ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ „ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ”

Факултет по Математика и информатика
Катедра „Компютърни технологии’’

ДИПЛОМНА РАБОТА

на тема:

МЕТОДИЧЕСКИ АСПЕКТИ НА ИЗУЧАВАНЕТО НА СИСТЕМИ ЗА ГЛОБАЛНО ПОЗИЦИОНИРАНЕ В БЪЛГАРСКОТО УЧИЛИЩЕ

Дипломант: Сения Сюлейманова Маргарова
Факултетен №: 0701182049
МИ – задочно обучение

Научен ръководител : доц. д-р Коста Гъров

Пловдив, 2011г.

СЪДЪРЖАНИЕ:

ГЛАВА 1. СТРУКТУРА И ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ НА ГЛОБАЛНАТА СИСТЕМА ЗА ПОЗИЦИОНИРАНЕ **7**

1.1.Същност и история на GPS **7**
1.2.Структура на GPS системите **9**
1.3.Принцип на действие **14**
1.4. Структура на GPS-сигналът **20**
1.4.1. Носещи сигнали *21*
1.4.2. Псевдослучайни кодове *23*
1.4.3.GPS съобщение *24*
1.5. Грешки, които могат да се появят при определяне на позицията: **29**
1.5.1.Източници на грешки: *29*
1.4.2.Корекция на грешките *34*

ГЛАВА 2.ДРУГИ СИСТЕМИ ЗА САТЕЛИТНА НАВИГАЦИЯ **35**

2.1. Галилео (Galileo) **37**
2.1.1.История на системата Галилео *38*
2.1.2.Описание на системата Галилео *40*
2.2.ГЛОНАСС **43**
2.2.1.Описание и кратка история на спътниковата система на Глонасс *43*
2.3. Indian Regional Navigational Satellite System (IRNSS) **47**
2.3.1.Разработване на системата IRNSS *48*
2.3.2.Описание на системата IRNSS *48*
2.4.Сателитната система Beidou **50**
2.4.1. История на системата Beidou *50*
2.5. Quasi-Zenith Satellite System **52**

ГЛАВА 3. ПРИЛОЖЕНИЕ НА GPS СИСТЕМИТЕ В БЪЛГАРИЯ **54**

3.1.История на GPS България **54**
3.3.Софтуер **56**
3.4.Гласова връзка **57**
3.5. SMS – кратки съобщения **57**
3.6.GPS приложения **58**
3.6.1. Personal Securer *58*
3.6.2. PDA устройства с вграден GPS *60*
3.6.3. Smartphone с вграден GPS *61*
3.6.4. Prestigio Bluetooth GPS *61*
3.6.5. GeoTagging *62*
3.6.6. Виртуален GPS *63*
3.6.7. Бъдещи разработки *64*
3.7.Позициониране **65**
3.8.Контрол и управление на собствен мобилен парк **65**
3.9. GPS услуги за автомобили **68**
3.9.1. Системата Sateltrack *68*
3.9.2. Автомобилна сигурност *69*
3.10.Осигуряване на индивидуална сигурност **71**
3.11.Други приложения на GPS системите в България **72**
3.11.1. GPS в градския транспорт *72*
3.11.2. GPS в полицията *75*
3.11.3. GPS в „Чистота” София *77*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ **78**

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА: **80**

Увод

Използването на навигацията датира още от ранните години на човешката история. От китайската митология става ясно, че компасът е изобретен и използван още в древността по време на война при мъгливо време. Имало и много различни техники за навигация в океана и във въздуха – ориентиране по звездите, посоката на слънцето и др. В наши дни ориентирането също е една важна част от ежедневието, но сега задачата е значително улеснена от GPS системите. Ако човек се нуждае от локализиране на летище, гара или друг обект в непознат град или търси информация за въздушното пространство, в което се намира най-подходящото устройство за целта е GPS приемник. Чрез него може да бъде открито местонахождението на всеки един обект на територията на цялата планета по всяко време. Въпреки, че те са създадени главно с военна цел, през последните няколко години комерсиалното им използване набира все по-висока скорост.

В същността си GPS (Глобална система за позициониране) е спътникова радио-навигационна система за определяне на положението, скоростта и времето с точност до 1 наносекунда във всяка точка на земното кълбо и околоземна орбита в реално време. Първоначалното име на системата, дадено й от нейните създатели е „NAVSTAR GPS“ — „Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System“, но в последствие е сменено на GPS. Спътниците,от които се състои групировката са минимум 24, разположени върху орбита на около 20 000 километра от земната повърхност. Контролът им се упражнява от център с наблюдателни станции, разположени в различни точки на Земята. Принципът на действие се базира на измерването на разстоянието от мястото, чийто координати се търсят, до група спътници, с точно

определени и известни координати. Разстоянието се пресмята на базата на времето за разпространение на радиосигнала от спътника до потребителя.

Мрежата от сателити последователно предава кодирана информация, което прави възможна прецизната идентификация на даден обект от земната повърхност. Предаваният радиосигнал е с такава мощ, че е подходящ за всеки, притежаващ GPS приемник. Тази система не е била лесна за построяване и поддръжка и е струвала на САЩ милиарди долари. Допълнителни разходи има при всяко подменяне на сателит от системата.

GPS технологията бързо променя начина за намиране на дадена дестинация, независимо дали това ще послужи за забавление, спасяване на човешки живот, пристигане до целта по най-прекия път или каквато и да била друга употреба. Приложението на тези системи става все по-широко със всеки изминал ден. GPS върви по стъпките на персоналния компютър, чийто дизайн става все по-разнороден по отношение на размери, форми и функции. По същия начин GPS приемниците се срещат и като малки джобни приложения, а също така могат да бъдат вградени приемници във мобилни телефони и други портативни устройства – палмтоп(джобен компютър), PDA, PlayStation Portable (PSP).

GPS може да се използва на сушата, за плаване по вода и във въздуха, почти без ограничение, освен на местата, където е невъзможно приемането на сигнала – вътрешността на сградите, в пещери, закритите паркинги и други подземни места, както и под вода. GPS приложения се използват за въздушен десант от главното въздухоплаване и масовата авиация, и в открито море. Учените използват прецизната синхронизираща способност на GPS в безброй други приложения. Приложенията за позициониране на обекти от земната повърхност обаче, са значително по-разнообразни. Могат да бъдат използвани за много други цели, като изследвания, проучвания, в развлекателни спортове, лов, туризъм, планинско колоездене и др.

Нуждата от системи за позициониране става все по-голяма и затова по-развитите технологично държави правят опити за собствени проекти, които да задоволяват техните нужди. Спектърът на GPS приложения варира от прецизно позициониране до картографиране, от комерсиални приложения до научни изследвания, от малко мащабни до голямо мащабни карти. Заедно с това икономичността на операциите превръща GPS в най-обещаващата техника за наблюдение. В ежедневната човешка дейност GPS заема своето място като неотменна конкурентна техника на методите за наблюдение на земната повърхност, които използват теодолити и инструменти за електронно измерване на разстояния (EDM). В областта на геодезията GPS вероятно ще измести повечето техники, използвани в момента за определяне на точните хоризонтални позиции на точки, отдалечени на повече от няколко десети от километъра. Благодарение на разположението си чрез получаване на сигнали, предавани едновременно от минимум четири сателита, може да се определи точното геометрично място на антената/приемника (дължина, ширина и височина), координираното универсално време - Coordinated Universal Time (UTC), и вектори на скоростта с висока степен на точност, при това за доста кратко време и с най-малко разходи в сравнение с всяка друга налична в момента техника.

