнянні з часом GPS;

: зміна часу супутника в порівнянні з часом GPS;;

Таким чином:

$$\Delta t_r^s = t_{\text{GPS}}^r + dt_r - t_{\text{GPS}}^e - dt^s$$

$$\Delta t_r^s = t_{\text{GPS}}^r - t_{\text{GPS}}^e + dt_r - dt^s$$

Таким чином, вимірювання відстані затьмарене цими дефектами синхронізації. Ось чому ми вважаємо за краще говорити про псевдо-вимірювання відстані оскільки ми точно не вимірюємо геометричну відстань, що відокремлює супутники від приймача.

Отже, ми маємо для спостереження рівняння псевдо-відстань (в m) між супутником s і приймачем r

$$P_r^s = c(t_{\text{рецеп}}^r - t_{\text{sat}}^e)$$

Можна пов'язати цю псевдо-відстань з геометричною відстанню таким чином, щоб ми мали:

$$P_r^s = c(t_{\text{GPS}}^r - t_{\text{GPS}}^e + dt_r - dt^s)$$

$$P_r^s = c(t_{\text{GPS}}^r - t_{\text{GPS}}^e) + cdt_r - cdt^s$$

$$P_r^s = \rho_r^s + cdt_r - cdt^s$$

1.4. Фізичний вплив на сигнали GNSS

У рівняннях (1.4.1) і (1.4.4) час в дорозі сигналу від супутника до приймача точно не відповідає часу поширення сигналів по прямій лінії і при постійній швидкості c між супутниками і приймачем (r). Конкретно це означає, що цей час

подорожі, помножений на швидкість (c), відрізняється від геометричної відстані, що відокремлює приймач (r) від супутника (супутників). Ця відстань називається оптичним шляхом. Це пов'язано з перетином сигналу в атмосфері. Оптичний шлях дорівнює геометричній відстані плюс тропосферний, іоносферний і геометричний подовження. Кілька ефектів, ймовірно, порушують поширення електромагнітного сигналу через атмосферу Землі, вимірюючись з рядом помилок. Серед ефектів, що впливають на сигнали GNSS, ми, як правило, виділяємо:

Ефект тропосфери: ; T_r^s

Тропосфера є нижньою частиною атмосфери Землі і містить більшість погодних явищ. Її товщина варіюється від приблизно 9 км до полюсів до майже 16 км на екваторі, а її температура знижується з висотою

Це недисперсійний носій для частот, що використовуються в системах GNSS (<30 ГГц), що складається з нейтральних атомів і молекул. Значення подовження, викликаного тропосферою при поширенні сигналу GNSS, тому ідентичне на всіх частотах і на всіх типах спостережуваних (код і фаза).

Оскільки тропосфера є недисперсійним середовищем, неможливо оцінити значення тропосферного подовження за допомогою двочастотних вимірювань (пор. [Дюран, 2003, Р49]). Однак все ж можна оцінити це подовження:

Ø З моделей, виражених відповідно до погодних умов на землі: Хопфілд, Гоад і Гудман, Саастамуанен. Остання модель використовується програмою RTKPOST (див. [RTKLIB, ручний ver 2.4.2]), коли параметр "Корекція Тропосфери" має значення "Saastamoinen";

Ø Шляхом прямих вимірювань за допомогою спеціалізованих пристроїв, таких як радіометри водяної пари, які вимірюють вологий компонент затримки в заданому напрямку. Теза Е. Дорінгера (пор. [Doeringer, 1997]) є дуже хорошим посиланням на використання цього типу матеріалу;

Ø Розглядаючи тропосферні затримки як невідому проблему. Цей метод використовується, наприклад, у програмі RTKPOST (див. [RTKLIB, ручний ver 2.4.2]), коли для параметра "Корекція Тропосфери" встановлено значення "Оцінка ZTD або "Оцінка ZTD + GRAD".

Це подовження виражається в метрах і повинно поєднуватися з геометричною відстанню (1.4.1).

Действие ионосферы: I_r^s

Іоносфера є частиною атмосфери, в якій іонізуюче випромінювання дозволяє вільним електронам існувати в достатній кількості, щоб вплинути на поширення радіохвиль (ср. [Teunissen and Kleusberg, 1998, p136]).

З теоретичної точки зору іоносфера складається з усіх заряджених частинок в атмосфері. На практиці, як правило, вважається, що більшість цих заряджених частинок обмежені в шарі атмосфери, що простягається від 50 до 1000 км висоти (ср. [Durand, 2003, P46]).

Для частот, що використовуються в системах GNSS, іоносфера є дисперсним середовищем, що просто означає, що показник заломлення n залежить від частоти сигналу..

Ця властивість дозволяє, від вимірювань на різних частотах, усунути або оцінити в режимі реального часу значення іоносферного подовження за допомогою різних лінійних комбінацій вимірювань (див. розділ 3.3.). Програма RTKPOST використовує подвійну частоту для виконання комбінації під назвою «безіоно», щоб усунути помилку або іоносферне подовження. Цей метод використовується в програмі RTKPOST (див. [RTKLIB, ручний ver 2.4.2, P150]), коли параметр "Корекція іоносфери" має значення "Іоно-вільні".

Коли двочастотні вимірювання недоступні, завжди можна частково змоделювати іоносферну затримку за допомогою:

- Глобальні моделі апіорі такі, як модель, що транслюється супутниками GPS, або та, яка нещодавно розроблена IGS..
- Регіональні моделі, такі як WAAS (пор. [Стюарт і Ленглі, 1998]).

Це іоносферне подовження виражається в метрах і повинно поєднуватися з геометричною відстанню.

□ Ефект мультишляху для $M_{r,P}^s$ кодіви носителей.

Природні елементи (гори, дерева і т.д.) і штучні елементи (різні конструкції) на поверхні Землі можуть перешкоджати електромагнітним сигналам, що випускаються супутниками різних сузір'їв GNSS. Залежно від характеру з'їдають перешкоди, вони потім будуть поглинені, пом'якшені, відбиті або заломлені (2001).

пор. В останніх двох випадках відбиті сигнали змінять напрямок поширення (таким чином, зможуть бути відображені кілька разів), створюючи так звані багато шляхи, як показано на наступному малюнку. Таким чином, сигнал займе більше часу, щоб досягти антени і буде галасливим і пом'якшеним. Наступна цифра ілюструє феномен багатопродажної подорожі.

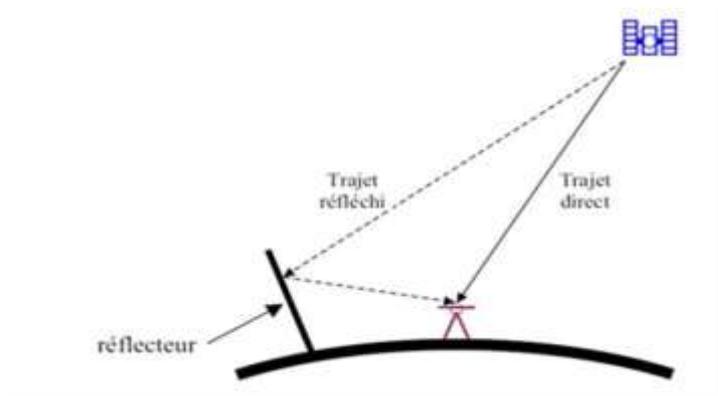


Рисунок 6: ілюстрація багатопутевого феномена

У разі звичайного використання GNSS для позиціонування затримка часу передачі автоматично призведе до помилки на відстані супутникового приймача і, отже, на позиції, виведеній зі спостережень. У класичному позиціонуванні багатодоріжка є джерелом помилок, які потрібно видалити.

Уравнение (1.4.1) тогда становится:

$$P_r^s = \rho_r^s + cdt_r - cdt^s + T_r^s + I_r^s + M_{r,P}^s + e_P$$

Гіпотеза:

Оскільки багатопродаж дуже важко моделювати, програмне забезпечення для розрахунку, таке як програма RTKPOST, яку ми будемо використовувати в цій дисертації, не враховує це. При цьому для розрахунків багатодоріжка буде засвоєна з додатковим вимірювальним шумом. Потім ми можемо написати рівняння спостереження коду, з якого будуть розроблені подальші розробки

$$P_r^s = \rho_r^s + cdt_r - cdt^s + T_r^s + I_r^s + e_p$$

1.5. ФАЗОВЕ ВИМІРЮВАННЯ

Другий спосіб визначення положення приймача GNSS полягає в безпосередньо використанні фази несучої хвилі. Оскільки несуча хвиля є просто синусоїдальною функцією часу, вона виражається математично як функція часового параметра t в загальній формі:

$$\text{onde}(t) = A(t) \times \sin(\phi(t))$$

(ср. [Дюран, 2003, С. 11])

Выражение, в котором:

$A(t)$: амплитуда волны

$\phi(t)$: фаза волны как функция времени.

Фаза сигналу потім виражається як кількість циклів сигналу.

Теоретичне використання фази сигналу

Фаза як функція часу може бути розроблена, показуючи частоту несучої хвилі в кожному мить, а також значення фази, спочатку зазначеної $\phi(t_0)$

$$\phi(t) = f(t) \times t + \phi(t_0)$$

Супутник, як і приймач, оснащений внутрішнім годинником, що дозволяє йому мати свій часовий масштаб. У наступному розглянемо, що коли контрольний годинник вказує значення t , годинник приймача вказує значення, $t^s(t)$ а годинник супутника вказує значення. $t_{re}(t)$

Тепер ви момент передачі сигналу супутником, зазначеним еталоном годинника. У цей момент супутниковий годинник вказує значення в цикле, виражене котрою: $t^s(te) \phi^s(te)$

$$\phi^s(te) = f^s(te) \times t^s(te) - \phi^s(t_0)$$

Виразом, в якому $f^s(te)$ є миттєва частота сигналу, що генерується супутником, і $\phi^s(t_0)$ є його фазою на початку.

Коли приймач отримує хвилю, контрольний годинник вказує значення tr , а годинник приймача вказує $t_{re}(tr)$ і генерирует фазу $\phi_{re}(tr)$ цикла:

$$\phi_{re}(tr) = f_{re}(tr) \times t_{re}(tr) - \phi_{re}(t_0)$$

Вираз, в якому $f_{re}(tr)$ є миттєва частота сигналу, що генерується приймачем (реплікою) і $\phi_{re}(t_0)$ є його початковою фазою.

Фазовий цикл, присутній всередині приймача, дозволяє збігати фазу, отриману від супутника, і його внутрішньо згенеровану репліку, «розсуваючи» їх відносно один одного до отримання максимального піку кореляції. Таким чином, він виконує кореляцію сигналів для визначення існуючої різниці фаз між несучою хвилею, отриманою від супутника, і тією, що генерується всередині приймачем.

Теоретично фазовий цикл дозволяє отримати за допомогою кореляції значення $\Delta\phi(tr)$ різниці фаз між сигналом, отриманим від супутника, і сигналом, що генерується внутрішньо приймачем.

Ця різниця фаз виражається:

$$\Delta\phi(\text{tr}) = \phi_{\text{re}}(\text{tr}) - \phi^s(\text{te}) \quad (1.5.1)$$

$$\Delta\phi(\text{tr}) = f_{\text{re}}(\text{tr}) \times t_{\text{re}}(\text{tr}) - \phi_{\text{re}}(t_0) - f^s(\text{te}) \times t^s(\text{te}) + \phi^s(t_0)$$

(1.5.2)

Але, як ми побачимо в практичному використанні фази сигналу, ця кореляція дозволяє визначити тільки десяткову частину різниці фаз, часто збільшену на кількість циклів з моменту першого вимірювання хвилі приймачем. Таким чином, рівняння (1.5.2) стає

$$\phi_{\text{mes}}(\text{tr}) = f_{\text{re}}(\text{tr}) \times t_{\text{re}}(\text{tr}) - \phi_{\text{re}}(t_0) - f^s(\text{te}) \times t^s(\text{te}) + \phi^s(t_0) \quad (1.5.3)$$

Практичне використання фази сигналу:

Нехай в момент tr прийому сигналу різниця між фазою сигналу, отриманого приймачем, і фазою сигналу в момент його передачі супутником. Його вираз виглядає наступним чином:

$$\Delta\phi(\text{tr}) = \phi_{\text{re}}(\text{tr}) - \phi^s(\text{te})$$

(Выражается в цикле)

Відстань між приймачем і супутником, очевидно, можна оцінити за допомогою попереднього загального виразу

$$d^s = \lambda \times \Delta\phi(\text{tr})$$

Тому цей фазовий зсув має важливе значення для визначення координат геодезичного приймача. Для цього фазовий цикл електроніки приймача дає можливість генерувати сигнал і оцінювати його кореляцію з супутниковим сигналом. t_1 Таким образом, в тот момент, Тому цей фазовий зсув має важливе значення для визначення координат геодезичного приймача. Для цього фазовий цикл електроніки приймача дає можливість генерувати сигнал і оцінювати його кореляцію з супутниковим сигналом. $\Delta_d\phi$

Таким чином, залишається визначити значення цілого циклу, що минуло від передачі сигналу до його прийому. Це ціле значення невідомого циклу називається двозначністю, що визначається цілими числами і функцією кожного супутника. Потім фазовий зсув в момент першого вимірювання стає

$$\Delta\phi^s(t_1) = \Delta_d\phi(t_1) + N_r^s + \varepsilon(t_1)$$

С $\varepsilon(t_1)$ шумом на фазному вимірюванні в момент часу t_1

Кожна фазова петля має «баштовий лічильник», який підраховує кількість цілих циклів фази, що пройшли з моменту першого вимірювання t_1 .

До тих пір, поки немає перерви в прийомі сигналу, приймач вимірює в кожну мить $t_n > t_1$, крім десяткової $\Delta_d\phi(t_n)$ частини різниці фаз, кількість цілих циклів фази, що минув з моменту першого вимірювання, позначається $n_{\Delta\phi}(t_n)$. the фазовий зсув виражається як:

$$\Delta\phi^s(t_n) = \Delta_d\phi(t_n) + n_{\Delta\phi}(t_n) + N_r^s + \varepsilon(t_n) \quad (1.5.3)$$

Величина, що постачається в момент t_r приймачем, зазвичай звана фазовим вимірюванням, яке ми $\phi_{mes}(t_r)$ зазначимо, теоретично, є за визначенням десятковою частиною різниці фаз, отриманої за допомогою кореляції, збільшеної на цілу кількість циклів, що минули з моменту першого вимірювання (дано цикловим лічильником циклу PLL):

$$\phi_{mes}(t_r) = \Delta_d\phi(t_r) + n_{\Delta\phi}(t_r) \quad (1.5.4)$$

Рівняння (1.5.3) стає::

$$\Delta\phi^s(t_n) = \phi_{mes}(t_r) + N_r^s + \varepsilon(t_n) \quad (1.5.5)$$

Синтез теоретичного та практичного дизайну

Вставляючи рівняння (1.5.2) в (1.5.5), можна встановити наступний вираз:

$$\Delta\phi^s(\text{tn}) = f_{\text{re}}(\text{tr}) \times t_{\text{re}}(\text{tr}) - \phi_{\text{re}}(t_0) - f^s(\text{te}) \times t^s(\text{te}) + \phi^s(t_0) + N_r^s + \varepsilon(\text{tn})$$

Перестроїмо уравнение и умножим его на

$$\lambda \times \Delta\phi^s(\text{tn}) = \lambda \times f_{\text{re}}(\text{tr}) \times t_{\text{re}}(\text{tr}) - \lambda \times f^s(\text{te}) \times t^s(\text{te}) - \lambda \times \phi_{\text{re}}(t_0) + \lambda \times \phi^s(t_0) - \lambda \times N_r^s + \lambda \times \varepsilon(\text{tr})$$

Припустимо, що частота несучої хвилі (L1 або L2) є постійною такою, що $f_{\text{re}}(\text{tr}) = f^s(\text{te}) =$ (пор.[Дюран,2003,Р52]) Це наближення зазвичай використовується, оскільки годинники супутника і приймача мають досить високу короткочасну частотну стабільність (пор. [Гофман-Веленхоф та ін., 1997, р91]). В іншій частині цієї статті ми будемо працювати з цією гіпотезою.

