

Лекція 9 з дисципліни:

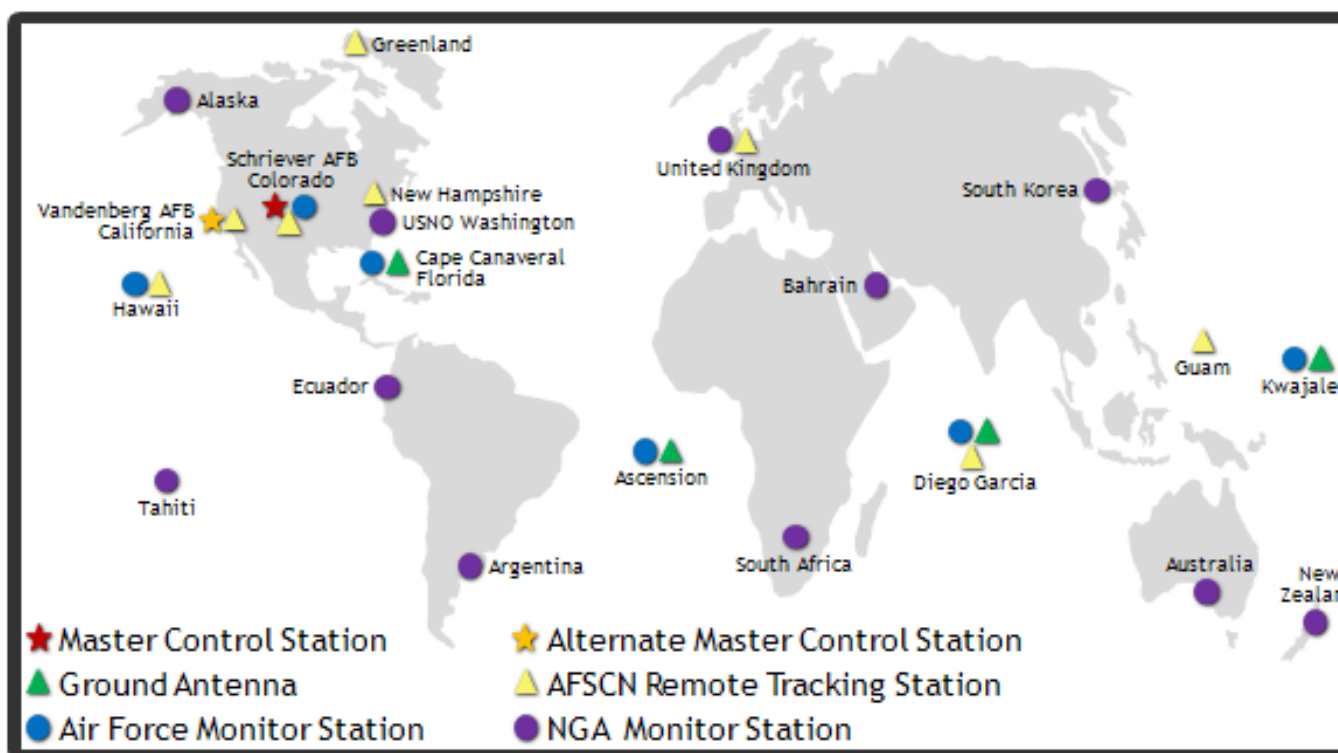
„Мережі та системи цифрового радіозв'язку і радіодоступу нового покоління”.

Тема: GPS.

За останні кілька років системи глобального позиціонування (визначення точного місця розташування) завоювали величезну популярність у всьому світі. Проте, мало хто знає про неї настільки багато, щоб зуміти витягти з неї максимальну вигоду. А між тим, супутникова система навігації реально працює, дозволяючи при цьому вирішувати життєво важливі питання і економити гроші.

ЩО ТАКЕ GPS?

GPS (Global Positioning System) - це глобальна система координат, яка дозволяє визначити місце розташування об'єкта з точністю до 5 метрів, тобто визначити його висоту, широту і довготу над рівнем моря, а також швидкість і напрямок даного об'єкта. Крім цього, за допомогою GPS можна визначити час з точністю до 1 наносекунди.