Настоящият проект има за цел да се проследи развитието и приложението на GPS системите по света и в България и как това може да бъде изучено в българското училище в извънкласна форма (ЗИП/СИП) за няколко часа. За постигането й ще бъдат решени следните задачи:

1. Да се опише подробно същността и историята на създаването на GPS системите;
2. Да се разгледа структурата, както на самите системи така и на излъчваният от тях сигнал, както и принципът на функциониране.

3. Да се представят аналозите на GPS системите и развитието им.
4. Да се опише развитието и употребата на GPS услугите в България .
5. Да се направят планове,по които ще се предава този материал в училище.

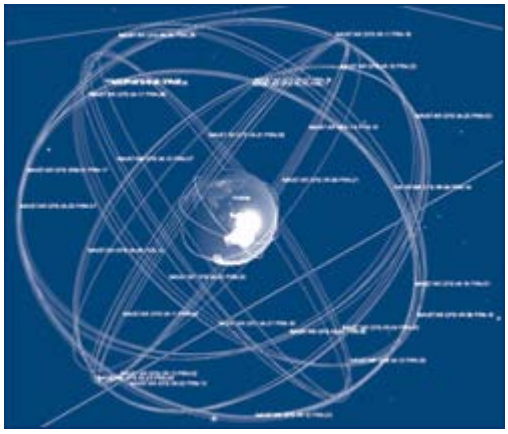
Темата е актуална поради бурното развитие на технологиите, забързаното ежедневие и все по-голямата нужда от точно определяне на разположението. Географското позициониране заема все по-голяма част от бизнеса и все по–масова цел става включването на GPS в мобилните апарати и други портативни устройства.

Глава 1. Структура и принцип на действие на глобалната система за позициониране

1.1.Същност и история на GPS

Глобалната система за позициониране е създадена, проектирана и контролирана от Министерството на отбраната на САЩ. Тя може да бъде използвана безплатно от всеки. Поддръжката на системата струва около 400 млн. долара (USD) годишно. Тази сума включва и разходите по подмяна на остаряващите спътници. Първият от 24-те спътника, които формират сегашната GPS-групировка (Block II), е изведен в орбита на 14 февруари 1989 г. Последният изстрелян до момента спътник, който е 52-ри по ред от създаването на системата през 1978 г. е изведен в орбита с помощта на ракетата „Delta II“ на 6 ноември 2004г.

Със изстрелването на първият изкуствен спътник на СССР в края на 50-те години се ражда идеята за създаване на спътникова радио-навигационна система. Ричард Кершнер заедно с група американски учени, наблюдавайки излъчените от Спутник сигнали откриват, че поради Доплеровия ефект, честотата на излъчения сигнал е по-висока при приближаване на спътника и по-ниска при отдалечаване. Те открили, че ако знаят точната си позиция на Земята, могат да намерят положението на спътника и обратното, ако знаят положението на спътника, могат да открият тяхната собствена позиция.



фигура 1. Схема на спътникова система

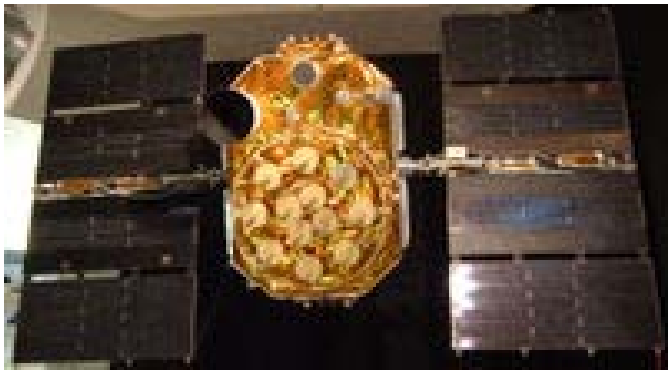
Идеята за GPS се реализира около 20 години по-късно, от първоначалният замисъл. Първият тестов спътник е изведен в орбита на 14 юли 1974 г., а на 22 февруари 1978 г. е изстрелян и първият операционен спътник от бъдещата система. Броят на спътниците достига 6 в периода между 1978 и 1980 г., а на 6 януари 1980 - датата, на която се дава началото на използването на GPS. Последният от 24-те спътника, необходими за пълно покритие на земното кълбо е изведен в орбита в края на 1993 г.(фиг.2) и системата преминава в пълна готовност на 17 януари 1994 г. Първоначално GPS е планиран като военен проект, но през 1983 г., поради направена грешка в навигацията на южнокорейски граждански самолет с 269 души на борда навлиза в съветското въздушно пространство и е свален от руски изтребител. Това кара президентът на САЩ да вземе решението за разрешаване използването на системата за граждански цели. През 1999 г. вицепрезидентът на САЩ Ал Гор обявява плановете на Белия дом за увеличаване на точността на GPS за цивилни нужди, чрез премахване на процеса на избирателен достъп и използване на допълнителни честоти. Методът на избирателен достъп е отменен през 2000 г., а използването на допълнителни честоти е част от процеса на модернизация на GPS.

фигура 2. Изстрелване на GPS сателит

1.2.Структура на GPS системите

Глобалната система за позициониране е разделена на три сегмента:

- космически
- контролен
- потребителски



фигура 3. Спътник от GPS групировката

Космическият сегмент обикновено се състои от минимум 24 GPS-спътника (21 активни и 3 резервни), като това число може да бъде надвишено, докато се деактивират старите сателити и новите бъдат пуснати. Всички прототипи от Block I вече са деинсталирани, а сателитите от Block II са поставени в орбита между 1989 и 1994, а от 1995г. насам започва подмяната им с нов тип наречен Block IIR. Всеки от тях има срок на годност 7,5 г., тежи приблизително 1 тон (сателитите от Block IIR са приблизително 2 тона), а дължината им е 5 метра. 24-те сателита са разположени в шест геоцентрични орбитални равнини на 12,000 мили разстояние от земната повърхност. Всяка от тях съдържа по четири спътника. Наклона на орбитата спрямо екватора е под ъгъл 55°. Разположението на спътниците е такова, за да може да бъде покрита по-голяма площ. Също така във всеки момент и във всяка точка на Земята трябва да се виждат най-малко 4 от тях. Всеки сателит има на борда си 4 атомни часовника и извършва една пълна обиколка на своята орбита за 11 часа и 58 минути (половин звезден ден). GPS-спътниците (фиг.3) излъчват сигнал на две носещи честоти: L1 (1575,42 MHz) и L2 (1227,60 MHz), които са кратни на стандартната честота (10,23 MHz) на атомните часовници на борда и са модулирани с C/A- („coarse acquisition“) и P- („precise“) кодове (Реалният P код не се предава директно от сателита, а се преработва от друг наречен Y сигнал, и често е наричан P(Y) сигнал. Той не е на разположение за цивилни потребители, и се използва само за военни цели). Сигналите се приемат от контролният сегмент на честота 1783.74 Mhz. Потокът информация е както следва: сателитите предават L1 и L2 към потребителя, които се разкодират с информация от техните часовници и позиции. Контролният сегмент тогава проследява сигнала на сателитите, използвайки приемници в специални контролни станции. Целта на използването на две честоти е елиминирането на грешките, които се получават от закъснението на сигнала при преминаването му през