Отже, давайте попросимо зловживання мовою спростити нотації, которые $\lambda \times \varepsilon(\text{tr}) \rightarrow \varepsilon(\text{tr})$ и позируют: $\phi_r^s(\text{tr}) = \lambda \times \Delta\phi^s(\text{tn})$

Тоді ми маємо::

$$\phi_r^s(\text{tr}) = \lambda f_{\text{Li}} \times (t_{\text{re}}(\text{tr}) - t^s(\text{te})) - \lambda \times \phi_{\text{re}}(t_0) + \lambda \times \phi^s(t_0) + \lambda \times N_r^s + \varepsilon(\text{tr})$$

$$\phi_r^s(\text{tr}) = c \times (t_{\text{re}}(\text{tr}) - t^s(\text{te})) - \lambda \times \phi_{\text{re}}(t_0) + \lambda \times \phi^s(t_0) + \lambda \times N_r^s + \varepsilon(\text{tr})$$

Зі

$$\phi_r^s(\text{tr}) = P_r^s(\text{tr}) - \lambda \times \phi_{\text{re}}(t_0) + \lambda \times \phi^s(t_0) + \lambda \times N_r^s + \varepsilon(\text{tr})$$

швидкістю світла у вакуумі..

с: $P_r^s(\text{tr})$ псевдо відстань між приймачем і супутником Рівняння стає:

$$\phi_r^s(\text{tr}) = \rho_r^s + cdt_r(\text{tr}) - cdt^s(\text{te}) + T_r^s + I_r^s - \lambda \times \phi_{\text{re}}(t_0) + \lambda \times \phi^s(t_0) + \lambda \times N_r^s + \varepsilon(\text{tr})$$

Беручи до уваги практичні поняття, ми маємо::

$$\phi_r^s(\text{tr}) = \rho_r^s + cdt_r(\text{tr}) - cdt^s(\text{te}) + T_r^s - I_r^s - \lambda \times \phi_{\text{re}}(t_0) + \lambda \times \phi^s(t_0) + \lambda \times N_r^s + \varepsilon(\text{tr})$$

Замечание:

Ми змінили ознаку I_r^s того, що в іоносфері швидкість фаз і швидкість групи відповідно вище і нижче швидкості світла, тієї ж кількості (пор. [M'BRA K., 1991, P33 і P48])

Это уравнение примерно равно уравнению псевдодальности с дополнением к новым условиям. Новыми терминами являются неоднозначности N_r^s между спутником s и приемником r, а также начальные ненулевые фазы $\phi^s(t_0)$ и $\phi_{rc}(t_0)$

1.6. СТАНДАРТ GPS

В даний час є достатньо книг, що представляють систему GPS, що ми не переоцінюємо певні загальні аспекти. Для цього можна проконсультуватися, наприклад (пор. Тим не менш, для кращого розуміння нашого документа ми згадуємо його основні напрямки..

Описание :

В даний час є достатньо книг, що представляють систему GPS, що ми не переоцінюємо певні загальні аспекти. Для цього можна проконсультуватися, наприклад (пор. Тим не менш, для кращого розуміння нашого документа ми згадуємо його основні напрямки.



Рисунок7: Сегмент управления созвездием GPS

Структура сигнала

Супутники GPS випромінюють сигнал, який складається з двох несучих частот: L1 ($f = 1575,42$ МГц, $\lambda = 19,05$ см) і L2 ($f = 1227,60$ МГц, $\lambda = 24,42$ см). Третій носій L5 ($f = 1176,45$ МГц, $\lambda = 25,48$ см) встановлюється на супутники нового покоління..

Носії модулюються в частоті різними псевдовипадковими бінарними кодами (PseudoRandom Noise PRN), специфічними для кожного супутника (пор. [Duquenne et al., 2005]):

— Цивільний кодекс C/A - це послідовність 1023 біт, що передаються на частоті 1,023 МГц. Код C/A модулює лише частоту L1

— Військовий код P - це дуже довга послідовність (з наказу 720,213 гігабайт, що відповідає 7 дням передачі), що передається на частоті 10,2 МГц. З міркувань військової безпеки цей P-код може бути зашифрований шляхом додавання додаткового коду (W-коду), який сформує так званий код Y. P-код модулює як частоту L1, так і частоту L2.

— Навігаційне повідомлення - це двійковий сигнал 50 Гц, який передає таку інформацію, як ефемериди, альманахи, зрушень годинника та інші параметри системи, пов'язані з супутником.

Для задоволення поточних цивільних і військових потреб супутники блоку ІМВ нового покоління (з 2005 року) також модулюють сигнал L1 і L2 новим кодом М (для військових потреб), а також сигналом L2 новим кодом L2С (для цивільних потреб) (див. [Inside-GNSS, 2006]).

Таким чином, сигнали GPS sL1 і sL2 відповідно передані на L1 і L2 можна описати наступними рівняннями (пор. [Каплан і Хегарті, 2006]):

$$sL1(t) = A_{L1P}(t)W(t)D(t)\cos(2\pi f_{L1}t) + A_{L1C/A}(t)D(t)\sin(2\pi f_{L1}t) \quad (1.6.1)$$

$$sL2(t) = A_{L2P}(t)D(t)\cos(2\pi f_{L2}t) \quad (1.6.2)$$

C:

- AL1 і AL2 амплітуди несучих хвиль L1 і L2
- f_{L1} и f_{L2} частоти несучі хвилі L1 и L2;
- P(t) модуляція P-кода;
- W(t) модуляція W-кода (в том случае, если шифрование включено);
- D(t) навігаційне повідомлення;
- C/A(t) модуляція C/A кода.

На малюнку 5 узагальнені та пояснені різні етапи генерації несучих хвиль L1 та L2 на борту супутників.

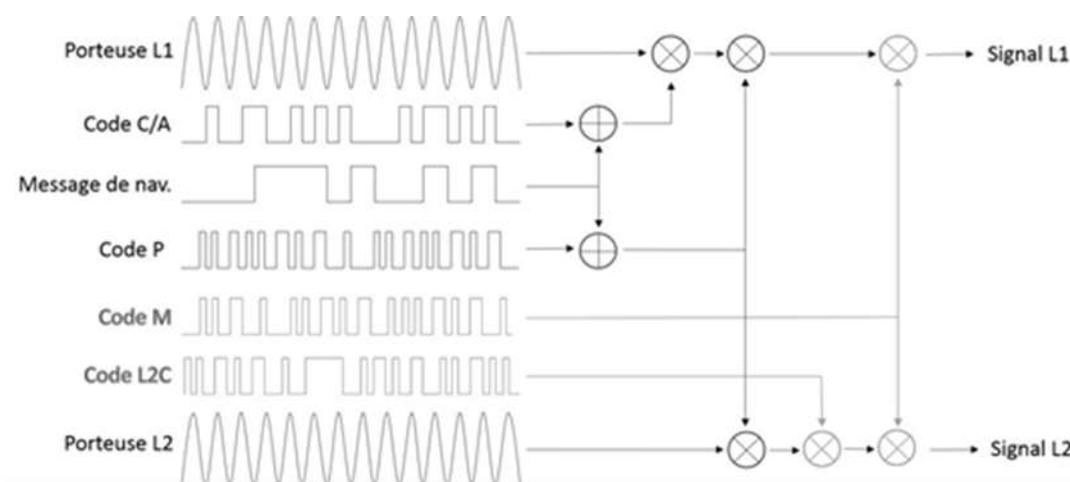


Рисунок8: Декомпозиція компонентів сигналу GPS.

1.7. СТАНДАРТНИЙ ОПИС ГЛОНАСС

Розробка

созвездия ГЛОНАСС началась в 1976 году в Советском Союзе. Несколько спутников были запущены еще в 1982 году, а система была объявлена работоспособной в 1995 году. К сожалению, в основном по экономическим и политическим причинам техническое обслуживание системы было сокращено до 2001 года, и группировка едва достигала более 10 действующих спутников одновременно. После проведения политики восстановления в 2001 году было запущено много новых спутников, и с 2011 года группировка обеспечивает глобальное геопозиционирование (ср. [Polischuk et al., 2002]). Российское созвездие в настоящее время номинальные с 24 спутниками, расположенными по

трем орбитальным плоскостям, наклоненные на $64,8^\circ$. Наклон орбит, превышающий орбиты GPS, позволяет иметь спутники, которые проходят немного больше над полярными зонами, чем GPS (ср. [Hofmann-Wellenhof et al., 2001]). Квазикруглые орбиты расположены на высоте 19100 км над поверхностью Земли, а период их вращения составляет 11 ч 15 мин 44 с. Их повторяемость составляет 8 настоящих дней.

Структура сигнала

ГЛОНАСС відрізняється від структури сигналу GPS (пор. [Hofmann-Wellenhof et al., 2001]). Якщо система GPS використовує CDMA (Code Division Multiple Access), яка дозволяє диференціювати супутники, то система ГЛОНАСС використовує FDMA (Frequency Division Multiple Access). супутник має свою частоту:

$$fL1 = (1602\text{MHz} + k\text{GLONASS} * 0,5625\text{MHz})$$

$$fL2 = (1246\text{MHz} + k\text{GLONASS} * 0,4375\text{MHz})$$

З ГЛОНАСС канал використовується супутником. Цей зсув частоти на супутник забезпечує кращу стійкість до навмисних перешкод для всього угруповання.

Коди NCCR однакові для всіх супутників. Код C/A модулюється на носії L1, а код P модулюється на L1 та L2. Обидва коди є відкритим доступом. Так само, як і для сузір'я GPS, навігаційне повідомлення передається кожні 30 хвилин (пор. [Löfgren, 2014]). Передача CDMA на сигналах L1, L2, L3 або навіть L5 ($fL5 = 1176,45$ МГц, $\lambda = 25,48$ см) реалізована на нових супутниках ГЛОНАСС, крім поточної передачі FDMA на L1 і L2,5 (див. [GPS -World, 2011]).

	GPS	GLONASS
Приналежність	USA	Russie
Сидеть. на орбите	33	28
Сидеть. Опера .	31	22
Высота над уровнем моря (км))	20180	19140
Орбітальні площини	6	3
Орбітальні плоскості	11 h 58 min	11 h 15 min
Схильність	55°	64,8°
Множинний доступ	CDMA	FMDA (futur : CDMA)
Частота. носій (MHz)	L1 : 1575,42 L2 : 1227,60 L3 : 1381,05 L4 : 1379,913 L5 : 1176,45	L1 : 1602 + $k*0,5625$ L2 : 1246 + $k*0,4375$ L3 : à définir L5 : 1176,45
Геодезична система	WGS84	PZ-90
поточний стан	эксплуатационный	эксплуатационный

Таблица 1: Зведена таблиця характеристик 2 основних сучасних сузір'їв ДПСС

.заключение

Основні обмеження GNSS зараз дуже добре визначені, і багато досліджень намагаються їх усунути. Безперервність функції «локалізації» стає такою проблемою, що в «битві» присутня велика кількість наукових та промислових спільнот. Це, ймовірно, пов'язано з успіхом GPS та його експлуатаційними обмеженнями, як з точки зору покриття, так і доступності, або навіть «надійності» чи точності. Це не було б великою проблемою, якби ці обмеження насправді не були зосереджені в певних середовищах: усі функції одночасно погіршуються і GNSS не працює. Ось як усі вони прагнуть або покращити свою роботу, або доповнити їх іншими системами, які перебувають у середовищі, де GNSS працює погано (це називається гібридизацією).

РОЗДІЛ II

ЕВОЛЮЦІЯ ТУНІСЬКОЇ ГЕОДЕЗІЇ:

2.1. Доколоніальна епоха – до 1881 р.

Перші геодезичні роботи були проведені італійськими геодезистами в 1876 році шляхом зв'язування точок Кап Бон, Сіді Бу Саїд і Й. Бу Рукба з італійською геодезичною мережею (рисунок 9). Цей зв'язок був зроблений через острів Пантеллерія. Ця робота була вперше опублікована в 1902 році Італійським військово-географічним інститутом, а друга професором А. Маруссі в 1947 році про компенсаційні розрахунки [1].

Геодезичні роботи, проведені Географічною службою французької армії (SGAF), почалися в 1878 році зі спостережень астрономічних координат точки Карфагена і Карфагена - астрономічного азимута Ж. Бу Рукба [1].

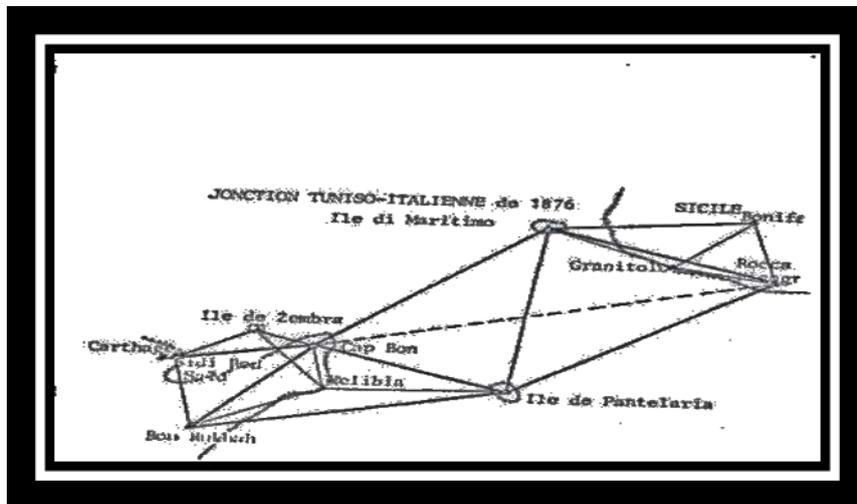


Рисунок 9: Отрывок из К. Феццани, 1979

2.2. Колоніальна епоха: 1881-1954

Початок цього періоду ознаменувався оприлюдненням земельного закону в липні 1885 року, а потім створенням туніської топографічної служби в липні 1886 року, яка відповідала за виконання майнових планів. Перші топографічні роботи проводилися в ізоляції. З 1883 року Географічна служба французької армії почала програму первинної геодезії, що розширює алжирську геодезію. Ця програма була завершена в 1910 році з вимірами баз Тунісу і Меденіну на півдні країни [1]. Ця програма включила (рисунк 10):

- Північно-Туніський паралельний ланцюг,
- ланцюг меридіана, відомий як ланцюг меридіанів Габеса,
- Південно-Туніський паралельний ланцюг,
- Геодезичний розвідувальний ланцюг, що з'єднує Туніс з Лівією.