ІСТОРІЯ ВИНИКНЕННЯ СИСТЕМ глобального позиціонування

Загальна кількість супутників в системі GPS Первая система глобального позиціонування була розроблена виключно у військових цілях і використовувалася для передачі сигналів, які могли прийматися

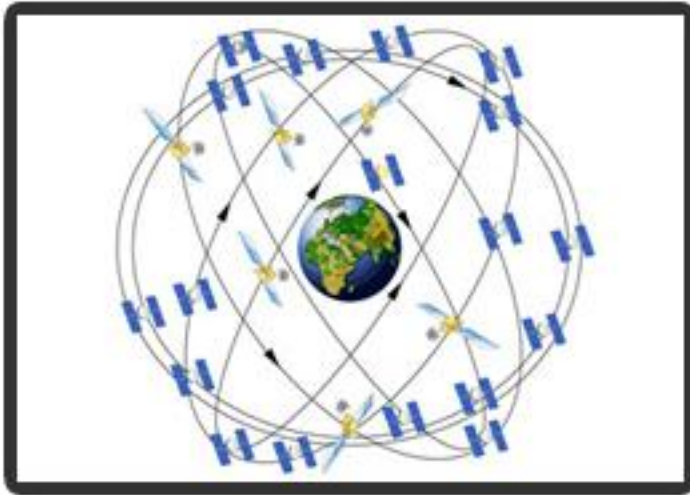
одночасно у всіх точках світу. Ідейним натхненником створення системи GPS-моніторингу вважається Міністерство Оборони Сполучених Штатів Америки. Розробка системи почалася в 1973 році, коли Міноборони США перестала влаштовувати вже застаріла на той час радіонавігаційна система, що складається з двох наземних навігаційних систем Omega і Loran-C, а також супутникової системи Transit. Проект створення нової супутникової мережі, призначеної для визначення точних координат в режимі реального часу і в будь-якій точці світу отримав назву NAVSTAR GPS (NAVigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System, що в перекладі на російську звучить як «навігаційна система визначення часу і дальності»). Застосовувана сьогодні абревіатура GPS з'явилася пізніше, коли систему почали застосовувати не тільки у військових, але і в мирних цілях. Перша орбітальне угруповання системи глобального позиціонування була розгорнута в червні 1989 року і проіснувала в тому вигляді п'ять років. За цей час на орбіту було виведено 24 супутника. Остаточний варіант супутникової системи навігації GPS був введений в експлуатацію в 1995 році. Сьогодні вона як і раніше обслуговується та експлуатується Міністерством Оборони США.

ЯК ЦЕ ПРАЦЮЄ?

GPS являє собою електронно-технічну систему, яка складається із сукупності наземного і космічного устаткування і призначена (як ми вже говорили) для визначення місця розташування (висоти і географічних координат), а також параметрів руху (напрямок руху, пройдений шлях, поточна і максимальна швидкості і т. д.) для водних, наземних і повітряних об'єктів.

Система GPS складається з групи супутників, що передають на навігаційні сигнали. Кожен з цих супутників знаходиться на висоті більше 20 000 км від поверхні Землі. Період обертання супутників становить 12 годин, швидкість пересування - 3 км / с.

Безперебійну працездатність системи забезпечують 24 супутника, проте, на випадок аварійних ситуацій і збоїв у роботі, загальна кількість супутників в системі було збільшено до 32.



Наземний сегмент системи GPS

Що стосується наземного сегмента системи GPS, то він складається з 5-ти станцій контролю, головні з яких розташовані на Гавайських островах, острові Кваджалейн (Kwajalein) в Тихому океані, а також на острові Дієго-Гарсія (Diego Garcia), острові Вознесіння в Індійському океані і в Колорадо-Спрінгс, Колорадо (Colorado Springs, Colorado) - на засекречених військових базах. Головна функція наземних станцій GPS моніторингу - прийом та вимірювання навігаційних сигналів, які надходять з GPS супутників, а також фіксування і аналіз виникаючих помилок в роботі системи.

ЯКІ ЩЕ ІСНУЮТЬ СИСТЕМИ І в чому їх відмінність?

Слід визначитися із застосуванням терміна GPS в різних ситуаціях.

Найпоширенішою помилкою є застосування поняття GPS в якості імені загального для технології позиціонування на місцевості. Насправді, GPS - це назва глобальної американської навігаційної системи NAVSTAR. Крім американської в світі існують і інші глобальні системи позиціонування, що знаходяться в різному ступені готовності.