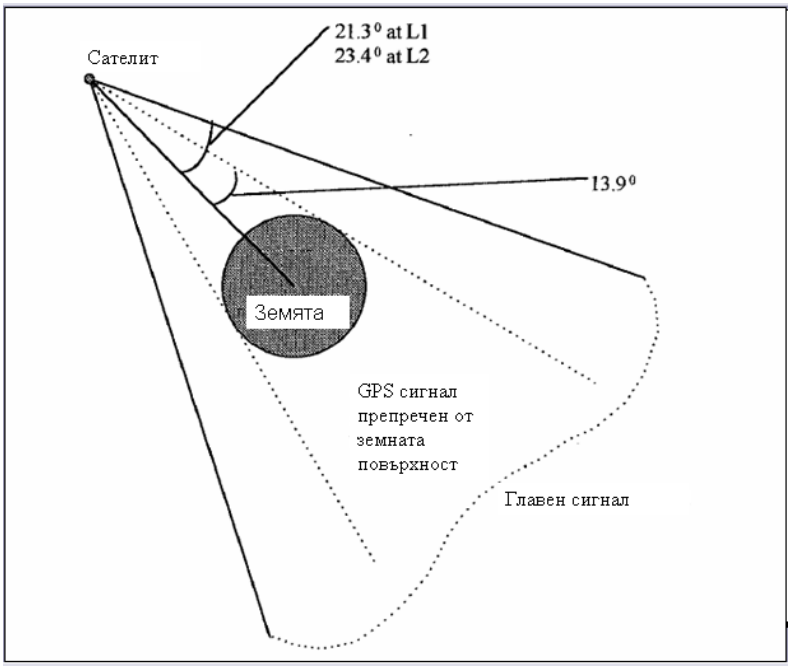
йоносферата. От тези честоти и кодове единствено L1- и C/A-код са достъпни за цивилни потребители, останалите са запазени за военни цели. Минималната сила на сигналите, които ще са засечени в приемника трябва да реализират следните стойности:

	P	C/A
L1	−133 dBm	−130 dBm
L2	−136 dBm	−136 dBm*

таблица 1. Минимална сила на сигналите

Тези нива на мощност са много неустойчиви и се разпространяват в спектъра. Поради тази причина те не могат да бъдат наблюдавани директно от спектрограф. Дори и когато сигнала е увеличен, C/A-кода не може да бъде засичан, защото шума е по-силен от него. Нивата на получения сигнал на различни точки от земната повърхност е различен. Максимума на отклонение е 2.1 dB между точка точно под сателита и точка в периферията на земната повърхнаст. Нужно е да се установи сигнал с постоянна сила по цялата земна повърхност, и за това носещият сигнал от предавателя трябва да е по-слаб в центъра, за да компенсира този в периферията. Максималната сила е 128 dBm, и се постига на 40°. Обхвата на антената зависи и от мощността на батерията на приемника. Обикновено приемащата антената има по висока мощ по посока на зенита, а това намалява разреждането на сигнала, но причинява загуби в периферията. Минималната изисквана ширина на потока радиовълни излъчвани от предавателя, за да се покрие земната повърхност е 13,87^{o}. Реалната широчина на потока радиовълни е 21,3^{o}, което е много повече от необходимото (фиг.4). Ако потребителят е в самолет, колкото по – дълго

време той е в главният поток на GPS сигнала и не е в сянката на земята, той може да приема сигнала.



фигура 4. Главен сигнал на GPS

Сигналите, които предава антената на сателита са дясно поляризирани. Следователно и антената на приемника трябва да е дясно поляризирана, за да може да се достигне максимум производителност.

Сателитите на GPS могат да се разделят на три категории, както следва:

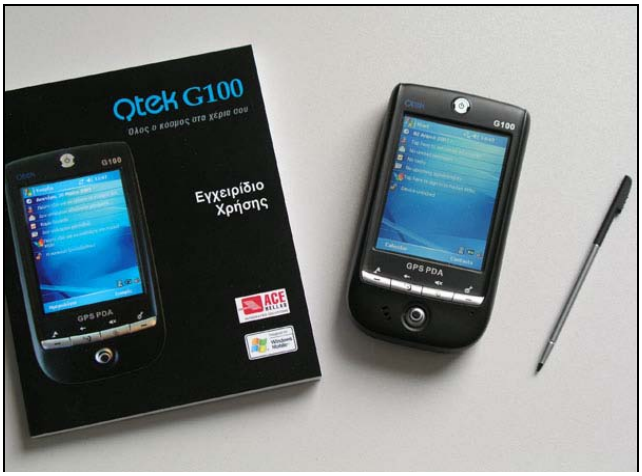
- Блок I : извеждани в орбита между 1978г. и 1985г. Този тип спътници имат продължителност на живота около 4,5 години и вече не са активни. Основната разлика между тях и другите версии е, че спътниците от този тип нямат възможност да деградират сигнала.
- Блок II и IIA: извеждани в орбита след 1985 и имат продължителност на живота около 7,5 години. Спътниците от този тип имат възможност да деградират сигнала.

- Блок IIR: извеждани в орбита след 1996 и имат продължителност на живота около 10 години. В спътниците от този тип е добавена възможност за комуникация между тях.

Вторият сегмент от GPS се нарича контролен, и се управлява от американските военновъздушни сили. Състои се от 5 наблюдателни наземни станции, които са разположени по целия свят. Главният контролен център се намира в Колорадо Спрингс. Няколко контролни станции управляват сателитните сигнали L1 и L2, и следят здравето на системата. От там се контролира и работата на всеки един от спътниците. Този главен център също отговаря за измерването на параметрите на спътниковите орбити и на отклонението на часовниците, както и прогнозирането на параметрите на орбитите, синхронизирането на атомните часовници, подаването на данни за препредаване от сателитите. От там могат да се управляват сателитите, например да се преместят в друга орбита при нужда. Това се прави за да се оптимизира подреждането им, когато се изстрелва нов сателит, или когато се премахва стар. Контролният сегмент може да превключва между няколко бордови часовника, които са на разположение, когато настоящият не функционира правилно.