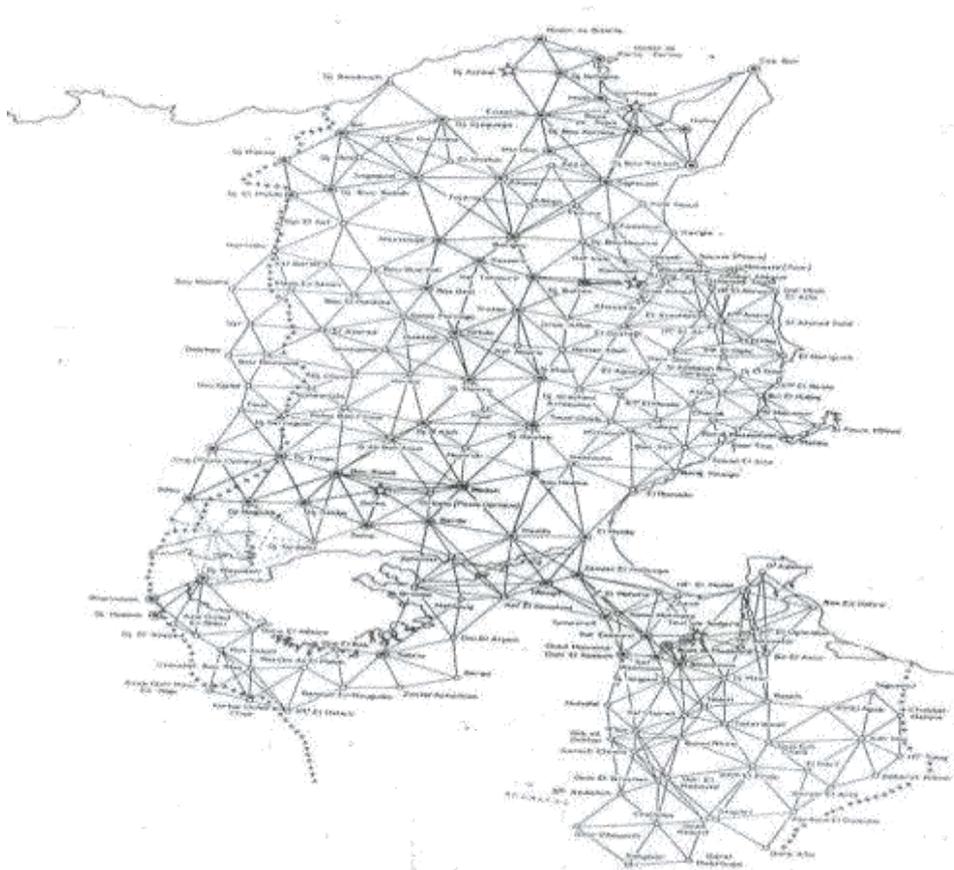


Рисунок 10: Структура геодезических сетей до 1978 г.

Для наземних геодезичних мереж орієнтація була зроблена за допомогою спостереження точки Лапласа, а саме визначення (φ_A, λ_A) астрономічних іспостереження астрономічного азимута Азанапрямку.

Точками Лапласа були:

- Картаген-Пойнт,
- Меденін Пойнт,
- Точка Гафса

Для контролю орієнтації системи було застосовано рівняння Лапласа:

$$\text{Azg} \square \text{Аза} \square (\square \text{г} \square \square \text{а}) \text{грех} \square$$

(1)

Зверніть увагу, що для точок Кайруан і Сіді Ахмед в Бізертебули визначені тільки астрономічні широти і довготи (φ_A, λ_A) .

Після роботи з системою Войроль Туніс прийняв геодезичну систему CARTHAGE34, визначену фундаментальною точкою Карфяжу, з орієнтаційним азимутом астрономічного азимуту напрямку Картаген- Дж.

2.3. Епоха незалежності

. Період 1954 – 1978

У цей період туніська геодезія не випробувала великих робіт. Згадаємо роботу спостережень і розрахунків мережі 1-го порядку загального вирівнювання точності Тунісу деякими геодезичними роботами, проведеними на півночі і півдні, не забуваючи відзначити місію експертизи Французького національного географічного інституту з туніської геодезії в 1969 році [2].

На початку 70-х років на півдні країни було здійснено дві астрономічні місії зі спостереженням за 31 астрономічною точкою для потреб карти о 1:200 000 (рисунок 11) власними засобами Директорату топографії та картографії..

Зі створенням ЗВТ в грудні 1974 року було реалізовано важливість геодезичних мереж і почалися польові діагностичні місії на умовах геодезичних точок.



Рисунок 11: Астрономічні місії в Сахарі 1970-1972

. Період 1978 - 1985.

Саме в цей період туніська геодезія пережила важливий бум. Розпочато міжнародний конкурс на виконання геодезичних робіт, зокрема [3]:

- спостереження за 8 точками Лапласа,
- вимірювання 24 основ або відстаней,
- спостереження і розрахунок 5 балів космічною геодезією за допомогою техніки доплерівських супутників.
- розрахунок за рахунок компенсації куткових спостережень базової геодезичної мережі під назвою Primordial Геодезична мережа, що складається з 312 пунктів (рисунок 12).
- Расчет высот этих точек.

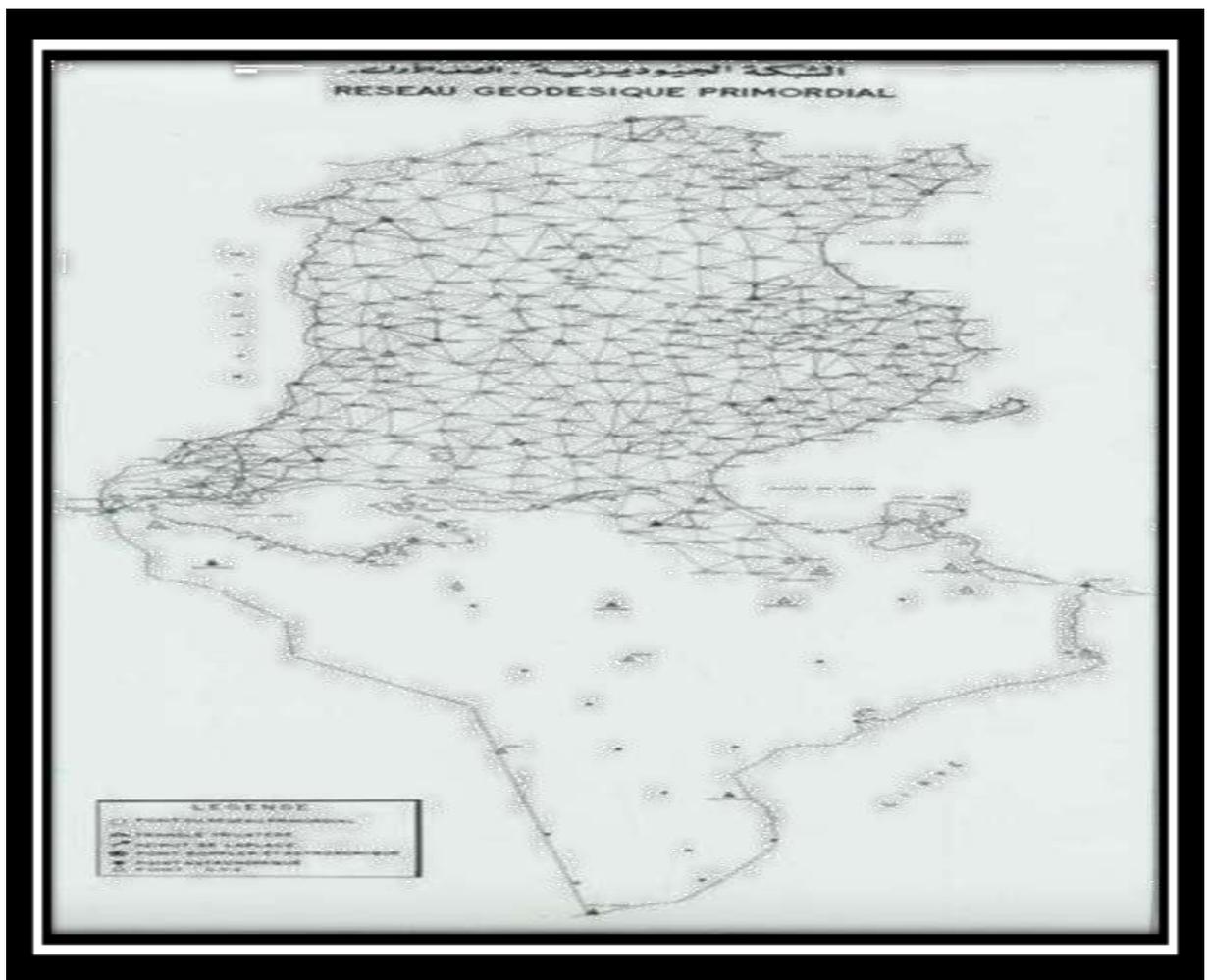


Рисунок 12: Тунисская изначальная геодезическая сеть

Отримана таким чином геодезична система називається Геодезична система 1984 року. При порівнянні нових координат з координатами CARTHAGE34, обертання 27 дмгр в напрямку родовищ було отримано в фіктивній точці в центрі країни (рисунок 13)

Это вращение было подчеркнuto измерениями GPS [4].



Рисунок 13: Планиметрические смещения между координатами Carthage34 и координатами геодезической системы 1984 года

. Період 1985 – 1998

. Денсифікація туніської вторинної геодезичної мережі

У цей період була розпочата програма унизування вторинної геодезії. Виконано 50 аркушів в масштабі 1:50000. Це в цілому 5000 геодезичних точок, що охоплюють територію з півночі до 34 ° на південь. Методи класичної геодезії з використанням триангуляції з використанням теодолітів ТЗ (рисунок 14).

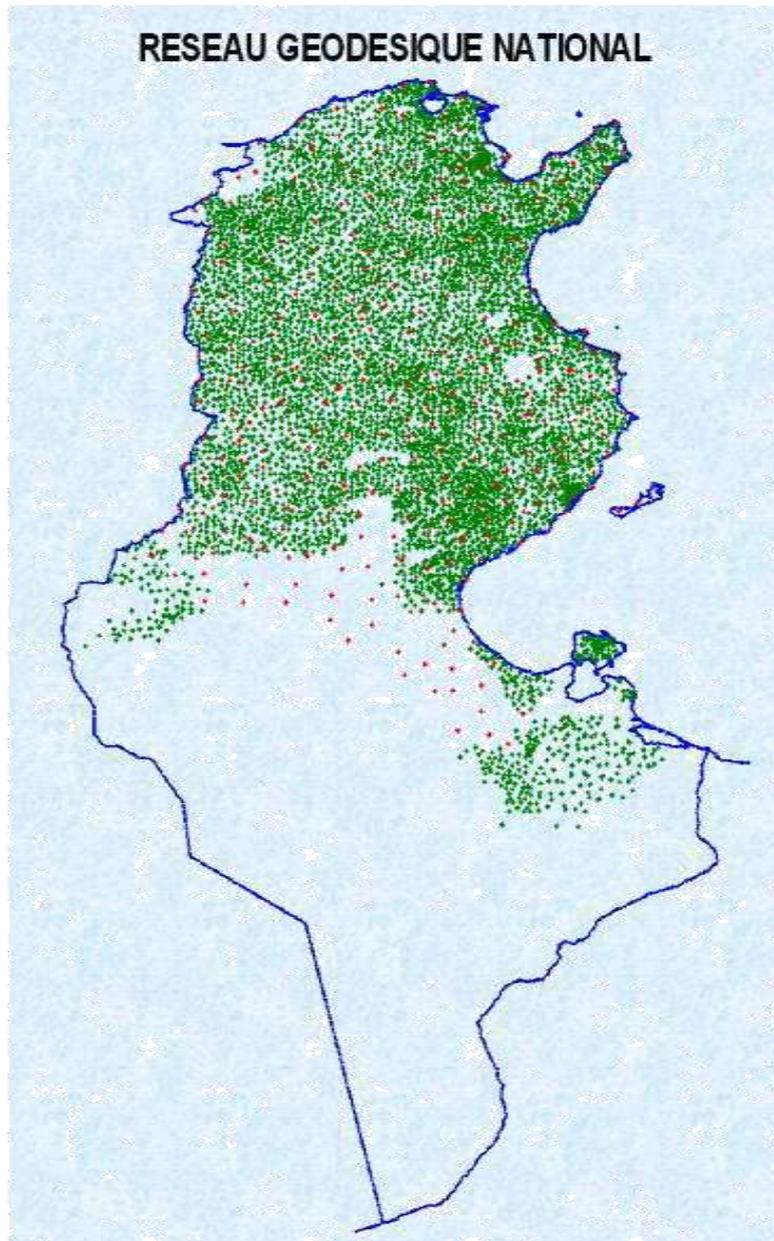


Рисунок 14.
Вторичная

геодезическая сеть

2.4 Туніська мережа просторового відліку GPS

Саме в 1998 році СТА ввела в своє виробництво методи космічної геодезії. Дійсно, 4 геодезичні двочастотні GPS-приймачі типу Ashtec були придбані для спостережень туніської мережі просторового відліку GPS (RGTRS). Це складається з 28 пунктів. Спостереження були поширені протягом приблизно 4 місяців з сеансами 3 рази на 24 години. Обробка спостережень здійснювалася за допомогою бернського наукового програмного забезпечення. Якість спостережень і розрахунків була відмінною [5]. Слід зазначити, що GPS-кампанії проводилися раніше, зокрема в рамках проекту геодинамічної станції за сприяння Центру космічних досліджень Польської академії наук у червні 1996 року [6].

. Період 1999-

Базова мережа GPS

Після створення RGTRS базова мережа GPS спостерігалася в цілому близько 600 точок GPS (рисунок 6). Спостереження проводяться за допомогою двочастотних приймачів з використанням точок RGTRS. Серед пунктів Базової мережі є старі вторинні геодезичні точки, які дозволили розрахувати параметри переходу від системи GPS до національної системи.

. Уніфікація наземних геодезичних систем

При ОТК створено технічну комісію з питань геодезії з модернізації туніської геодезії, включаючи створення системи просторового відліку, уніфікацію наземних геодезичних систем, прийняття нового представлення площини і визначення точного геоїда. На своєму позачерговому засіданні 23 березня 2004 року Комісія прийняла рішення прийняти як нову наземну геодезичну систему систему, що виникла в результаті розрахунків 1984 року, а саме геодезичну систему 1984 року, яка називається геодезичною системою 1984 року.

Нова туніська триангуляція - NTT[7]. Аналогічно, представлення UTM зберігається як нове представлення площини [7].

. Роздрібна мережа GPS

Завершивши базову мережу GPS, СТА з 2005 року приступила до широкої програми з унізування існуючих мереж GPS через роздрібну мережу GPS, що включає приблизно 6000 геодезичних точок.

. Встановлення постійних GPS-станцій

В рамках розробки використання GPS в різних роботах ОТС (впровадження ручки-комп'ютерів для топографічних і картографічних геодезичних робіт) ОТС придбав в 2005 році три постійні GPS-станції, які він послідовно встановлював в Тунісі (штаб ОТС), Монастирі (штаб-квартира району) і Sfax (штаб-квартира Регіонального управління Півдня). В даний час ці станції працюють (рисунок 9).

. Перспективи

З розвитком супутників GPS і впровадженням майбутньої європейської космічної системи Galileo позиціонування і геолокація будуть все частіше здійснюватися з використанням згаданих вище систем. Постійні GPS-станції будуть охоплювати всю країну, дозволяючи в режимі реального часу позиціонування з точністю до сантиметра і реалізацію нових додатків.

. заключение

За останні 120 років туніська геодезія залишається фундаментальною частиною географічної інфраструктури країни. Вона еволюціонувала від звичайних наземних методів, таких як спостереження точок Лапласа для орієнтації геодезичних систем, до найсучасніших космічних методів, таких як використання даних в режимі реального часу з постійних станцій GPS.

РОЗДІЛ III

Туніська постійна станція

3.1.Мережа GNSS Республіки Туніс

В даний час технологічний прогрес зачіпає практично всі сфери діяльності. Топографія, будучи важливим і обов'язковим кроком для будь-якого проекту, повинна бути на передньому краї технології для забезпечення якості очікуваних результатів..

Топографія GNSS широко поширилася завдяки багатьом перевагам, які вона пропонує з точки зору точності, швидкості, універсальності та продуктивності.