ГЛОНАСС (Росія)

Найбільш популярною з них є російська система ГЛОНАСС, що належить Міністерству оборони Росії. Після 1996 року дана супутникова угруповання постійно скорочувалася, що вже до 2002 року привело її до занепаду. Відновити систему вдалося лише до кінця 2011 року. До 2025 року систему планують піддати глибокої модернізації. А поки від системи GPS система ГЛОНАСС відрізняється невеликою «зоною охоплення» і слабкою поширеністю клієнтського обладнання.

GALILEO (Євросоюз)

Європейська навігаційна система GALILEO знаходиться в процесі розробки супутникової угруповання. Повністю її планують розгорнути

до кінця 2020 року. Успішний запуск проекту *Galileo* дасть можливість збільшити кількість робочих навігаційних супутників, доступних користувачам, більш ніж у два рази. Цей крок не тільки дозволить поліпшити якість роботи в автономному режимі, але і підвищить чіткість визначення координат і розширить можливості GPS-апаратури.

IRNSS (Індія)

Індійська навігаційна супутникова система *IRNSS* також знаходиться в стані розробки. Перший супутник цієї системи був запусканий в 2008 році. Планується, що супутникова угруповання *IRNSS* складатиметься з семи супутників на Геосинхронна орбіта. Всі вони будуть мати постійний радіозв'язок з індійськими керуючими станціями.

QUASI-ZENITH (QZSS) (Японія)

Японська навігаційна система *Quasi-Zenith (QZSS)* була розроблена ще в 2002 році і являє собою комерційну систему з набором функцій, призначених для просування зв'язку, віщання і широкого застосування для навігації в Японії та деяких районах Південно-Східної Азії. Перший супутник для *QZSS* був запусканий в 2008 році. Незабаром планується розпочати черговий випробувальний етап даної навігаційної системи.

COMPASS (Китай)

Китайська система глобального позиціонування *COMPASS* призначена для використання тільки в цій країні. Її особливість полягає в невеликій кількості супутників, які знаходяться на геостаціонарній орбіті. Судячи за прогнозами, вже до кінця 2012 року система зможе покривати Азіатсько-Тихоокеанський регіон, а до 2020 року (до цього часу кількість супутників планують збільшити до 35) *COMPASS* зможе працювати як глобальна система. Реалізацію цієї програми почали в 2000 році. Сьогодні на орбіті Землі працює вісім навігаційних супутників системи *COMPASS*. У найближчому майбутньому Китай планує налагодити взаємодію своєї навігаційної системи з іноземними.

Ситуація, коли термін *GPS* застосовується як загальноприйнятого поняття глобальної навігаційної системи, пояснити не складно: *GPS* як американська система супутникової навігації, є єдиною системою в світі, що працює для споживчих потреб. Інші глобальні навігаційні системи (до них відноситься і *ГЛОНАСС*) є недосконалыми. Серед недоліків цих систем - велика похибка при визначенні координат, мала

кількість супутників, слабка поширеність клієнтського обладнання та інші.

Сфера застосування

Система GPS-моніторингу може застосовуватися в самих різних сферах - від туризму до кадастрових та геодезичних і робіт, а також без праці може визначити координати об'єкта в будь-якій точці світу - від непрохідних джунглів до морських глибин. До слова, у розвинених країнах навігаційними системами обладнають не тільки в автомобілі, катери і мотоцикли, а й навіть комбайни.

Крім навігації, координати, одержувані за допомогою супутникових систем, застосовуються в багатьох галузях. У геодезії, наприклад, за допомогою систем навігації визначаються точні координати і межі земельних ділянок. За допомогою систем навігації ведеться моніторинг за становищем, швидкістю автомобілів, а також контроль за їх рухом. За допомогою навігаційних систем ведуться спостереження коливань і рухів тектонічних плит. Системи GPS контролю широко використовується в цивільній і військовій картографії. З їх допомогою здійснюється дорожня і морська навігація, а також пілотування літальних апаратів. У деяких країнах, наприклад, в Америці, GPS застосовують для оперативного визначення місцезнаходження людини, який зателефонував до служби порятунку 911 (в Росії, до слова, у 2010 році стартував аналогічний проект під назвою «Ера-ГЛОНАСС»). Навіть фотографії «прив'язуються» до координат за допомогою вбудованих в них GPS-приймачів. Необхідно відзначити також, що все активніше останнім часом GPS навігатори застосовуються в різних сферах бізнесу.