фигура 5. GPS приемници

Потребителският сегмент се състои от GPS-приемници, използващи се както за военни, така и за цивилни приложения. GPS-приемникът декодира времеви сигнал, подаван от атомните часовници на няколко сателита, и изчислява позицията си с помощта на трилатерация. GPS-приемниците (фиг.5) имат различни форми и могат да бъдат интегрирани в коли, телефони или часовници. В момента съществува голямо разнообразие от GPS-приемници, които се различават по много показатели, като точност, форма, приложение, цена и т.н. Те се използват главно за навигация в пътния, морския и авиационния транспорт, в селското стопанство, както и за точно определяне на времето и синхронизация в някои области на индустрията. Модели на сравнително евтини приемници, които се съчетават с компютри, PDA (фиг.6) или други устройства, са достъпни за потребителите и могат да бъдат използвани за навигация на автомобили, при спортни състезания, планински преходи и дори за водачи на слепи хора.



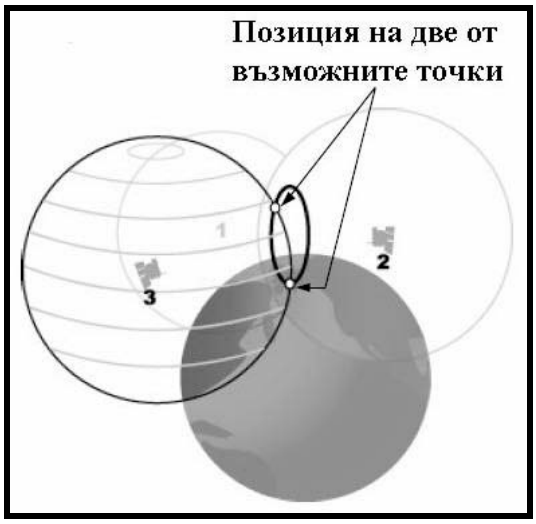
фигура 6. Пример за PDA устройство

1.3.Принцип на действие

Принципът на действие на GPS се базира на метода на трилатерацията (метод за определяне на позицията чрез измерване

разстоянията до точки с известни координати). По този начин позицията на един обект се определя като пресечената точка на няколко окръжности (или сфери) с известен радиус и известни координати на центъра. При GPS, всеки спътник може да се определи като център на сфера с координати — позицията на спътника и радиус — разстоянието от спътника до приемника. За да се определи местоположението на даден обект, GPS приемникът трябва да разполага с информация за разстоянието до спътниците и техните точни координати. Той приема два вида кодирана информация от сателитите. Единият се нарича алманах и съдържа приблизителните позиции на сателитите. Тази информация се предава последователно и се пази в паметта на GPS приемника, и се обновява през определено време, при промяна на местоположението на сателитите.

Когато разполагаме с местонахождението на сателита и разстоянието между него и обекта, приемникът може да определи точната позиция. Например: ако дадения обект е на растояние 11,000 мили (17,70274 км) от него, позицията му ще бъде някъде на въображаема сфера, която има за център даден сателит и радиус 11,000 мили. Обектът обаче се намира на разстояние 12,000 мили от друг спътник. Така втората сфера ще пресече първата за да създаде обикновен кръг. Ако добавим и трети сателит (фиг.8) на разстояние 13,000 мили ще се образуват две точки, в които трите сфери се пресичат. Дори и да има две точки те се различават значително в географска ширина и дължина. За да се определи коя от двете общи точки е реалната позиция, в приемника трябва да се въведе приблизителна надморска височина. Това ще му позволи да изчисли двупосочната позиция (ширина и дължина). Със прибавянето на четвърти сателит приемникът вече може да изчисли триизмерна позиция. Този четвърти сателит е на примерно разтояние 10,000 мили и ще образува четвърта сфера пресичаща първите три в една обща точка, която се явява и реалната позиция на обекта.



фигура 7.Позиция на две от възможните точки при три пресичащи се сфери

Всеки от сателитите може да се движи с леко отклонение от орбитата и за това наземните станции следят позицията на сателитните орбити, насочеността и скоростта. Земните станции изпращат информацията за орбитата на главната контролна станция, която в отговор изпраща вярната информация към сателитите. Тази поправена и точна информация се нарича ефемерис, и се излъчва в кодираната информация към приемника. Така с двата вида кодирана информация, приемника разполага с данни за позицията на сателитите по всяко време. Освен от тази информация приемника се нуждае и от отдалечеността на сателитите така ,че да може да уточни позицията си на земята. Има проста формула за изчисление на растоянието, чрез която приемника може да определи отдалечеността си до всеки един сателит. Разтоянието на даден сателит е равно на скоростта на излъчения сигнал умножен по времето, за което сигналът пристига до приемника. Използвайки скоростта на радиовълната – 186,000 мили/сек (скоростта на светлината) въпреки, каквото и да било забавяне причинено му от преминаването през земната атмосфера. След това приемникът трябва да определи времето. Информацията за него се крие в кодираните

сигнали, които спътниците излъчват. Този код се нарича псевдо-разбъркан код, защото прилича на шум. Когато сателита предава този сигнал, приемника генерира същия код и го сравнява с този от сателита, за да определи времето на забавяне. Това време на забавяне се умножава по скоростта за достигане до мястото.

Часовникът на GPS приемника не следи времето така прецизно, като тези на сателитите, защото вграждането на атомен часовник значително го оскъпява. Така всяка дистанция има нужда да бъде коригирана за грешки в приемниковия часовник.

За да се определи растоянието от всеки спътник до потребителя трябва да се пресметне времето, за което сигналът изминава разстоянието от спътника до приемника, и това време да се умножи по скоростта на светлината (скоростта, с която се разпространяват електромагнитните вълни). Времето, за което сигналът достига до потребителя, е разликата във времето на приемане и на изпращане на сигнала. В математически вид това се представя със следния израз:

$$R = (t_r - t_e)c$$

където R е изчисленото разстояние до спътника, $\mathbf{t_r}$ и $\mathbf{t_e}$ са съответно времето на приемане и излъчване на сигнала, а **c** е скоростта на светлината.

Могат да се различат няколко причини, поради които разстоянието изчислено в приемника съдържа грешки и не представлява реалната стойност. Това разстояние се нарича псевдоразстояние и именно то се използва за определяне на позицията.

За да се изчисли времевия интервал за разпространение на радиосигнала от спътника до потребителя, приемникът и спътникът генерират еднакъв код, синхронизиран по време. Тъй като GPS-спътниците изпращат известен, повтарящ се 1023-битов, псевдослучаен код, приемниците са способни да генерират същия този код. В този случай,

измерването на времето за пътуване на сигнала се свежда до измерване на закъснението на приетия код спрямо генерирания в приемника.

Точността на измерването зависи основно от стабилността на бордовия еталон на честота. Приемниците и спътниците се нуждаят от изключително точни часовници, за да могат да генерират синхронизирани сигнали. Затова като основен елемент на спътниковата навигационна апаратура се използва генератор на честота с много голяма стабилност, реализиран с атомен часовник. Поради високата им цена обаче, в приемниците се използват по-евтини, но и по-неточни кварцови часовници. Ако часовниците на приемника и спътника са идеално синхронизирани, то всички сфери, които имат за център позициите на спътниците за радиус разстоянията до тях, тогава те ще се пресичат в една точка, която е и търсената позиция. При непрецизни часовници обаче, тези сфери не се пресичат в една и съща точка, заради грешката в определянето на радиусите им.