Однак використовувані методи кардинально відрізняються від методів класичної топографії. Вимірювання GNSS відносно прості і забезпечують хороші результати, дотримуючись певних фундаментальних правил. Установка постійної опорної станції також може сприяти швидкій і точнішій реалізації топографічної роботи за тим же принципом

В даний час топографія постійно розвивається, тому що сьогодні можна сказати, що топографія дійсно знаходиться на передньому краї технологій, зберігаючи при цьому вимір непередбачених, пов'язаних з умовами, завжди відмінними від однієї місії до іншої. Застосування сучасних технологій, таких як геоматика, робить роботу швидшою і простішою у виконанні

Дійсно, ця технологія полегшує отримання, представлення, аналіз та інтеграцію географічних даних. Кілька супутникових мереж з декількох країн заважають визначенню координат положення для більшої точності в результатах.

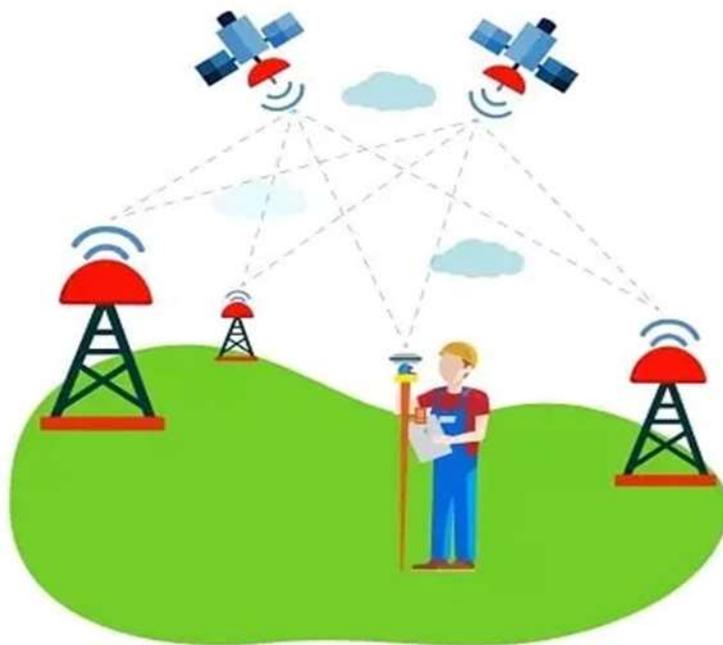
.Сектори застосування

Постійна станція працює безперервно для задоволення потреб Користувачів::

* Топографія:

У топографічній сфері мережа постійних станцій забезпечує оптимізацію та ефективність для бездоганної продуктивності. Будь топометрія, геодезія, фотограмметрія, картографування або лазерна грамметрія, ця мережа максимізує вашу точність.

Завдяки простому підключенню мережа постійних станцій дозволяє отримати доступ до безлічі послуг: реалізації демаркаційних проектів, імплантації, геодезії, вирівнювання, збору масових і об'ємних даних, 3D-зйомок, топографічних або інших зйомок, при цьому заощаджуючи час і зусилля, втрачені при звичайних методах



*** Сільське господарство:**

Хоча це правда, що точні технології, дрони та дистанційно керовані транспортні засоби були рушійною силою сучасної сільськогосподарської революції, сільське господарство потребує більшої точності, щоб бути більш прибутковим..

Використання постійної мережі дає можливість отримати надзвичайно точні зображення, а також підвищити точність позиціонування Full GNSS в режимі реального часу, під час роботи направляючих машин, геопросторових технологій (дронів та інших), збору даних датчиками і т.д. ...

Постійні станції були ретельно встановлені, щоб забезпечити повне покриття всієї національної території.

Основною метою є отримання конкретної та ефективної інформації для
зниження
продуктивності



* Будівлі та громадські роботи

У будівельному секторі, де точність є невід'ємною частиною глобального ланцюга. Продуктивність виходу повинна бути бездоганною. Крім цифрових технологій, постійна мережа тепер пропонує архітекторам можливість генерувати найбажаніші врожаї завдяки виконанню своєї точності під час різних робіт, а саме: будівельних робіт, дорожніх робіт, земляних робіт і підземних, внутрішніх і зовнішніх фундаментів, спостереження за роботою та багатьох інших

От проектирования до выполнения работ постоянные станции состоят из проведения высокоточных измерений



***гірничодобувний сектор**

Щодня гірничодобувна промисловість стикається з серйозними перешкодами на своїх шахтних об'єктах..

Для того, щоб мати дуже хороші знання про гірничодобувний сектор, постійні станції втручаються в потреби всіх видів кар'єрних і гірничих робіт з метою з точністю розробляти всі види топографічних планів: складати контурні лінії, обчислювати обсяги, планувати і вивчати операції, направляти машини і управляти під'їзними дорогами до кар'єрів і шахт,,

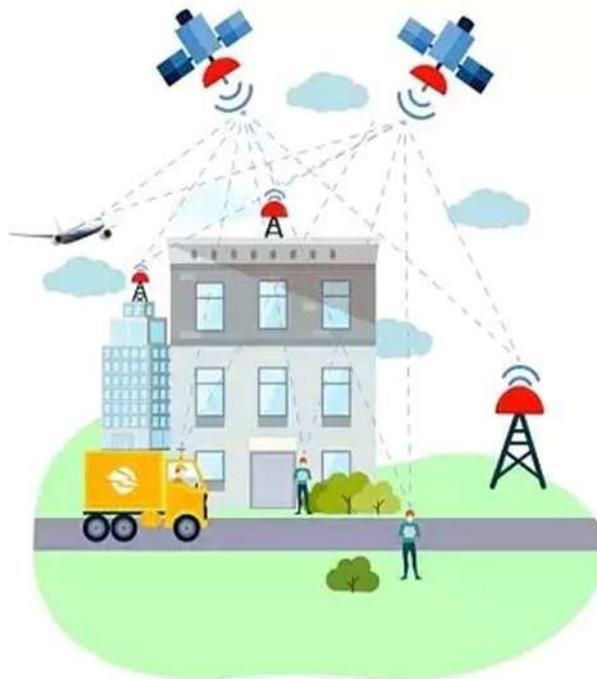
проводити депозитні вишукування, контролювати виконання, контролювати або обстежувати нестабільні гірничодобувні фланги і насипи.



***залізничний, автомобільний та повітряний транспорт:**

Транспортний сектор, що охоплює автомобільний, залізничний, повітряний та морський сектори, потребує точності, щоб мати повне уявлення про місцевість. Для кращої точності позиціонування постійні станції дозволяють легко переміщатися, керувати автономними транспортними засобами, мобілізувати свої літаки, відстежувати та оглядати свої поїзди та трамваї тощо

Постійна мережа забезпечує мобільність, ефективність та продуктивність



*** морські навігаційні та портові роботи:**

Через постійні станції, які покривають територію, тепер можна отримати експлуататорну точність позиціонування. постійна мережа дозволяє точно проаналізувати попит на портові та морські послуги: Відстеження обладнання, товарів, простежуваність операцій, простота судноплавства, моніторинг земснарядних розрядів або оптимізація планів виконання



**створення
постійної**

станції в Тунісі

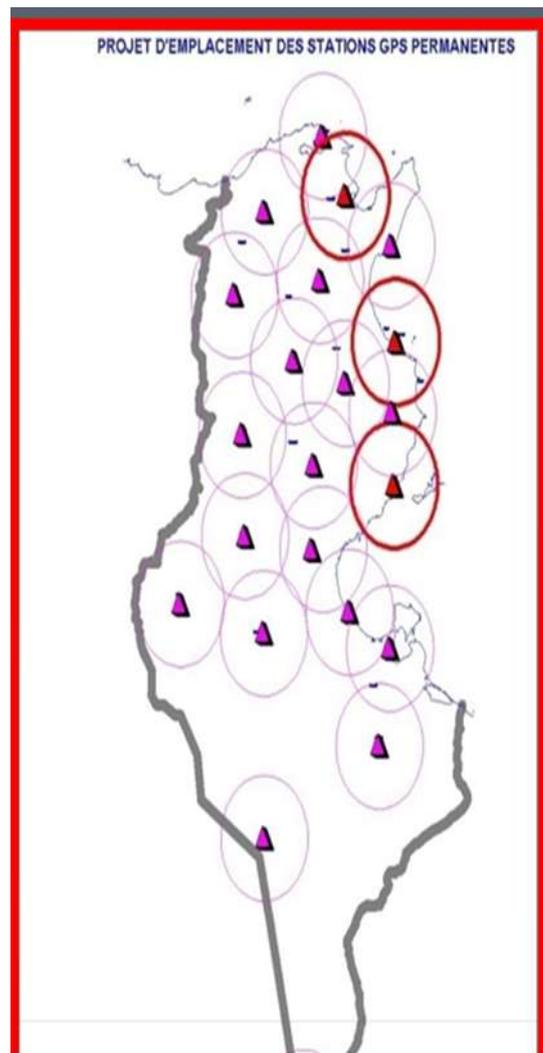
Топографічне та кадастрове управління Тунісу (ТСО) сконрещало мережу GNSS, що охоплює туніську територію наступним чином:

Протягом 2005 року ТСО встановила три станції GNSS в Тунісі, Монастирі та Сфаксі

TUNIS	
X =	5030053.2451
Y =	904828.1546
Z =	3803130.3654

MONASTIR	
X =	5088454.0589
Y =	973044.7745
Z =	3708041.8522

SFAX	
X =	5155566.6058
Y =	978978.0268
Z =	3613172.0665



У 2010 та 2011 роках ТСО встановила 20 станцій GNSS.

Як показано на цій доданій карті



.Мережа GNSS Республіки Туніс

Мережа GNSS Республіки Туніс складається з двадцяти трьох (23) постійних станцій, що охоплюють північ, центр і частину південних районів туніської терри



Операція

Постійна станція працює безперервно для задоволення потреб користувачів. [2]

Антенна станції отримує хвилі, що випускаються супутниками, а потім передає ці хвилі приймачу за допомогою кабелю. При цьому приймач застосовує до хвиль необхідні розрахунки за допомогою внутрішніх програм. Кожен приймач на кожній станції повинен відправити ці спостереження на сервер.

Користувач надсилає своє автономне положення на сервер (шляхом запиту на сервер). Ця фаза передачі забезпечується відповідним режимом передачі, таким як Інтернет, GPRS, радіо або GSM.

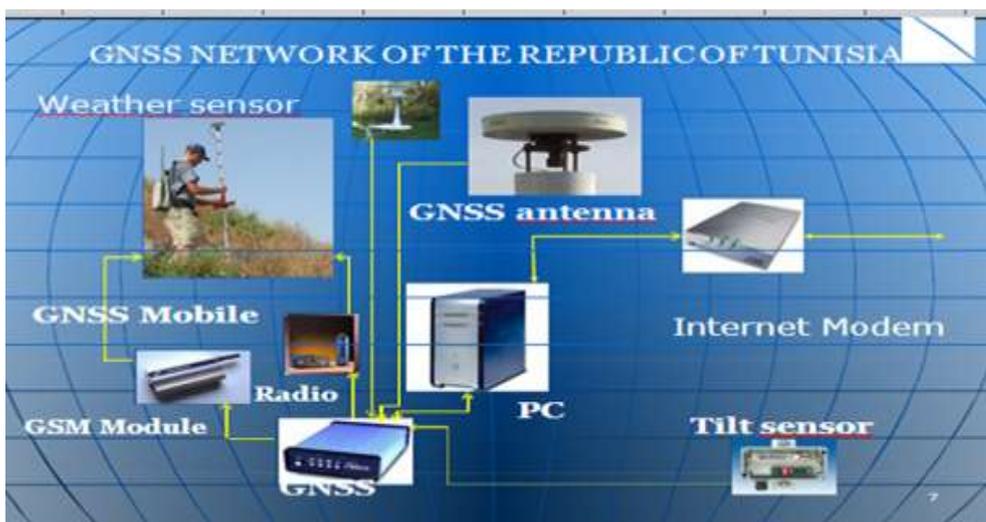
У свою чергу, обчислювальний сервер готує необхідну корекцію або необхідні дані в залежності від типу сервера і відправляється одержувачу або на станцію, найближчу до приймача або безпосередньо до приймача користувача. Ця фаза передачі також забезпечується тими ж способами передачі, згаданими вище.

3.2.Обладнання кожної станції:

Кожна станція обладнана:

- Модуль радіопередачі
- GSM модуль передачі
- Датчик погоди (Температура і тиск)

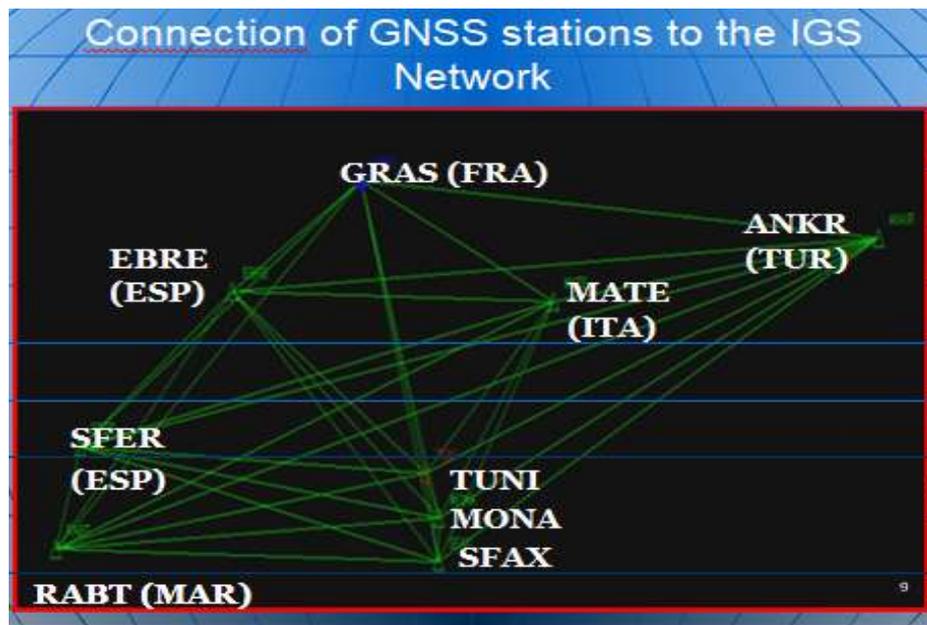
Вимірювач нахилу Эти станции записывают ежедневные файлы продолжительностью 30 секунд и одну секунду.



3.3. Технічні характеристики

Координати розраховуються щодня на станціях, підключених до мережі IGS (ANKR, EBRE, GRAS, MATE, RABT і SFER). Ці розрахунки дозволили отримати точні координати цих двадцяти трьох станцій..