ІНДИВІДУАЛЬНІ НАВІГАТОРИ І СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ

Персональні GPS навігатори відрізняються невеликими габаритами і мають широкий спектр сервісних функцій, починаючи стандартними навігаційним, такими як можливість програмування маршрутів і відстеження в режимі реального часу місцезнаходження своїх рідних і близьких, і закінчуючи функцією прийому та передачі електронної пошти.

Якщо говорити про застосування навігаційних технологій в бізнесі, то в даному випадку мова піде про системи моніторингу, що стали особливо популярними останнім часом. Адже після впровадження цих систем на швидкий фінансовий ефект може розраховувати практично будь-яка компанія. Особливо це стосується бізнесу, пов'язаного з перевезеннями і логістикою.

Якщо за специфікою діяльності вашої компанії в ній передбачено наявність автопарку, вважаємо, рано чи пізно кожен з вас зіткнеться з проблемою

контролю над водіями та витрати палива. Як вирішити цю проблему швидко, ефективно і без особливих витрат? Збільшувати кількість співробітників-логістів - не вихід, здійснювати тотальний контроль над водіями на відстані - завдання ще більш складна.

Вирішити ці та інші проблеми ви зможете, встановивши на своєму підприємстві систему моніторингу транспорту. Наші фахівці нададуть вам сервіс моніторингу транспорту і розробки власного програмного забезпечення для надання додаткових сервісів на базі системи стеження за транспортом, взявши, таким чином, всі ваші проблеми на себе.

Крім вищевказаних переваг системи моніторингу транспорту, у нас є ще безліч інших переваг.

Систему GPS-моніторингу можна назвати своєрідною супутниковою сигналізацією, тому як практично на кожному GPS-трекері є так звана «тривожна кнопка». При її натисканні, сигнал про нештатну ситуацію надходить на мобільний телефон диспетчеру, отримавши який, він зможе заблокувати двері, двигун або інші важливі механізми транспортного засобу, перебуваючи при цьому за тисячі кілометрів. Таким чином, система супутникового моніторингу транспорту робить вантажоперевезення і далекі поїздки більш безпечними. З її допомогою можна визначити місце розташування машини в будь-який час доби, перевірити, чи дотримується машина визначеного маршруту, а також знаходиться вона в роботі чи ні. У випадку, якщо машина працює, за допомогою аналітичних звітів про пробіг, русі, витраті палива і звітах можна перевірити ефективність її роботи. У випадку викрадення автомобіля за допомогою системи супутникового моніторингу транспорту ви легко зможете визначити координати викраденої машини і, відповідно, повернути її в найкоротші терміни. Також за допомогою цієї системи можна підключити датчики розтину багажника і дверей, відключення і розрядки батареї. Можна і обмежити територію пересування транспорту. У випадку, якщо автомобіль порушить зазначені кордону, на пульт диспетчера тут же надійде тривожний сигнал.

Одним з найважливіших переваг даних систем моніторингу можна вважати економію витрат на зв'язок. При цьому доставка всіх звітів по GPS-моніторингу гарантована, навіть якщо зв'язок був відсутній протягом тривалого часу небудь об'єкт знаходився поза зоною дії мережі передачі даних.

Практика показує, що автопарки, обладнані навігаційною системою контролю, економять на його утриманні до 30% коштів. Досвід, набутий нашою компанією, свідчить про те, що окупність системи моніторингу забезпечується вже через 2-3 місяці після її впровадження.

Система глобального позиціонування (англ. – "Global Positioning System") – сукупність супутників, обладнаних радіочастотним приймально-

передавальним обладнанням, запущених для визначення розташування об'єктів на поверхні Землі. Розроблена на замовлення військових відомств (США — NAVSTAR, Росія — ГЛОНАСС) для наведення ракет на ціль та координації пересування підрозділів авіаційного, морського і наземного базування.

Система Глобального Позиціонування (GPS)

Глобальна навігаційна супутникова система ГЛОНАСС-М.

Вітчизняний супутник ГЛОНАСС - М

Призначення: Global Positioning System (GPS) - супутникова система визначення місцезнаходження рухомих об'єктів.

Система GPS створена міністерством оборони США і дозволяє з точністю до 20 м визначати в будь-якій точці земної кулі місце знаходження нерухомого або рухомого об'єкту на землі, в повітрі і на морі в трьох вимірах з дуже високою точністю. Більше того, GPS повідомляє швидкість пересування об'єкта. Ця система дозволяє оснастити річкові та морські судна, автомобілі, літаки електронними картами, на яких показується місце знаходження об'єкта і найкоротший (або найбільш зручний) шлях до пункту призначення. GPS використовується також для складання географічних карт і в задачах геодезії. Система широко використовується і цивільними абонентами.