За да могат да се определят координатите на обектите, освен с разстоянието до спътниците, е необходимо да се знае и тяхното точно текущо местоположение. Информация за това се съдържа в излъченото от тях навигационно съобщение, чрез което се предават орбиталните параметри необходими за определяне на точното местоположение, параметрите за точността на часовниците, за корекциите им и оценка за точността на положението. Координатите на всеки спътник се пресмятат в приемника въз основа на тези параметри.

Позицията на всеки приемник се определя като точка в тримерното пространство на земята и се състои от три координати — географска ширина, географска дължина и надморска височина. За да определи точното си положение, всеки приемник трябва да реши уравнение с три неизвестни, наречено навигационно уравнение. Към тези неизвестни се прибавя и грешката на часовника в приемника, за да се избегне проблема с

недостатъчната му прецизност. Заедно с трите координати тя се определя, като се използва разстоянието до спътниците. По този начин GPS-приемникът се нуждае от не много прецизен, но достатъчно стабилен часовник, като алгоритъмът за определяне на позицията компенсира грешката на часовника и позволява да се коригират разстоянията за изчисляването на точната позиция.

При използване на този метод за определяне на положението на приемник в тримерното пространство, при четири неизвестни са необходими най-малко четири GPS-спътника. Използването на повече от четири допринася за по-голяма точност на позицията.

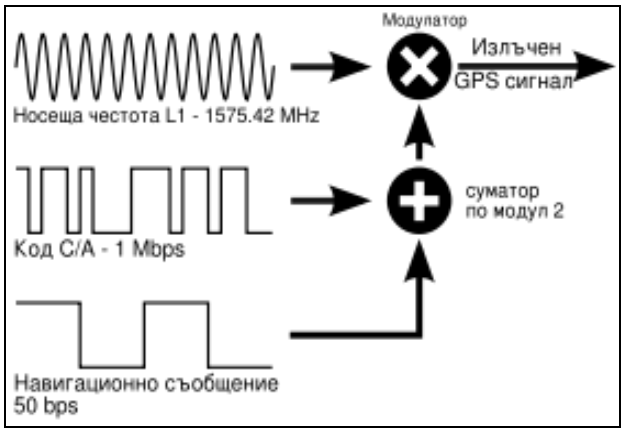
В математически вид навигационното уравнение се извежда от геометричното разстояние до спътниците, имайки предвид грешката в приемника, и се свежда до следния израз:

$$\rho = \sqrt{(x_{si} - x)^2 + (y_{si} - y)^2 + (z_{si} - z)^2} + c\Delta T$$

Където „c” е скоростта на светлината
„ρ” е измереното разстояние до спътник i,
„xsi”, „ysi”, „zsi” са координатите на спътник i
„x”, „y”, „z” е позицията на приемника
и „ΔT” е грешката на часовника в приемника

В това уравнение има четири неизвестни, които могат да се намерят като се състави система от уравнения с използването на четири или повече спътника. Тъй като тази система е сложна за решаване, поради факта, че съдържа квадратни уравнения с няколко неизвестни, то тя трябва да се линеаризира около точка, която е най-добре да бъде позицията на

приемника. Тази техника позволява лесното решаване на навигационното уравнение и намирането на положението на приемника.



фигура 8. Генериране на GPS сигнала

Всеки един от GPS-спътниците излъчват навигационните си сигнали на две честоти от електромагнитния спектър:

честота L1 = 1575,42MHz и

честота L2 = 1227,60 MHz.

На тези честоти сигналите са изключително зависими от посоката си на разпространение и от отражения от твърди обекти и водни повърхности, но метеорологичните условия оказват слабо влияние. Сигналите се излъчват от спътниците с достатъчна мощност (~25,6 W и антени с 13 dB усилване), за да се осигури ниво на сигнала най-малко - 160 dBW на земната повърхност.

1.4. Структура на GPS-сигналът

GPS сигнала се състои от:

- два основни носещи сигнала;
- псевдослучайни рейнджинг-кодове, с които са модулирани основните носещи честоти;

- навигационно съобщение;

Носещите сигнали предават към потребителя псевдослучайните рейнджинг кодове и навигационното съобщение. Основната цел на рейнджинг-кодовете е да позволят да се определи времето на пътуване на сигнала от източника, който в нашия случай се явява спътника, до приемника. Времето, за което сигналът пътува, умножено по скоростта на светлината, дава разстоянието от източника до приемника. Навигационното съобщение модулира и двете носещи честоти и съдържа информация за положението на спътниците, грешките на часовниците на борда им, данни за състоянието на системата и параметрите на йоносферния модел използван при определянето на грешката от преминаването на сигнала през йоносферата.

1.4.1. Носещи сигнали

В GPS системите се използва CDMA (метод за многостанционен достъп с кодово разделяне на каналите). Този метод осигурява защита от смущения на приеманите сигнали. Всеки спътник предава радионавигационни сигнали с разширен спектър (SSS - Spread Spectrum Signal) на две кохерентни носещи честоти: 1575,42MHz (L1) и 1227,60MHz (L2). Освен тези честоти са предвидени и други, които се използват главно за военни цели или са предвидени за бъдещо използване:

- L1 (1575,42MHz): Основна честота за GPS, използвана за носеща честота на сигналите, кодирани с цивилен код
- L2 (1227,60MHz): Използвана за кодиране на сигнала с военен код
- L3 (1381,05MHz): Носеща честота на сигнали, използвани от Министерството на отбраната на САЩ за откриване на атомни детонации, изстрелване на ракети и други високо енергийни, инфрачервени събития.

- L4 (1841,40MHz): Проучвана за допълнителни корекции на грешките в йоносферата
- L5 (1176,45MHz): Предвидена за бъдещо цивилно използване

За да се пренесе необходимата за определяне на положението информация, носещите честоти са модулирани по фаза с два различни псевдослучайни кода и с навигационното съобщение. Те съдържат съответно разстоянието до излъчващия спътник и положението на съзвездието от всички GPS-спътници. Честотата L1 е модулирана с два кода и е предназначена за цивилни потребители, докато честотата L2 е модулирана само с един военен код. Навигационното съобщение се съдържа и в двата сигнала.

Всички сигнали, генерирани от GPS-спътниците, се получават като кратни на основната честота на атомните часовници на борда им. Спътниците от Block II/IIA са екипирани с два цезиеви и два рубидиеви часовника, които генерират синусоиден сигнал с основна честота f0 = 10,23MHz.

За да компенсира релативистичните ефекти, изходната честота, генерирана от спътниците, е 10,23MHz (както се приема от наблюдател на земята), отместена с Δf = -4,57×10-10 Hz.

Чрез умножение на основната честота f0 по 154 и по 120 се получават съответно честотите на двата носещи сигнала L1 и L2:

- fL1 = f0 × 154 = 1575,42MHz (дължина на вълната λL1 = c / fL1 = 19cm)
- fL2 = f0 × 120 = 1227,60MHz (дължина на вълната λL2 = c / fL2 = 24cm)

Всички GPS-спътници излъчват сигнал на една и съща честота, но се приемат с различни поради ефекта на Доплер.