Доведена надійність постійних GPS-станцій. Однак був проведений статичний аналіз для підтвердження точності, передбаченої використанням постійних



технологічних станцій GNSS

Геоцентричні координати

$X = 5030053.2451 \text{ m}$

$Y = 904828.1546 \text{ m}$

$Z = 3803130.3654 \text{ m}$

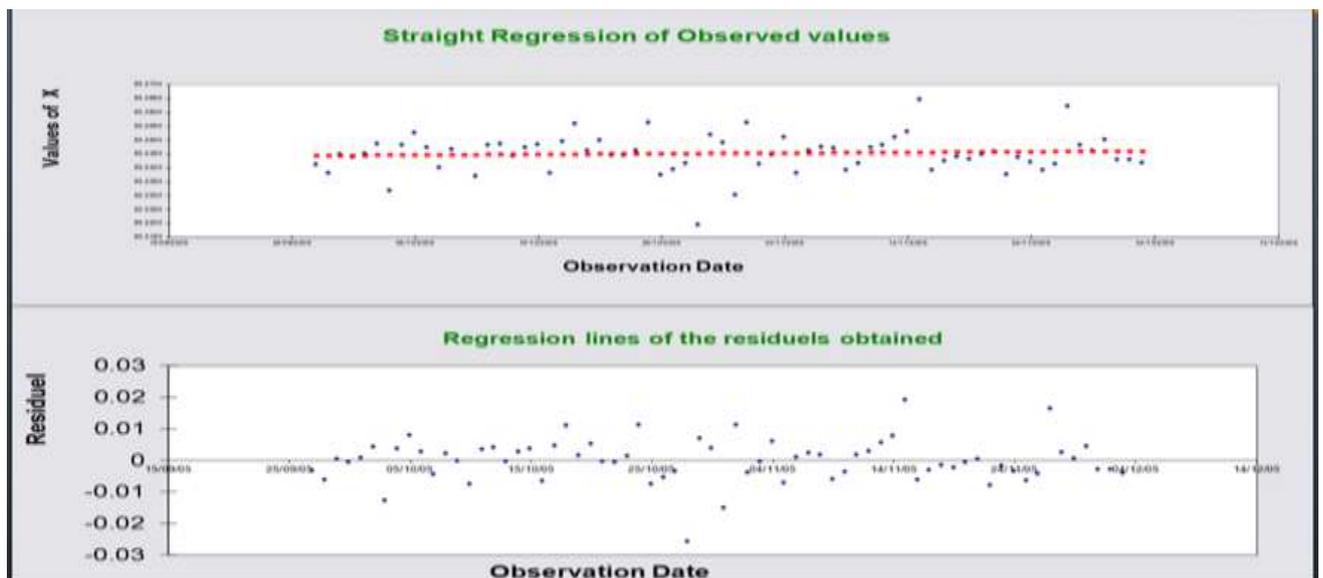
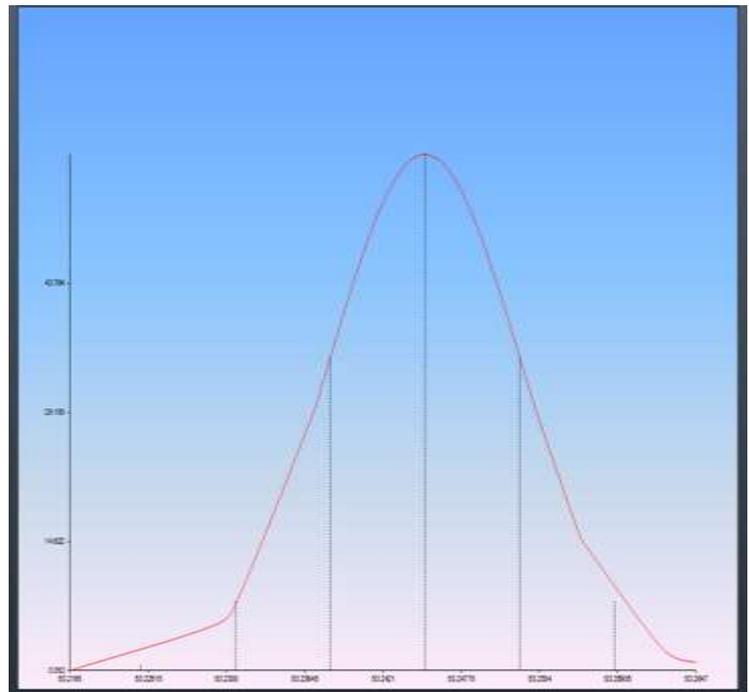
Ми взяли зразок з 67 днів спостережень від тижня GPS 1342 до тижня GPS 1351. У нас есть следующие значения:

Средняя = 53.2451 м

Стандартное отклонение = 0,006

Кривая GAUSS для станций в Тунисе

X_Tunis	y(X)
53.2195	0.05167287
53.2302	5.36320129
53.2318	8.70023058
53.2371	29.2221647
53.2376	31.7604966
53.2378	32.7874179
53.2382	34.8524045
53.2382	34.8524045
53.2383	35.3697488
53.2394	41.0104618
53.2394	41.0104618
53.2394	41.0104618
53.2394	41.0104618
53.2396	42.0118289
53.2402	44.9338577



. Заключение

Основною метою Туніськи GNSS Мережі є:

- ♣ Надавати всю інформацію про стан мережі, доступні дані, утиліти перетворення та контроль якості користувачам відповідно до отс-користувацьких протоколів.
- ♣ Приймавши лише наземне посилення, зробити поступовий перехід до цього нового посилення (можна мати дві системи, заплановані для забезпечення доступних форм переходу між двома повністю оборотними).
- ♣ Оновлена технологія у сфері кадастру та реєстрації земельних ділянок шляхом розробки методів геодезії GPS/RTK в режимі реального часу.

РОЗДІЛ IV

Європейська постійна мережа (EPN)

4.1 Мережа IGS

Постійна мережа складається з набору точних GPS-приймачів (двочастотних), які постійно працюють на довідкових станціях (IGS1, RGP2).

Інтерес цієї мережі кратний. Серед застосувань глобальних мереж - визначення точних орбіт, вивчення рухів земної кори, визначення систем відліку і т.д

Їх використання для атмосферного звучання тропосфери та іоносфери є ще одним аспектом..

Найбільш щільні мережі, безумовно, створені для сейсмічних досліджень. Японська мережа з 1200 постійними станціями і обробкою в режимі реального часу є найбільш перспективною на майбутнє. Каліфорнійська мережа є ще одним прикладом для додатків такого типу. Останнім часом в Ірані, який є однією з країн, найбільш постраждалих від землетрусів, було приділено увагу створенню щільної мережі. Ця мережа швидко впроваджується; У минулому році ми встановили 105 станцій, і, з огляду на масштаби країни, ми вважаємо, що нам потрібно 1800 станцій в довгостроковій перспективі.

Регіональні мережі в основному розроблені для диференціальних додатків DGPS (ширококутний диференційний GPS (WADGPS) або диференціал локальної зони GPS (LADGPS) тощо. За допомогою цих мереж ми можемо оцінити зміщення вимірювань GPS в режимі реального часу, інтерполювати їх для регіону і відправити користувачам. Засобом відправки цієї інформації є радіосигнали (місцева станція) і спеціалізовані супутники. Останнім часом інтернет все більше і більше використовується для відправки виправлень..

Менші мережі RTK³ розроблені для найбільш точних додатків в режимі реального часу. Перевагою мереж RTK є позиціонування з фазою. Концепція VRS⁴ виграє від переваг цих мереж.

- 1 Міжнародна служба GNSS, раніше Міжнародна служба GPS
- 2 Постоянна сеть GPS
- 3 Кинематические данные в реальном времени
- 4 Виртуальная справочная станция

Міжнародна служба GPS (IGS) була офіційно визнана в 1993 році Міжнародною асоціацією геодезії (IAG). Він забезпечує точну ефемериду супутників GPS та інших продуктів для геодезичних і геофізичних застосувань: параметри орієнтації землі (EOP), корекції супутникового годинника, ... Таким чином, з січня 1994 року офіційні орбіти, засновані на внесках семи аналітичних центрів IGS, доступні для спільноти користувачів. Орбітальна інформація зазвичай надається в стандартному форматі SP3..

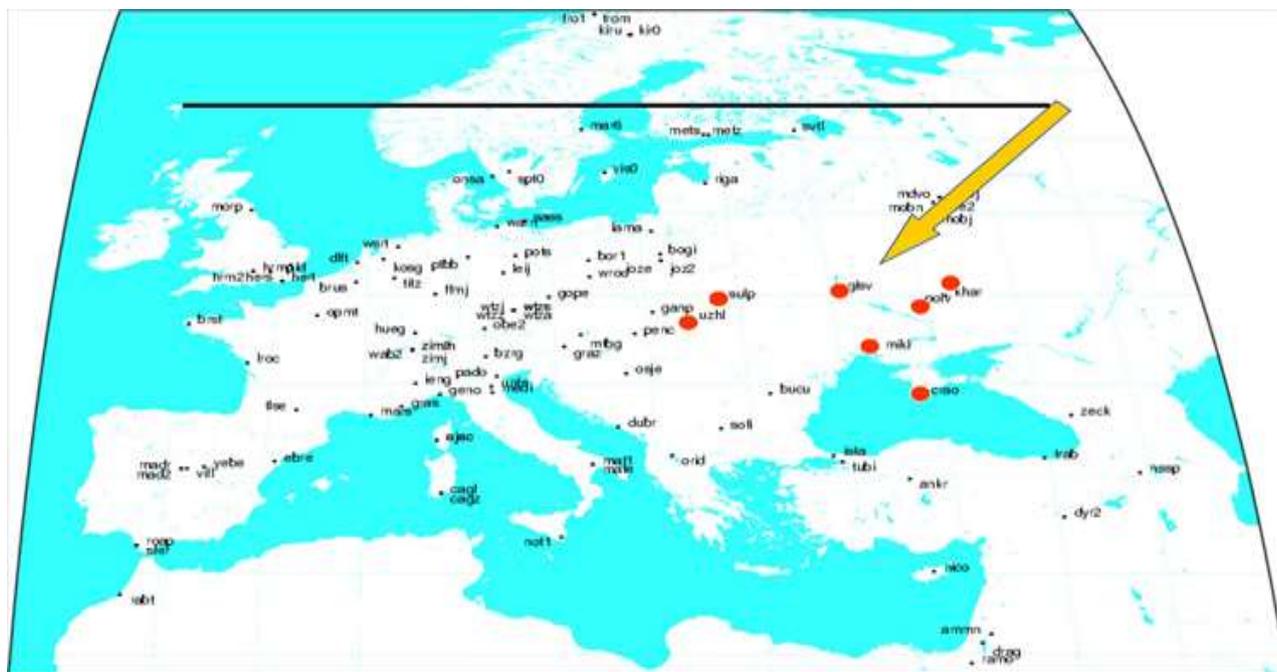


Рис 15 : Сеть IGS.

GHI: Структура та операційний аспект

З моменту свого створення IGS була структурована наступним чином:

- Мережі станцій
- Глобальні та регіональні дата-центри
- Асоційовані аналітичні центри
- Координатор з аналізу
- Центральний офіс
- Міжнародна рада директорів.

Продукти GHI є наступні:

- Ефемерида супутників GPS
- Ефемерида супутників ГЛОНАСС
- Параметри обертання Землі
- Координати і швидкості станцій IGS
- Інформація про годинник з супутників GPS і станцій IGS
- Затримка зеніталю тропосфери
- Глобальні іоносферні моделі

4.2 Європейська постійна мережа EUREF

Мережа EUREF або EPN (Європейська постійна мережа) складається з 160 станцій (3,2). EPN створила і створена підкомітетом EUREF AGI для підтримки європейської довідкової системи (ETRS89), а також місцевої денсифікації для європейських країн.

Ця мережа надає дані GPS в режимі реального часу місцевим та регіональним дата-центрам1 .

Організація схожа на IGS, але з більш регіональними цілями (наприклад, немає розрахунку орбіти). Центральний офіс EPN розташований в Королівській обсерваторії Бельгії. Лікування щотижневе і щоденне..

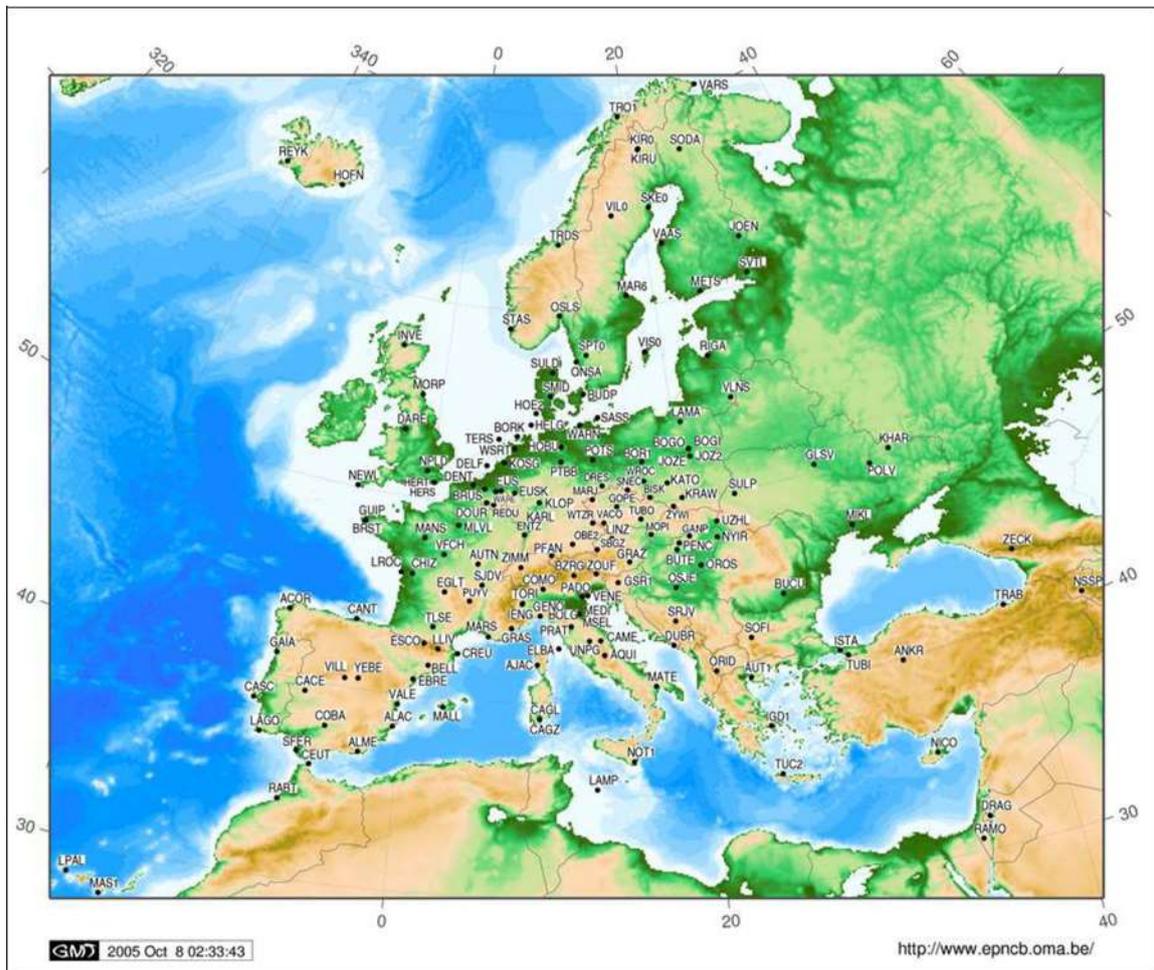


Рис.16 : Сеть EUREF

4.3 Постійна мережа GPS RGP

Шанобливі національні постійні мережі є униженням мережі EPN. Це стосується французької мережі RGP з, в асоціації, геофізичною мережею REGAL..

Постійна мережа GPS була запущена в 1998 році в рамках LAREG (Геодезії науково-дослідної лабораторії) IGN. На кінець 2005 року вона складалася з близько п'ятдесяти станцій.