Система створена в супутникової мережі, утвореної супутниками зв'язку, обертовими навколо землі за високими орбітах. У 1995 р мережа мала 24 супутника. Для входження в GPS кожен абонент повинен мати невеликий пристрій. Останнє в побутовому варіанті має розмір, рівний портсигари, що дозволяє носити його в кишені костюма. Пристрій з високою точністю показує три координати об'єкта, що знаходиться в будь-якій точці планети. Одним з найважливіших компонентів пристрою є атомні годинники, здатні вимірювати час з точністю до наносекунди. Сигнали пристрої синхронізуються з приймально-передавачами супутників зв'язку GPS в деталях.

Крім високої точності вимірювання координат свого місця розташування і швидкості різних рухомих об'єктів, а також визначення часу, важливими її достоїнствами є безперервність видачі інформації, всепогодність і скритність.

Сигнали, які мають навігаційну інформацію, випромінюються на двох частотах: 1575,45 МГц (L1) і 1227,6 МГц (L2). На другий частоті випромінюються лише сигнали з військовим кодом P (Y), несучим високоточну інформацію (P - Precision, точний) і захищеним криптографічним методом від імітаційних перешкод, про що свідчить індекс

У. На першій частоті передаються сигнали як з кодом Р (Y) , так і загальнодоступним кодом С / А. Сигнали обох кодів являють собою псевдошумову послідовність імпульсів, за допомогою якої здійснюється фазова маніпуляція несучої частоти. Військовий код Р (Y) має тривалість 267 діб, а код С / А - 1 мс. Прийом сигналів з кодом Р (Y) дає можливість роботи в режимі високої точності вимірювань (PPS), а порівняння часу приходу сигналів на частотах L1 і L2 дозволяє обчислювати додаткову затримку, що виникає при проходженні сигналів через іоносферу через нелінійності (збільшенні шляху) поширення в ній радіохвиль.

Прийом сигналів з кодом С / А тільки на одній частоті не дає можливості обчислювати помилки, що вносяться при проходженні радіохвиль через іоносферу. Крім того, сама структура коду забезпечує значно гірші характеристики в режимі стандартної точності вимірювань (SPS). За рахунок навмисного погіршення точності шляхом введення помилок при формуванні навігаційних параметрів (режим виборчого доступу - SA) похибка вимірювань в режимі SPS може бути доведена до 300 м і більше.

Крім кодів С / А і Р навігаційні супутники регулярно передають спеціальні повідомлення, які містять додаткові відомості: про стан супутників і їх параметрах - системному часу, ефемеридах (наборах параметрів, точно описують орбіти супутників), прогнозі іоносферній затримки, показниках працездатності. Передача навігаційного повідомлення довжиною 1500 біт здійснюється зі швидкістю 50 біт / с на частотах L1 і L2. Для передачі повного повідомлення про всі супутниках потрібно 12,5 мінути.⁷

Забезпечення навігаційної інформацією і сигналами точного часу військових і цивільних наземних, морських, повітряних та космічних споживачів.

З 1996 року за пропозицією Уряду Російської Федерації Міжнародна організація цивільної авіації та Міжнародна морська організація використовують систему ГЛОНАСС разом з системою GPS (США) в якості міжнародних.

Порівняння GPS і ГЛОНАСС

Системи GPS і ГЛОНАСС в чому подібні, але мають і відмінності (що добре видно з таблиці А). Вони розроблялися з урахуванням найбільш ймовірних областей застосування. Тому ГЛОНАСС має переваги на високих широтах, а GPS - на середніх.

Список використаних джерел:

1. Могильний С. Г., Войтенко С. П. Геодезія / С. Г., Могильний, С. П. Войтенко [Текст]: підручник. – Ч.: Чернігівські оберіги, 2002. – 408 с.
2. Евстафьев О.В Одночастотный спутниковый приемник GPS Leica SR20 для геодезии и ГИС [Электронный ресурс] Электронный журнал по геодезии, картографии и навигации "Geoprofi.ru" № 5, 2005 г // Режим доступа: http://www.geoprofi.ru/technology/Article_2003_10.htm