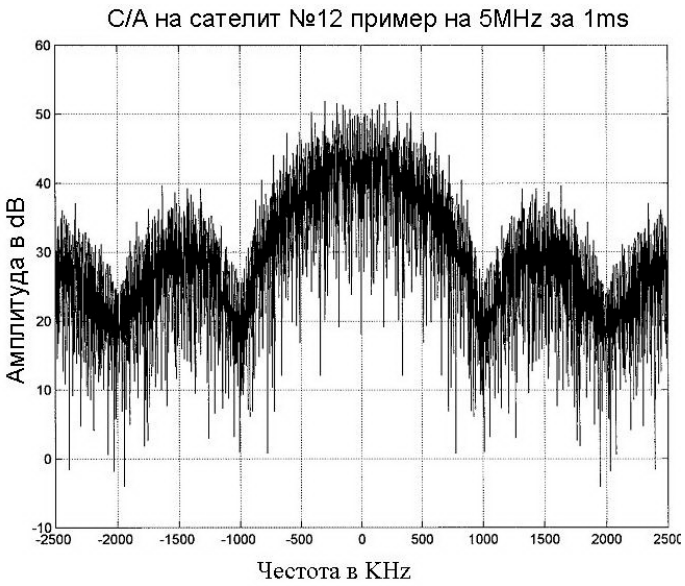
1.4.2. Псевдослучайни кодове

Псевдослучайните кодове (PRN code – PseudoRandom Noise code) се използват за определянето на разстоянието до спътниците. Тези кодове имат характеристики, близки до случаен шум, но с циклични повторения. Към псевдослучайните сигнали се добавят чрез сума по модул навигационните данни, които се съдържат в бордовите компютри на спътниците и се актуализират от земния команден център. Всеки спътник се идентифицира по псевдослучаен номер (PRN-number), което позволява използването на една и съща честота за всички спътници.

Съществуват два вида псевдослучайни кодове, които се използват при GPS: C/A-код (Фиг.9) и P-код („private“ или „precise“ code).

C/A-кодът се състои от 1023 бита с повторение 1 милисекунда. Всеки спътник излъчва уникална поредица от 1023 бита, което позволява на приемника да го различи от останалите.

Прецизният P-код се използва за военни цели и представлява псевдослучаен код с цикъл на повторение 267 дни. Реалната му дължина е една седмица. Всеки спътник излъчва уникален отрязък от този код, който се променя всяка седмица. 38 седмичния код може да бъде разделен на 37 различни P-кода и всеки отделен сателит може да използва различен дял от него. Общата сума е 32 сателитни идентификационни числа, въпреки че само 24 от сателитите са в орбита. В реда на придобиване на сигнала времето от седмицата трябва да се знае много точно. Обикновенно това време се взема от C/A кода.



фигура 9. Спектър на C/A кода

1.4.3.GPS съобщение

GPS съобщението е продължителен поток информация излъчвана със скорост 50 бита за секунда. Всеки сателит изпраща следната информация към земята:

- Системно време и коригирани стойности на часовниците
- Много точна орбитална информация за самия спътник
- Приблизителна орбитална информация за всички други сателити (алманах)
- Здраве на системата

Тези данни се предават непрекъснато от спътниците и служат за определяне на позицията им и времето на излъчване на сигнала. Прецизните данни за орбитите се наричат ефемериди и се обновяват на всеки два часа. Друг вид данни, предавани от сателитите са така наречения алманах, който се обновява веднъж на седмица и данните не са толкова точни както ефемеридите. Цялото навигационно съобщение се състои от

37 500 бита и при честота от 50 bit/s са необходими 12,5 минути за предаването му. Това е времето необходимо и за инициализирането на един приемник, за да може да определи позицията, ако няма запазена информация в паметта. Навигационното съобщение трябва да съдържа изчислена текущата позция на сателитите и да определи времето за пристигане на сигнала. Потока информация е модулиран в НР носеща вълна от всеки един отделен сателит. Информацията се предава в логически групирани единици (участъци) наречени фреймове или страници (фиг.10). Всеки фрейм е 1500 бита дълъг и са му нужни 30 секунди за предаване. Фреймовете се делят на 5 части (субфреймове). Всеки субфрейм се състои от 300 бита (или 10 думи от по 30 бита) и са му нужни 6 секунди за предаване. В реда на предаване на пълния алманах са нужни 25 различни фрейма, на които отнема 12,5 минути за пристигане. За да се определи позицията във GPS приемника трябва да е събран целия алманах, чрез който да може да се изчисли позицията.

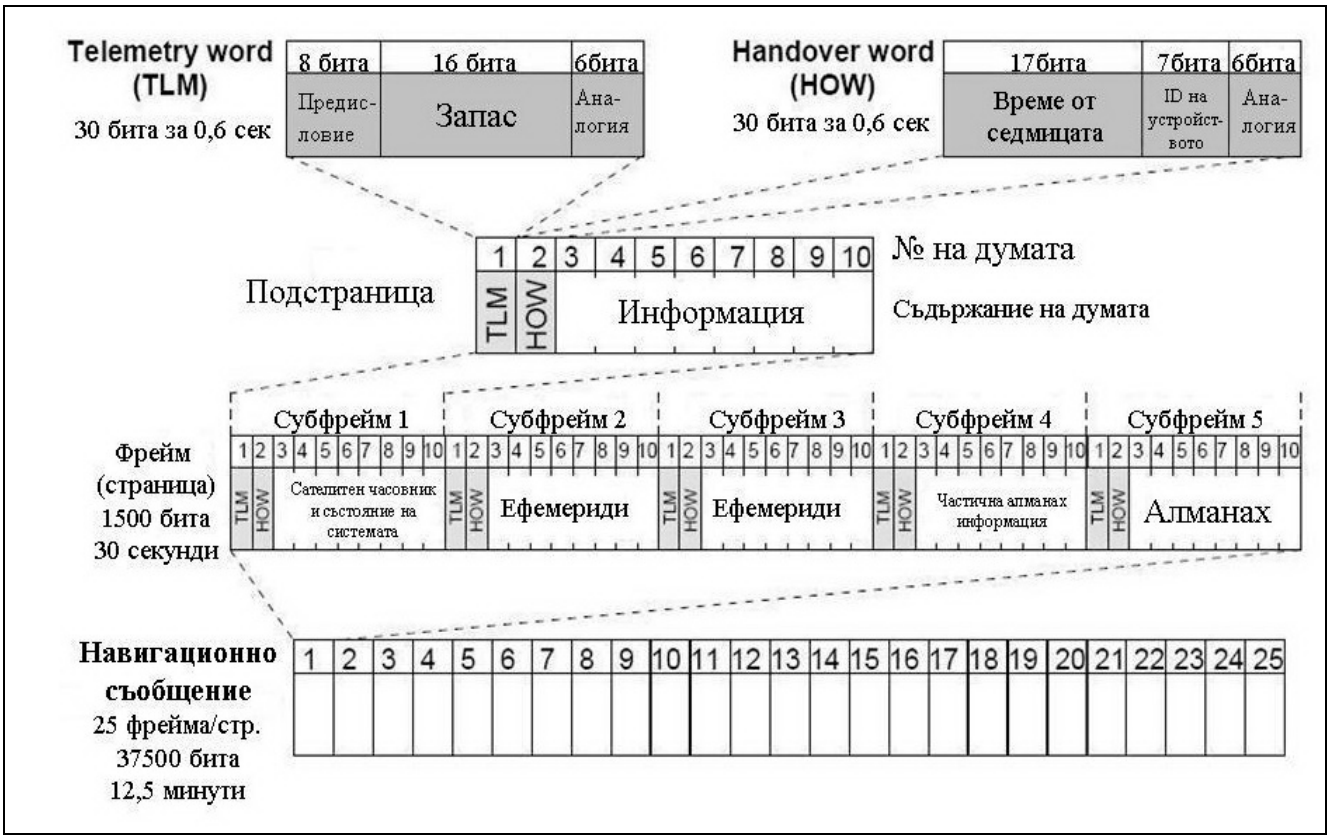
Първата част (дума) на всеки фрейм се нарича TLM („telemetry word“) и съдържа информация за „възрастта“ на ефемеридите. Следващата дума се нарича HOW („hand over word“) и съдържа информация за времето от последното „рестартиране“ на GPS-времето. Тя дава възможност и за използването на P-код на потребители, оборудвани с дешифратор.