1- GPS ефемериди і годинники супутників і станцій

	Точность	Задержка	Обновления	Intervalle
orbites Radio diffusées	200 cm			
horloge SAT.	7 ns	temps réel		quotidien
orbites Ultra-Rapides (prédites)	10 cm			
horloge SAT.	5 ns	temps réel	quatre fois par jour	15 min
orbites Ultra-Rapides (observées)	< 5 cm			
horloge SAT.	0.2 ns	3 heures	quatre fois par jour	15 min
orbites Rapides	< 5 cm			15 min
horloge SAT. & Stn.	0.1 ns	17 heure	quotidien	5 min
orbites Finales	< 5 cm			15 min
horloge SAT. & Stn.	0.1 ns	13 jours	hebdomadaire	5 min

2– Эфемериды ГЛОНАСС (спутники)

	Précision	Délai	Mise à jour	Intervalle
Final	30 cm	4 semaines	hebdomadaire	15 min

3– Геоцентрические координаты станций IGS (>130 участков)

	Précision	Délai	Mise à jour	Intervalle
horizontal Positions Finales	3 mm			
vertical	6 mm	12 jours	hebdomadaire	hebdomadaire
horizontal Vitesses Finales	2 mm/an			
vertical	3 mm/an	12 jours	hebdomadaire	hebdomadaire

4– Настройки вращения Земли: полярное движение (PM)

Taux de Mouvement Polaire (PM rate) Longueur du Jour (LOD)

	Précision	Délai	Mise à jour	Intervalle
PM	0.3 mas			
Ultra-Rapides (prédits)	PM rate 0.5 mas/jour	temps réel	quatre fois par jour	quatre fois par jour (00,06,12,18 UTC)
LOD	0.06 ms			
PM	0.1 mas			
Ultra-Rapides (observées)	PM rate 0.3 mas/jour	3 heures	quatre fois par jour	quatre fois par jour (00,06,12,18 UTC)
LOD	0.03 ms			
PM	< 0.1 mas			
Rapides	PM rate < 0.2 mas/jour			
17 heures			quotidien	quotidien(12 UTC)
LOD	0.03 ms			
PM	0.05 mas			
Rapides	PM rate < 0.2 mas/jour			
13 jours			hebdomadaire	quotidien(12 UTC)
LOD	0.02 ms			

5– Параметры атмосферы

	Précision	Délai	Mise à jour	Intervalle
Délai Zénithal Troposphérique Final	4 mm	< 4 semaines	hebdomadaire	2 heures
Délai Zénithal Troposphérique Ultra-Rapide	6 mm	2-3 jours	3 heures	1 heures

4.4. постійна мережа GPS в Альпах REGAL

Шанобливі державні та приватні партнери беруть участь у розробці РГП. Служба геодезії та вирівнювання IGN та LAREG відповідають за впровадження у виробництво, обробку та резервне створення даних RGP. Дані, після контролю якості, доступні безкоштовно через Інтернет. Погодинні дані онлайн протягом десяти днів і зберігаються протягом додаткового місяця. Щоденні дані архівуються терміном на три роки

Блок RGP також робить продукти розрахунку доступними: щотижневі рішення; іоносферні та тропосферні моделі. Розвиток по відношенню до DGPS і RTK є частиною майбутніх цілей RGP.

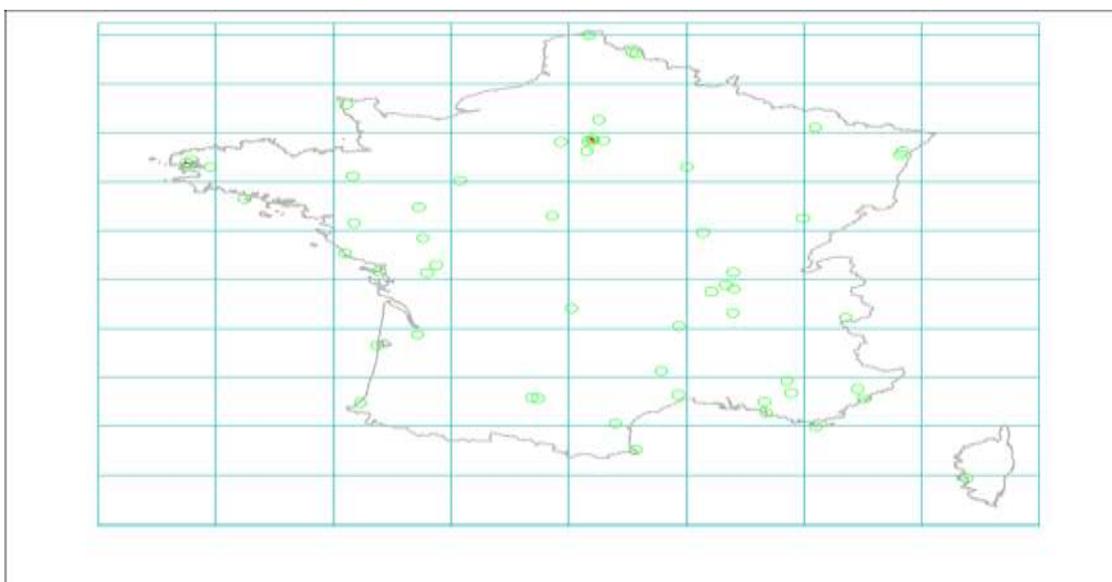


Рис 17 : Сеть RGP (состояние сети по состоянию на 14 октября 2005 года).

Постійна альпійська мережа GPS REGAL в даний час складається з близько тридцяти операційних станцій. Мережа почала свою діяльність в кінці 1997 року. Цілями REGAL є пряме вимірювання активної деформації в альпійському ланцюгу, а також сейсмічні та тектонічні дослідження. Дані зі станцій REGAL щодня отримуються модемом різними організаціями, що беруть участь у проекті, і піддаються через Інтернет і стають доступними для користувачів у власному форматі RAW та у форматі RINEX.

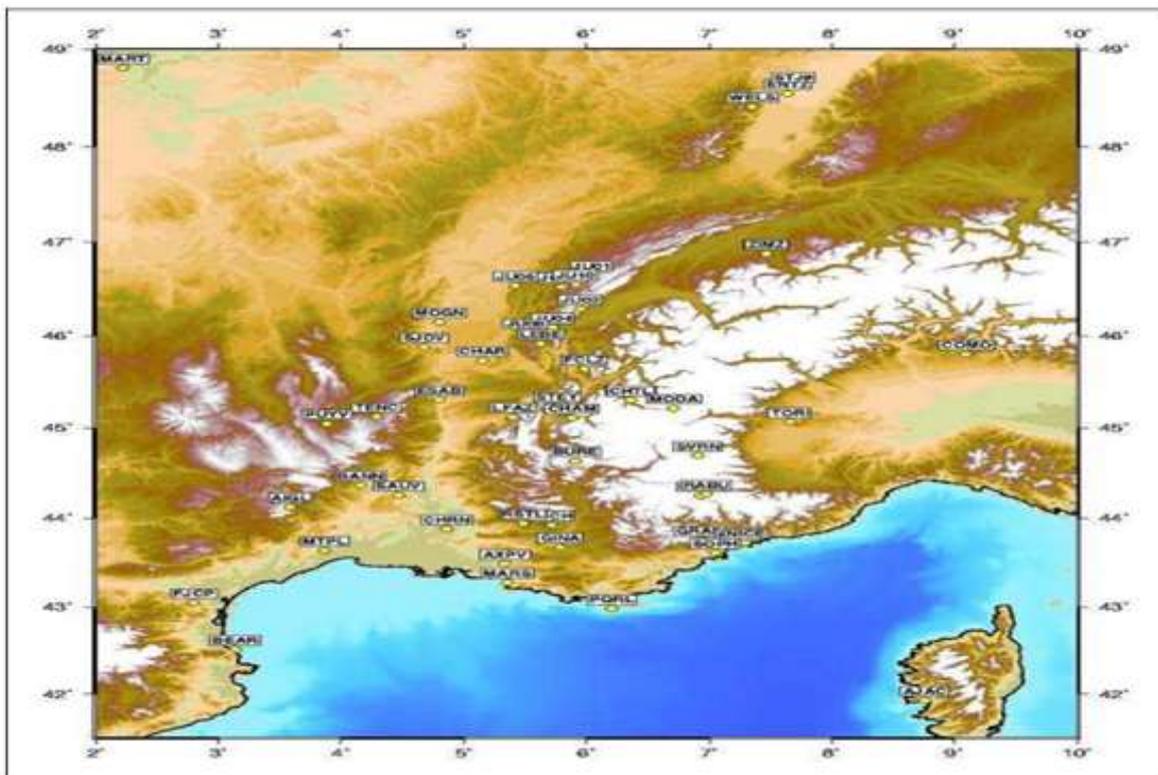


Рис 18 :
Сеть
REG
AL.

4.5 .Постійна мережа GNSS в Україні:

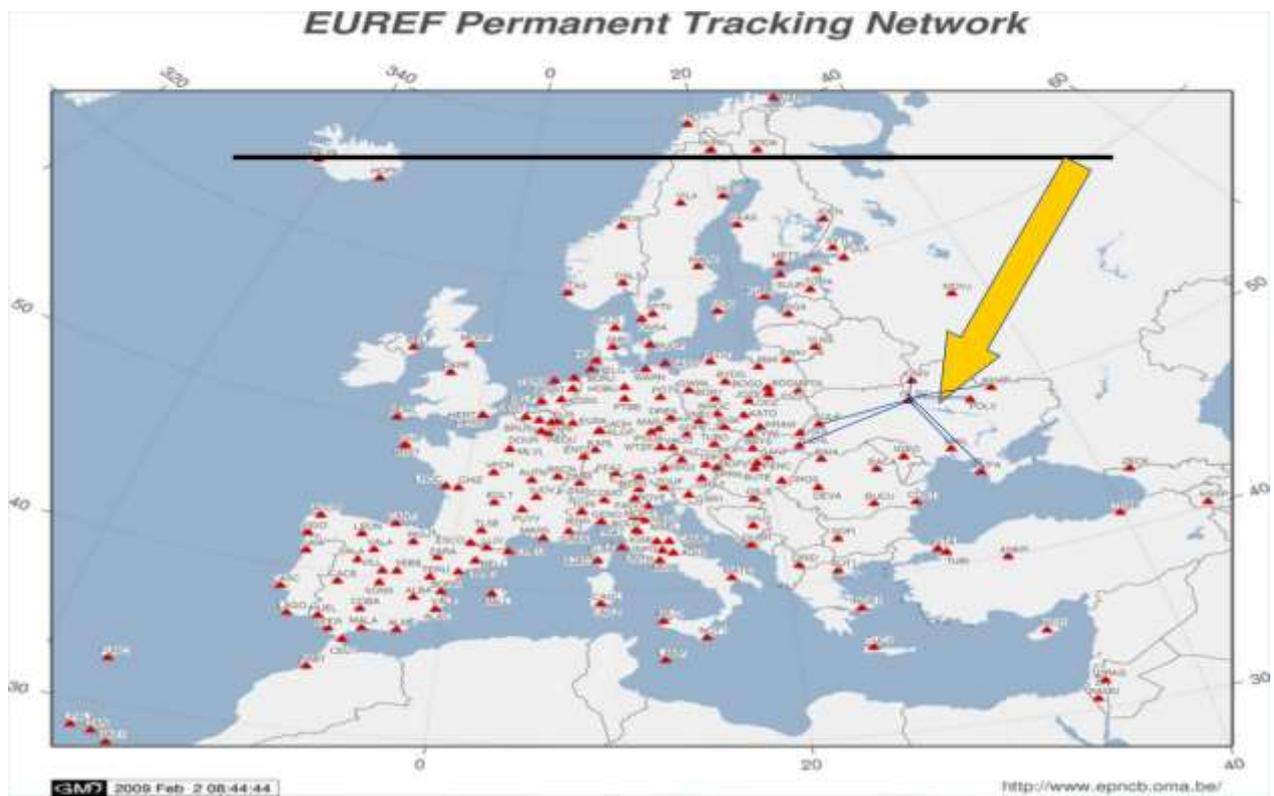
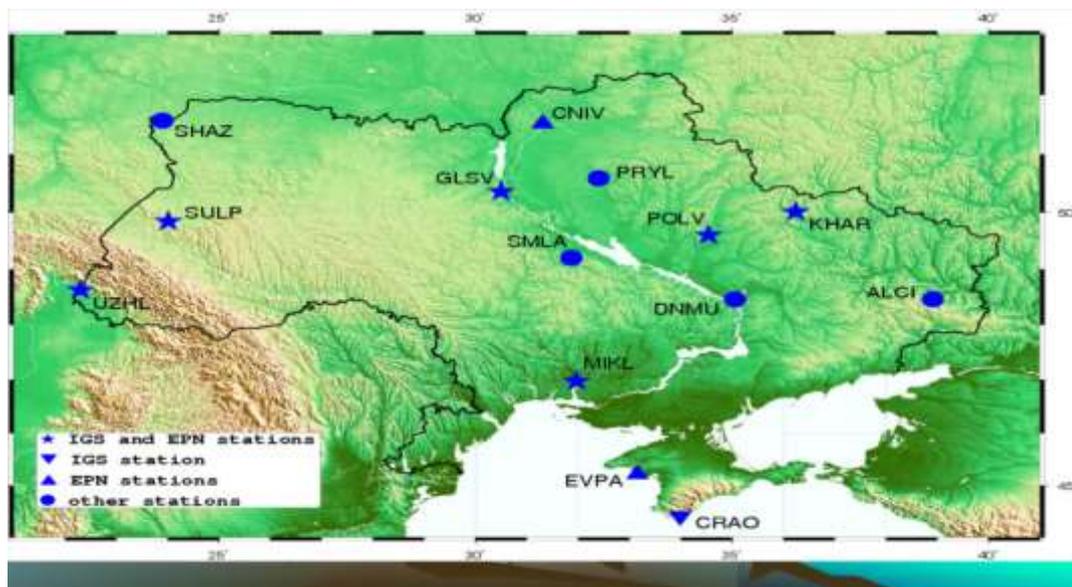


Рис 19 :Українська постійна сеть GNSS



GLCV (Киев/Голосеев))

При поддержке MAO

Приемник: NovAtel DL-V3

Антенна: NOV702GG

Общий интервал: 1 сек

Пк на месте

ОС: Linux

Программное обеспечение:

NovaRS, бесрух, teqc

Сети: IGS, EPN



ХАР (Харьков)

При поддержке MAO

Приемник: NovAtel DL-V3

Антенна: NOV702GG

Общий интервал: 1 сек

Пк на месте

ОС: Linux

Программное обеспечение:

NovaRS, бесрух,

teqc

Сети: IGS, EPN



ПРИЛ (Прилуки)

При поддержке МАО

Приемник: NovAtel DL-V3

Антенна: NOV702GG

Общий интервал: 1 сек

Пк на месте

ОС: Linux

Программное обеспечение

NovaRS, бесрух,

теqc

Сети: —



СМЛА (Смела)

При поддержке МАО

Приемник: NovAtel DL-V3

Антенна: NOV702GG

Общий интервал: 1 сек

Пк на месте

ОС: Linux

Программное обеспечение:

NovaRS, бесрух, теq

Сети: —



УЖЛЛ (Ужгород)

При поддержке МАО

Приемник: Тримбл 4000SSi

Антенна: TRM29659.00

Общий интервал: 30 сек

ПК на месте

ОС: Linux

Программное обеспечение:

besrux, R-utils,

teqc

Сети: IGS, EPN



ЕВПА (Евпатория)

При поддержке МАО

Приемник: Тримбл 4000SSi

Антенна: TRM29659.00

Интервал: 30 сек

ПК на месте

ОС: Linux

Программное обеспечение:

besrux, R-utils,

teqc

Сети: EPN



CNIV (Чернигов)

поддержке МА

Приемник: Тримбл 4000SSi

Антенна: TRM29659.00

Интервал: 1 сек

ПК на месте

ОС: Linux

Программное обеспечение:

besrux, R-utils,

teqc

Сети: EPN



ПОЛВ (Полтава)

При поддержке RIGC

Приемник: Trimble 4700

Антенна: TRM29659.00

Интервал: 1 сек

ПК на месте

ОС: Linux

Программное обеспечение:

besrux, R-utils,

teqc

Сети: IGS, EPN



МИКЛ (Николаев)

При поддержке RIGC

Приемник: Trimble 4700

Антенна: TRM41249.00

Интервал: 1 сек

ПК на месте

ОС: Linux

Программное обеспечение:

besrux, R-utils,

teqc

Сети: IGS, EPN



СЮЛП (Львов)

При поддержке RIGC

Приемник: Trimble 4700

Антенна: TRM41249.00

Интервал: 1 сек

ПК на месте

ОС: Windows 98

Программное обеспечение: TRS



АЛКИ (Алчевск)

При поддержке RIGC

Приемник: Trimble 5700

Антенна: TRM41249.00

Интервал: 30 сек

ПК на месте

ОС: Linux

Программное обеспечение:

besrux, R-utils,

teqc

Сети: —



КРАО (Симеиз)

При поддержке MIT (США)

Приемник: Rogue SNR-8000

Антенна: AOAD / M_T

Интервал: 30 сек

ПК на месте

ОС: Linux

Программное обеспечение: GNEX

Сети: IGS, MGN



ШАЗ (Шацк)

При поддержке НУ "LP"

Приемник: Trimble 5700

Антенна: TRM41249.00

Интервал: 30 сек

ПК на месте

ОС: Windows 98

Программное обеспечение: TRS

Сети: —



ДНМУ (Днепропетровск)

Поддерживается DNMU

Приемник: Trimble 7400mSI

Антенна: TRM14532.00

Общий интервал: 1 сек

ПК на месте

ОС: Windows

Программное обеспечение: TRS

Сети: —



,заклучение

Постійна мережа GNSS EUREF складається з

- мережа безперервно працюючих опорних станцій GNSS (глобальних навігаційних супутникових систем, таких як GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Beidou, ...),
- центри обробки даних, що надають доступ до даних станції,
- аналітичні центри, які аналізують дані GNSS,
- центри або координатори продуктів, які створюють продукти EPN,
- і Центральне бюро, яке відповідає за щоденний моніторинг та управління EPN.