Всеки от субфреймовете, на които е разделен всеки фрейм предава различна информация:

- Първият субфрейм съдържа времевите стойности за излъчване на съобщението, параметри за точността на часовниците и корекциите им, както и информация за състоянието на спътника и оценка за точността на положението му. Тази част предава също така нареченият 10-битов номер на седмицата (редица стойности от 0 до 1023, които представляват 10 бита). Този номер започва от 00:00 часа на 6 януари 1980 г. и се рестартира на всеки 1024 седмици.

- Втората и третата съдържат данни за ефемеридите, които представляват много точни параметри за орбитите на спътниците.
- Четвъртата съдържа приблизителните орбитални параметри на сателити от номер 25 до 32, и разликата между GPS и UTC времето, както и информация предпазваща от грешки в измерванията причинени от йоносферата.
- Петата част съдържат данни за алманасите на сателитите от 1 до 24. Всички 25 страници (фрейма) се предават едновременно с информацията за състоянието на тези сателити.

Първата дума от навигационното съобщение TLM съдържа предусловие, което е от 8 бита и е използвано за синхронизация на целите. Тя е последвана от 16 бита запас за ауторизирани потребители. Както при всички други думи, последните 6 бита са аналогични. Непосредствено след TLM, следва HOW (Handover Word). Тя е с размер 17 бита (последователността от стойностите от 0 до 131071 я представят в 17 бита) и съдържа в структурата си началното време на следващия субфрейм, предаван като време от седмицата. Броенето започва от 0 в началото на GPS седмицата (преходен период от събота в 23:59:59 до неделя в 0:00:00ч) и нараства със 1 на всеки 6 секунди. След 604,800 секунди на седмица, броенето започва от 0 до 100,799 преди да се завърне на 0. В потока от информация се въвежда маркер на всеки 6 секунди и се предава HOW, в ред който позволява синхронизацията на P-кода. Битовете с номера от 20 до 22 се използват за идентификация на току що предадения субфрейм.



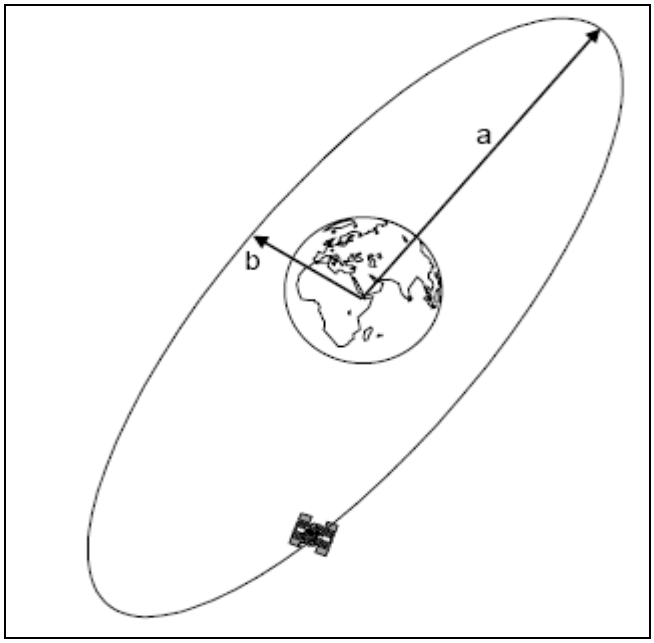
фигура 10. Структура на цялото навигационно съобщение

Като се използва информацията от ефемеридите и алманаха, както и сателитните орбити могат да се определят съответно координатите на отделните сателити в определена точка от времето. Разликата между предаваните стойности идва главно от разположението на фигурите. В следната таблица е направено сравнение на два обекта:

Информация	Ефимериди № на битовете	Алманах № на битовете
Корен квадратен на главната полуос на орбиталната елипса - **a**	32	16
Ексцентрицитет на орбиталната елипса	32	16

таблица 2. Сравнение между информацията в ефемеридите и алманаха

Сателитната орбита образува елипса показана на фиг. 10.



фигура 11. Период на ефемеридите

Ексцентрицитета на орбиталната елипса се изчислява по формулата:

$$e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$$

където:

a – Главна полуос на орбиталната елипса

b – Малка полуос на орбиталната елипса.

1.5. Грешки, които могат да се появят при определяне на позицията:

1.5.1.Източници на грешки:

Както всяка сложна техническа система, така и GPS се влияе от различни източници на грешки, което води до неточни резултати при определянето на координатите на приемника. В идеалния случай системата би трябвало да определя точно параметрите, необходими за изчисление на позицията, но на практика грешката достига от няколко метра до десетки метри. Съществуват няколко причини за грешки в GPS. Грешките които произтичат от сателитите включват неточности в ефемеридите, грешки в часовниците и ефекта от селективната способнст. Последното е умишлено предизвикано от Министерството на отбраната на САЩ от съображения за сигурност и е било прекратено на 1-ви май 2000. Грешките произтичащи от приемника включват: грешки в приемноковите часовници, многолъчево разпространиние (мултипат), шум от приемника и вариации от централната фаза на антената.Грешките при разпространение на сигнала, се изразяват в забавяне при приминаването му през йоносферата и тропосферата и е факт, че сигнала се движи със скоростта на светлината само когато преминава през вакуум. В допълнение към ефекта от тези грешки, прецизността от изчислената GPS позиция също се влияе и от позицията на сателитите, както те се засичат от приемника.