Мережа функціонує під егідою підкомісії регіональної референтної підкомісії IAG (Міжнародної асоціації геодезії) для Європи, EUREF.

РОЗДІЛ V

Створення постійної станції

Станція GPS - це геодезична точка, встановлена на місці без перешкод, як правило, дах будівлі, на якому антена безперервно підхоплює сигнали від супутників GPS...

5.1.Обладнання станції

На постійній станції GPS основними елементами є антена, приймача та комп'ютера.

. У наведеній нижче таблиці показано існуюче обладнання станції, яке має бути реалізовано:

Пристрій	Деталі	Число
	Приемник GNSS технологии SF-2050M Navcom	1
	Ashtech Модель ASH 111661 антена	1
	Радиомодем типа Satel Satellite 3ASd / 250 / 10W / Div Epic Радиопередатчик Модем FC: 434.0000MHz:	1

	10 м Leica GEV119 антенный кабель	1
	Кабель передачи данных	2
	Кабель питания	2
	Кабель RS 232 к USB	2

5.2. Встановлення станції

. Електромонтаж

Кабель антени проходить уздовж верхньої частини даху, перш ніж спуститися до приймача. Отвір було просвердлено, щоб внести кабелі в кімнату. Потрапляючи всередину, кабелі кріплять кріпленнями 8 мм до стіни, де матеріал встановлений, як зазначено схема





Рисунок 20 : Проводка станції

. Встановлення антени

Антенa є однією з основних частин GPS Р. Антенa знаходиться в постійному контакті з супутниками. Він фіксує дані, що випускаються супутниками.

Перед монтажем антени базової станції враховуються наступні критерії і дозволяють їй забезпечити оптимальну продуктивність.

Його потрібно ставити якомога вище, щоб уникнути будь-яких порушень, таких як мультипроєкт

Антенa повинна бути встановлена, наскільки це можливо, від світловідбиваючих об'єктів (наприклад, металевих будівель або водойм) і повинна бути вище, ніж навколишні перешкоди (наприклад, ряди дерев, лінії електропередач і т.д.)

Опора антенны должна быть чрезвычайно прочной и не должна позволять ей двигаться. Был использован прочный крепежный кронштейн с резьбой 5/8" -11 NC. Длина резьбы должна быть между 3/8 " (9,6 мм) и 7/8 " (22 мм), используйте две встречные гайки, чтобы укоротить открытую резьбу ...

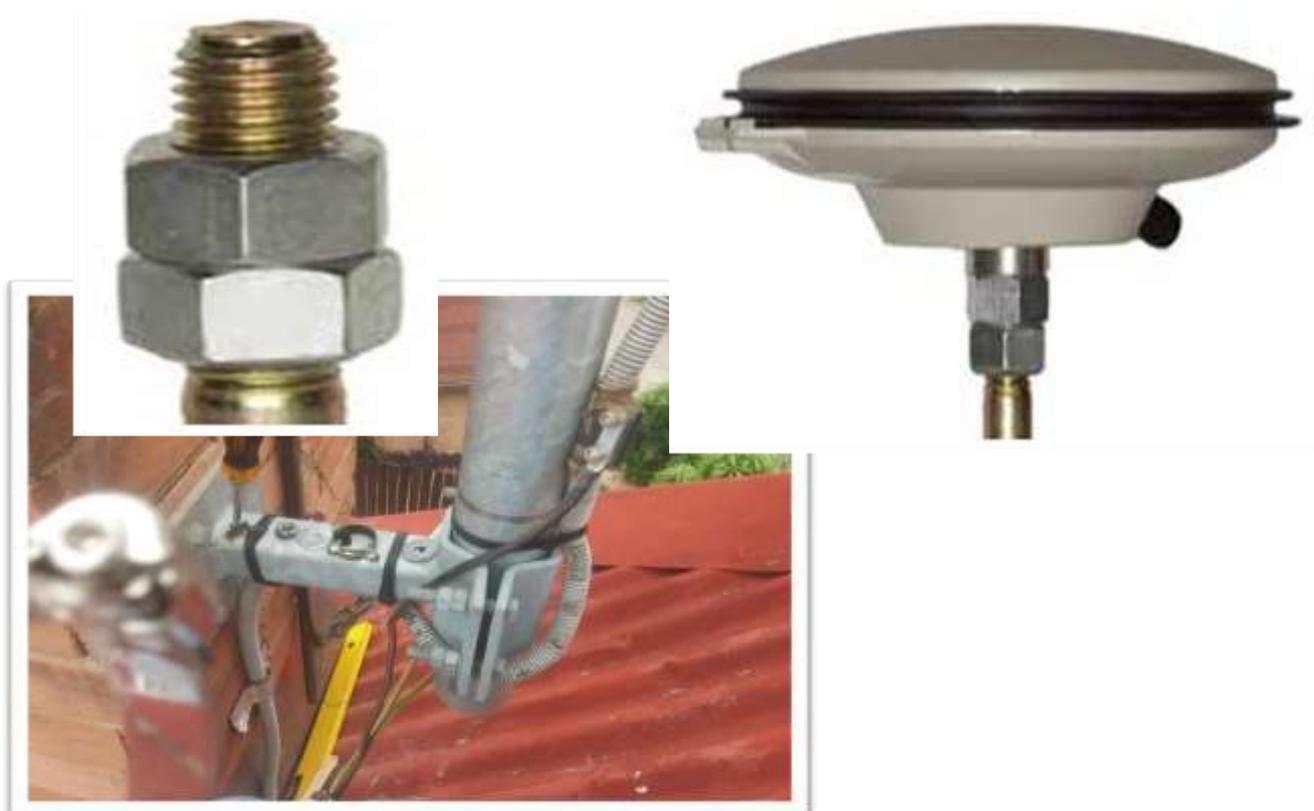


Рисунок 21: Крепление антенны с помощью встречных гаек

Антенна монтируется под металлической трубкой, вся фиксируется с датчиком Wi-Fi уже на месте двумя (2) воротниками по 24 и болтом 10 мм, как показано на схеме:



Рисунок 22 : Крепление антенны

. Вимірювальне обладнання

Всі вимірювальні прилади кріпляться до внутрішньої стіни приміщення на другому поверсі будівлі саморізами.

Радіоприймач кріпляється разом до стіни, як показано на схемі нижче.;



Рисунок23 : Кріплення приймача та радіо модем

. Джерело енергії

Джерелом енергії, що використовується для живлення постійної станції, є електроенергія, що постачається JIRAMA (Jiro sy RAno MAlagasy). Але оскільки часто відбуваються відключення електроенергії, щоб захистити і безперервно експлуатувати наші інструменти, нам потрібні пристрої в списку нижче:::

Пристрій	Роль	Число	Ілюстрації
Стабілізатор	Для стабилизации электрического тока	1	
Инвертор Prolink pro700	Поддерживайте ток в течение нескольких минут, чтобы источник питания можно было изменить при отключении питания JIRAMA	1	
Генератор Kipor дизель kde12sta 10.5 кВА	Поддерживайте питание до тех пор, пока питание JIRAMA не будет восстановлено.	1	
Громоотвод	Защитите станцию от молний .	1	

Таблиця: Джерепоживлення та захист станції

Сервер
Комп'ютер або

в'язковим. Він буде використовуватися як сервер для отримання спостережень від станції і безперервного запису вимірювань.

Програмне забезпечення під назвою StarUtil також встановлюється на нашому сервері, щоб дозволити запис і моніторинг даних станції



Рисунок24 : Сервер

. СтарУтил

StarUtil - утиліта, розроблена NavCom, призначена для налаштування та візуалізації функцій GPS-приймача. На додаток до своїх можливостей конфігурації, StarUtil дозволяє захоплювати і записувати дані, ми також можемо відображати різні функції продуктивності приймача. Після запуску програмного забезпечення, ось як виглядає головне вікно StarUtil::

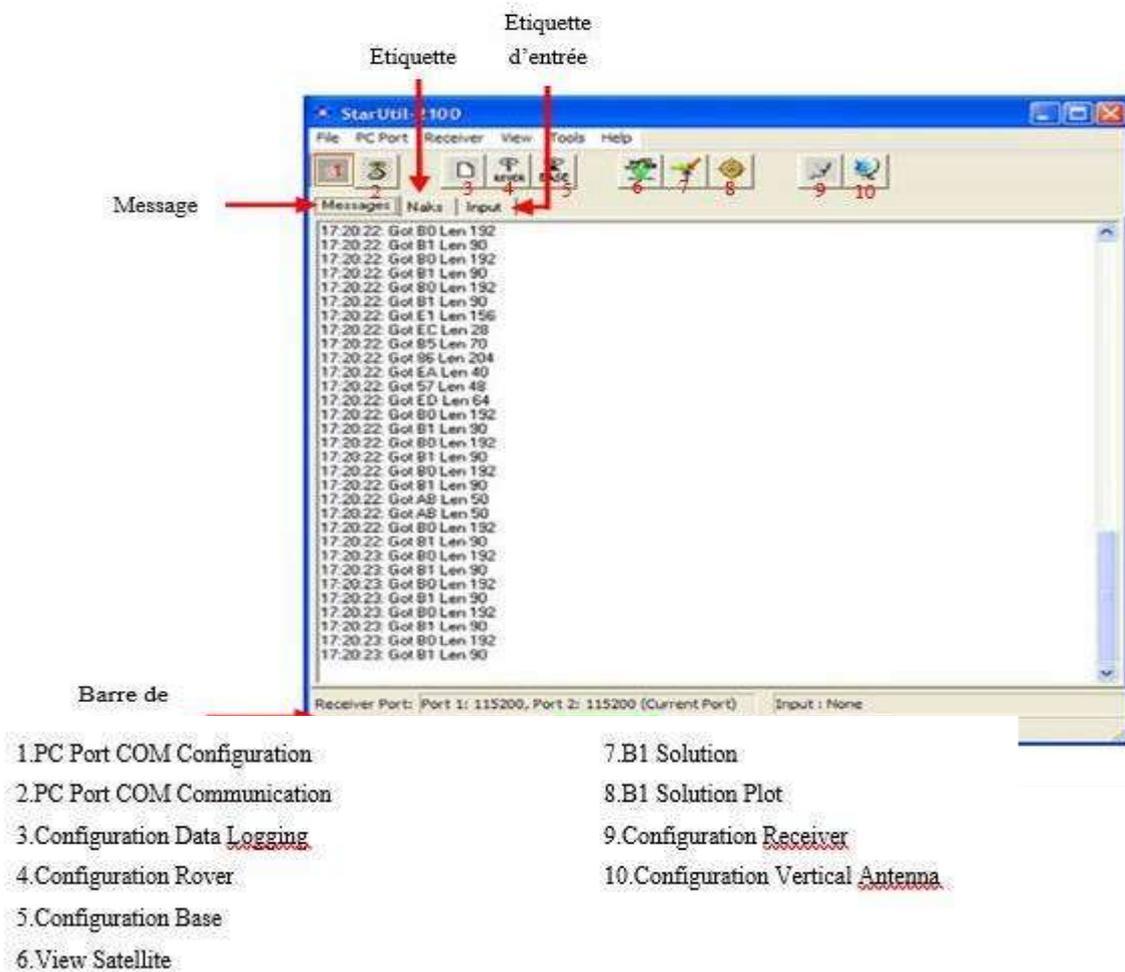


Рисунок 25: Інтерфейс StartUtil

Список виводу повідомлення

StarUtil надає користувачеві два вікна для планування та налаштування повідомлень для виводу, виходячи з потреб програми

- окна сообщений NCT приложения ¶
- Окно сообщений NMEA

Значення за замовчуванням для GPS-приймача, коли виводиться 7 NCT двійкові повідомлення за допомогою порт управління 2, і 2 NMEA повідомлень через порт даних 1. Користувач має повний контроль над типами використовуваних повідомлень і пов'язаними з ними тарифами

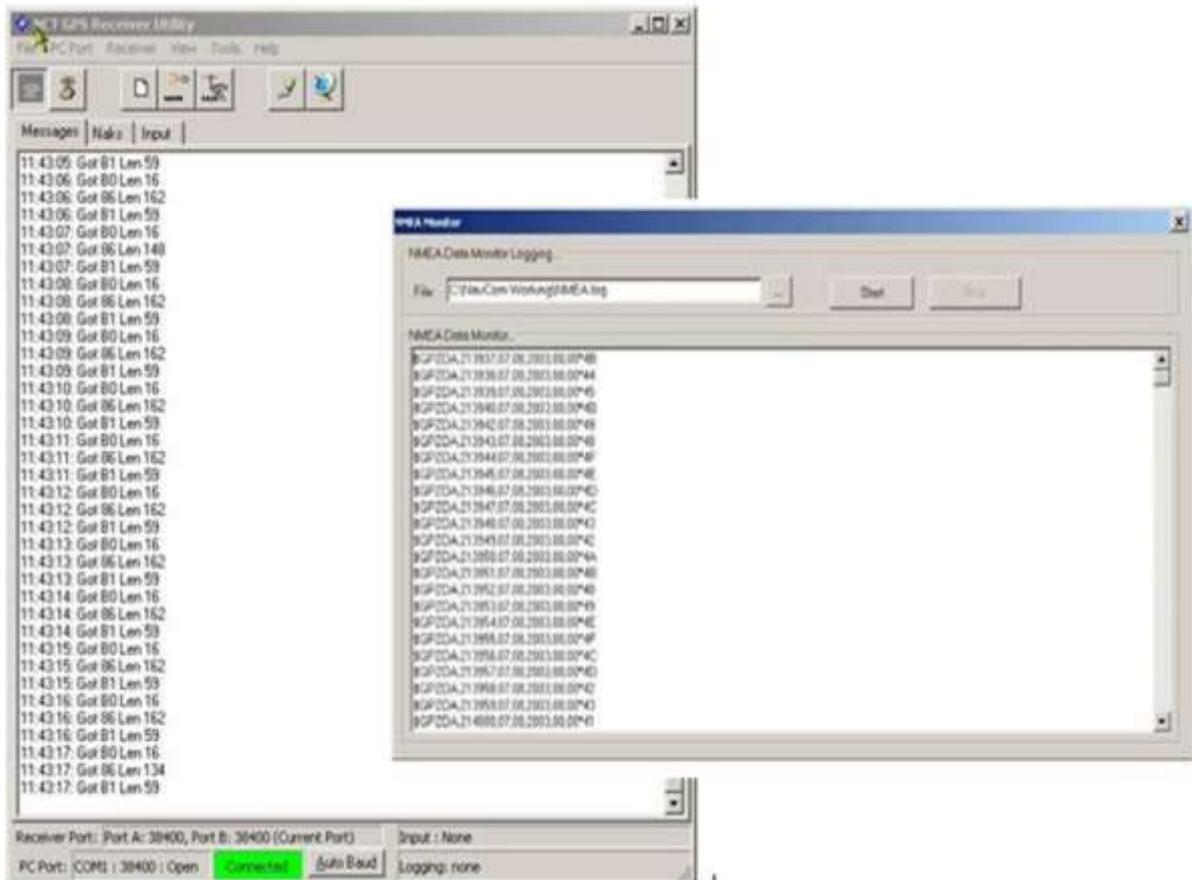


Рисунок26: Выходные сообщения

5.3. Параметри, що перевіряються для установки постійної станції

. Стабільність антени

Добре відомі електронні характеристики і положення фазового центру антени. Знати положення фазового центру в антені означає, знаючи, де вирізаються отримані сигнали GPS. Це означає, куди надходять сигнали.

Стихійні лиха (циклони, землетруси) можуть вплинути на стійкість антени.

Втручання людини також може призвести до нестабільності антени, що, в свою чергу, призведе до систематичної помилки, що впливає на всі вимірювання, а особливо на вимірювання, які вимагають точності..

Дійсно, стабільність антени являє собою ключ до хорошої точності. Таким чином, наша антена була зафіксована на димоході, який є найбільш гарантованою частиною на даху.



Рисунок 27: Стабільність антени

. Калібрування антени

Фазовий центр антени - це точка, де сигнали фізично приймаються антеною. Ця точка не відповідає контрольно-точці антени. Ексцентрація між цими двома точками повинна бути відома для точних вимірювань GNSS. Калібрування антени зазвичай виконується при визначенні двох параметрів: PCO і PCV. Зеймець і Кульманн (2008) і Zeimetz et al. (2011) описують ці параметри, які повинні бути відомі кожному, хто хоче виконати точні центиметричні вторинні вимірювання GNSS. Калібрування антени зазвичай виконується з визначенням двох параметрів: PCO і PCV. Параметр PCO є середнім відміченим центром фаз. Це 3D-вектор між точкою відліку антени (ARP) і середнім центром фаз.]7]

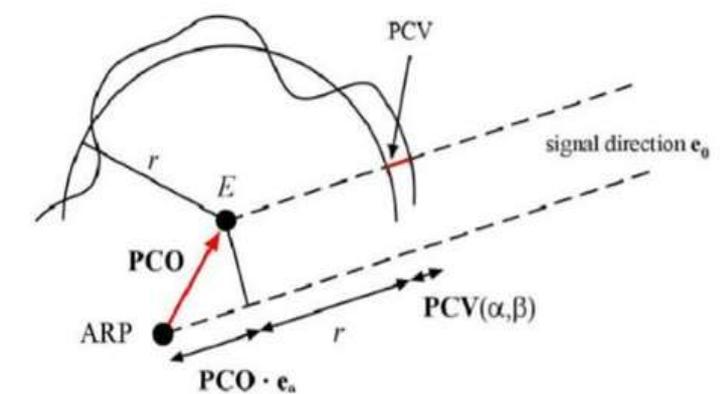


Рисунок28: Модель антени, Зеймець и Кульманн (2008)

Антени, які використовувалися для цього дослідження, не були калібровані, тому що мета полягає в тому, щоб вивчити вимірювання GPS, оскільки вони виконуються звичайними користувачами. Тому вони мають бути приблизними значеннями значень, набутих «реальними» вимірами.

Відносне зміщення антени від фазового центру

Якщо ми продовжимо працювати з відносними значеннями калібрування антени, ми можемо використовувати нижче.

Décalage en mètre

Corrections	Nord	Est	Alt
L1	-0.0005	-0.0014	0.0754
L2	-0.0022	-0.001	0.0719

Corrections en fonction de l'élévation des satellites (en millimètre)

Elevation	90°	85°	80°	75°	70°	65°	60°	55°	50°	45°	40°	35°	30°	25°	20°	15°	10°	05°	00°
L1	0.0	0.6	1.5	2.6	3.8	5.0	6.0	6.9	7.5	7.7	7.4	6.6	5.3	3.4	0.8	-2.5	-6.5	0.0	0.0
L2	0.0	-0.7	-0.8	-0.3	0.4	1.2	2.0	2.6	2.9	3.0	2.7	2.1	1.1	-0.2	-1.8	-3.5	-5.3	0.0	0.0

(источник IGN)

Абсолютне зміщення антени фазових центрів

Фазовий центр и точка, по которой производится измерение.

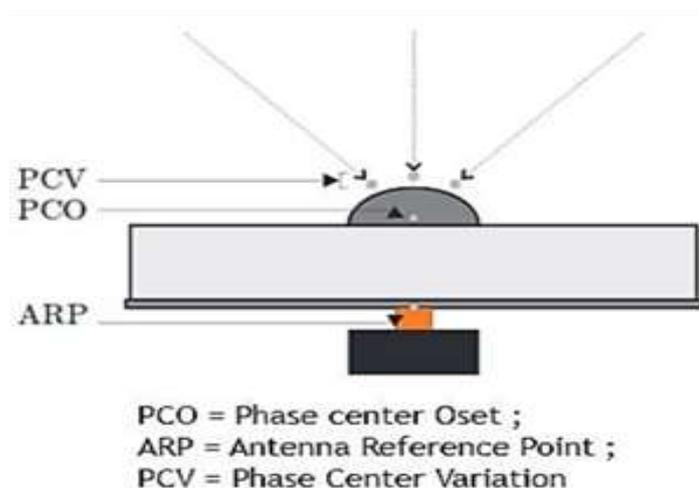


Рисунок 9 :
сміщення антени
Ashtech
ASH1116
61

Рисунок30 : антенны фазовых центров

RPO та PCV надаються IGS та подаються безпосередньо в програмне забезпечення для обробки. Файли абсолютної корекції антени знаходяться у стандартному форматі Antex.

Файл. ATX відкривається за допомогою текстового редактора UltraEdit або Notepad++, як показано на малюнку:

```

C:\Users\Sadda\Desktop\CRCT\Antenne\Caractéristique_astech_ASH111661.bt - Notepad++
Fichier Édition Recherche Affichage Encodage Langage Paramétrage Macro Exécution Compléments Documents ?
Caractéristique_astech_ASH111661.bt
1 ASH111661 NONE L1/L2/L5 GNSS survey antenna, base of RF NGS ( 3) 10/07/26
2 0.1 -1.8 57.3
3 0.0 0.4 0.6 0.7 0.6 0.4 0.0 -0.2 -0.4 -0.5
4 -0.7 -0.8 -0.9 -1.1 -1.5 -1.8 -2.0 0.0 0.0
5 -2.3 -1.6 64.3
6 0.0 -0.8 -1.3 -1.4 -1.4 -1.4 -1.4 -1.6 -1.9 -2.2
7 -2.5 -2.8 -2.9 -3.0 -3.1 -3.0 -2.5 0.0 0.0
8
9 RMS MM (1 SIGMA) 3 MEASUREMENTS
10 0.5 0.7 0.4
11 0.0 0.1 0.1 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.3 0.3
12 0.3 0.3 0.3 0.4 0.3 0.3 0.2 0.0 0.0
13 0.2 0.4 0.6
14 0.0 0.2 0.3 0.3 0.3 0.3 0.4 0.4 0.4 0.5
15 0.5 0.6 0.6 0.6 0.6 0.4 0.1 0.0 0.0

```

Иллюстрация : Файл ASH 111661-A.ATX открыт с помощью Notepad++

Ці виправлення застосовуються до розрахунків ДПР з 5 листопада 2006 (тиждень 1400, день 0).

Потім ці значення були транскрибовані як властивості антени в офісному програмному забезпеченні Leica Geo для подальших розрахунків.

. Ефект багатопроцесівної подорожі

Це явище спостерігається, коли сигнал із супутника надходить на приймач після прямування по дорозі, відмінний від прямого шляху, особливо після

відображення на найближчому перешкоді. Ефект через кілька шляхів не може бути зменшено, тому що він залежить від геометрії перешкод. У загальному випадку обрана ділянка повинна бути очищена від будь-якої маски, дотримуючись з кутом відсікання 15° . Це стандартне значення 15° , використовуване IGS, нині зводить до мінімуму помилки поширення сигналу GPS. Оскільки очевидно, що практично неможливо усунути ефект багаторазових поїздок у міських районах, таких як наш сайт розташування, який розташований у стінах нашого робочого місця, тому що дрібні поверхні (навіть земля, автомобілі тощо) поблизу можуть призвести до цього ефекту, ми вибрали характеристики антени, щоб зменшити його.

- Антена розміщується якомога далі від поверхні, що відображає, в самому чистому місці, якомога вище на даху, тому що вона повинна бути на достатній висоті від землі

- приймач налаштований на усунення супутників поблизу горизонту під час спостережень. Чим нижчий супутник на горизонті, тим чутливіша хвиля до багатокілької

- Вибирайте результати спостережень, поки є найбільш помітні супутники, тому що це явище тим більше важливе, тому що кількість видимих супутників невелика.

- час спостереження станції становить 24 години; тому що множинний шлях має тим менший вплив, чим довше спостереження. Розрив у кілька сантиметрів над невеликою кількістю епох усереднений за великої кількості епох. Це також означає, що найбільш чутливими методами мультипроектів є швидкі методи. [13]

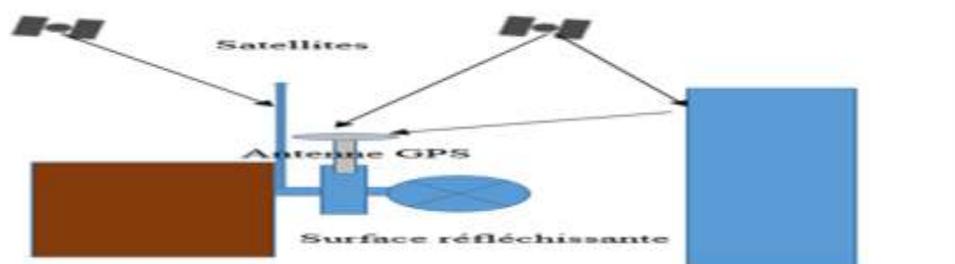


Рисунок31

Явление множественного пути

.заключение

Тому установка нашої станції була проведена з урахуванням різних параметрів цього обладнання, згаданого вище. Відтепер ми можемо продовжувати наше дослідження, поки він не буде вважатися таким, як інші постійні станції в Тунісі.

Після того, як наша станція була налаштована, ми можемо перейти до етапу включення та тестування системи.

Висновки

Довідкова станція GNSS - це геодезичний пункт, встановлений на місці, вільному від будь-яких перешкод, як правило, на даху будівлі, на якому антена завжди приймає сигнали від супутників GNSS, розташованих вище за кутом 5° по відношенню до горизонту..

В даний час топографія постійно розвивається, тому що сьогодні можна сказати, що топографія дійсно знаходиться на передньому краї технологій, зберігаючи при цьому вимір непередбачених, пов'язаних з умовами, завжди відмінними від однієї місії до іншої. Застосування сучасних технологій, таких як геоматика, робить роботу швидшою і простішою у виконанні

Дійсно, ця технологія полегшує отримання, представлення, аналіз та інтеграцію географічних даних. Кілька супутникових мереж з декількох країн заважають визначенню координат положення для більшої точності в результатах.

Список використаних літературних джерел

- 1/ ДСТУ 8926:2019. Нівеліри та прилади вертикального проектування оптико-механічні, цифрові, лазерні й рейки нівелірні. Метрологічні та технічні вимоги: Національний стандарт України. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019 (чинний від 30.03.2020). [Електронний ресурс] . - Режим доступу : http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=86371
- 2/ Теодоліти і тахеометри. Метрологічні та технічні вимоги: Національний стандарт України (проект). – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 20 с.
- 3/ Методичні рекомендації до виконання магістерської роботи для студентів освітньої програми «Геодезія та землеустрій» / Шарий Г.І., Щепак В.В., Литвиненко Т.П., Нестеренко С.В. // Полтава: ПолтНТУ, 2019. - 37 с.
- 4/ Чернишов Є.О., Сенич В.К., Нестеренко С.В. Роль електронних геодезичних приладів у сучасній геодезії // Збірник тез 72-ої наукової конференції Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Том 1. (21.05-15.06.2020) – Полтава: НУПП, 2020. – С. 41-42.
- 5/ К. Феццані. 1979. Аналіз структури туніських астрогеодичних мереж. Дисертація доктора технічних наук із географічних наук. ЕНСГ. IGN Франція, вересень 1979 року.
- 6/ А. Водограй. 1969. Геодезія у Тунісі.
- 7/ Пан Шарфі. 1984. Права на модернізацію Туніського генерала.
- 8/ А. Бен Хадж Салем. 2001. Контроль азимуту орієнтації туніської геодезичної системи Carthage34. Опубліковано в журналі СТА Géо-Тор, No 4 лютого 2002, стор. 63-68.
- 9/ А. Бен Хадж Салем. 2002. Перевірка GPS-координат туніської мережі просторової прив'язки GPS.
- 10/ А. Бен Хадж Салем. 1999. Дослідження розрахунків GPS-кампанії 19 червня – 3 липня 1996 року, що спостерігається ВТК та Центром космічних досліджень Польської академії наук.
- 11/ А. Бен Хадж Салем. 2006. Протокол Постійної технічної комісії геодезії, лютий 2002 р. – березень 2006 р. 37с.
- 12/ Феццані. 1979. Аналіз структури туніських астрогеодичних мереж. Дисертація доктори технічних наук з географічних наук. ЕНСГ. IGN Франція, вересень 1979 року.
- 13/ З ід. J. 2012. Нова туніська тріангуляція (Застосування системи NTT). Управління топографії та кадастру. Туніс, доповідь опублікована в www.otc.nat.tn,

14/ Феццані, (1979). Аналіз структури туніських астрогеодезичних мереж. Дисертація доктора технічних наук, вересень 1979, Національна школа географічних наук, Французький національний географічний інститут.

15/ М. Чарфі, (1983). Модернізація Туніської початкової геодезичної мережі. Доповідь, представлена на 18-й Генеральній Асамблеї Міжнародного союзу геодезії та геофізики, 15 -17 серпня 1983, Гамбург, ФРН.

16/ Камель НАУАЛІ Начальник Відділу геодезії Управління топографії та кадастру Тунісу

17/ Leica Geosystems AG, Технічний довідковий посібник-4.0.0fr, Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Швейцарія 2002

18/ Костянтин Волох, начальник відділу НКАУ ООН/Азербайджан/Європейське космічне агентство/Сполучені Штати Америки Практикум із застосування глобальних навігаційних супутникових систем, 11-15 травня 2009 року, Баку, Азербайджан

вебографія :

<https://geodesie.ign.fr/index.php>

<http://rgp.ign.fr/>

<http://www.otc.nat.tn/index.php>

<https://www.itri-gnss.ma/index.html#1>

<https://www.ensg.eu/?lang=f>