- **Неточности в ефемеридите (неточна позиция на спътниците)** – Разположението на сателитите се включва в навигационното съобщение и когато има грешка в прецизността на координатите им може да възникне неточност при определянето на позицията. Позицията им обикновено допуска известна грешка в порядъка

между 2 и 5 метра и води до отклонение в положението от няколко метра. Грешката в позицията на спътниците има тенденция да нараства с времето, тъй като орбиталните параметри, необходими за изчисляването на положението на спътника, се обновяват на два часа и това води до натрупване на грешка при изчисленията с времето. Тези грешки в ефемеридите са идентични за всички GPS потребители по света. Различните потребители използват едни и същи сателити, но под различен ъгъл и грешките в ефемеридите и измерванията за изчислената позиция следователно са различни. Това означава че комбинацията от измерванията на два приемника едновременно не може да премахне тази грешка напълно. Потребители на близко разстояние един от друг ще имат почти идентични нива на неточност в ефемеридите, които могат съществено да се намалят чрез промяна в наблюдението. За близко позициониране следното правило дава груба оценка на ефекта на грешката в ефемеридите в начално решение:

Начална линия на грешката / дължина на маркираната местност = грешка в позицията на сателита / поредността на сателита

Това означава, че ако грешката в позицията на сателита е 5 метра, а дължината на маркираната местност е 10км, тогава очакваната грешка ще е приблизително 2,5мм.

Някои приложения на GPS, като изследвания динамиката на земната кора изискват по голяма прецизност. За това няколко американски институции разработват служба,занимаваща се с измерване на по-прецизна орбитална информация, с която потребителите могат да се сдобият безплатно от ftp://igrscb.jpl.nasa.gov/igsrb/product/.

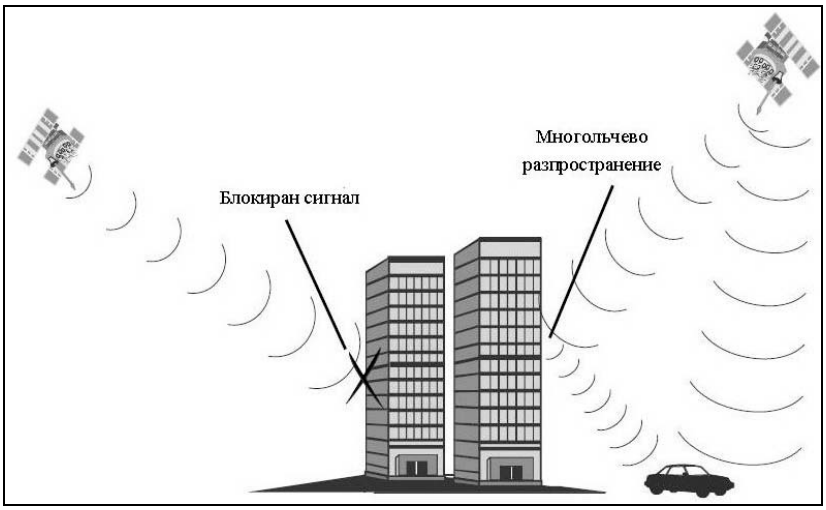
- **Грешка в часовниците** – всеки сателит от Блок II и Блок IIA съдържа 4 атомни часовника, два цезиеви и два рубидиеви. Новите сателити от Блок IIR имат само рубидиеви. Един от бордовите часовници главно цезиев за блок II и блок IIA, се избира да удовлетворява изискванията за честотите и синхронизиране на GPS сигнала. Другите са резервни. Грешката в точността на часовниците се отнася както за приемниците, така и за спътниците. Както стана ясно, грешките в приемниците могат да се пресмятат с помощта на допълнителни измервания, но за разлика от тях, отклоненията в часовниците на спътниците не могат да се изчислят. Всяка неточност от 10 наносекунди води до грешка в измерването на разстоянието до спътника с около 3 метра. Поради тази причина спътниците са оборудвани с атомни часовници, но дори и те имат отклонение от около 1 наносекунда на всеки 3 часа. За да се реши този проблем, часовниците на борда на спътниците се наблюдават постоянно от наземните станции, техните показания се сравняват с еталонни часовници и грешките се изчисляват и предават към потребителя чрез навигационното съобщение. При получаване на сигнала от приемника, от времето на изпращане се изважда грешката на часовника за дадения спътник, която се съдържа в съобщението. Въпреки тази процедура, грешките в часовниците не могат да бъдат точно определени и избегнати и винаги остава отклонение от няколко наносекунди.

- **Йоносфера –** това е най-горната част от земната атмосфера, където ултравиолетовото и рентгеново излъчване пристигащи от слънцето си взаимодействат със газовите атоми и молекули. Това взаимодействие е причинено от газовата йонизация. Плътността на електроните не е константа и се променя на различната височина.

Йоносферата е една от основните причини за грешки при определянето на позицията с GPS. Поради наличието именно на свободни електрони в йоносферата, скоростта на електромагнитните вълни намалява при преминаването през тази област. В резултат на това се променя разстоянието до спътниците, изчислено на базата на скоростта на светлината във вакуум, и се получават грешки от порядъка на 10 метра. За да се избегнат тези отклонения съществуват два основни метода:

- Използване на модел на закъснението, който използва информация от навигационното съобщение за оценка на грешката. Използват се две честоти на сигнала, като по този начин директно се изчислява закъснението. В случая се използва свойството на сигналите, че при различни честоти закъснението в йоносферата е различно.
- Вторият метод е много по-точен и практически елиминира грешката от закъснение в йоносферата. Но използването на две честоти не е достъпно за цивилните потребители, а се използва за военни цели. Все пак съществуват приемници, които са способни частично да декодират двете честоти и да използват по този начин корекциите за йоносферното закъснение.

- **Тропосфера –** това е електрически неутрална част от атмосферата, която се простира на около 50км от земната повърхност. Както йоносферата, така и тропосферата води до промяна на скоростта на разпространение на GPS-сигнала. Промяната в температурата, налягането и влажността на въздуха са фактори за промяна на скоростта на радиовълните. Подобно на йоносферния модел за корекция на грешката, и при тропосферните отклонения се използва моделиране за изчисление на закъснението.



фигура 12. Източници на грешки

- **Многократни отражения (многолъчево разпространение или мултипат)** - Мултипат се нарича грешката, предизвикана от отразяването на сигналите от различни повърхности (фиг.12). Тя възниква когато GPS сигнала пристига до антената на приемника по различни пътища. Те могат да бъдат както директни така и отразени от различни обекти заобикалящи приемника. При отражението на сигнала пътят, който той изминава, се удължава, а с това се променя и измереното разстояние до спътниците. По този начин, когато се смесят отразените сигнали с директните, се получава неточност при определянето на стойностите на разстоянията и се получават грешки при определяне на положението. Мултипат-грешките, заедно с йоносферните закъснения, оказват най-голямо влияние върху точността на позицията. За намаляване на тази грешка се използват подобрени антени или специални приемници, които изчисляват отклоненията.

- **Разположение на спътниците –** Броят на видимите сателити, които приемника може да засече едновременно е от голямо значение за прецизността, с която се определя местоположението. Определянето

на позицията зависи от броя и разположението на спътниците. Колкото повече спътници са на разположение, толкова по-точно може да се определи положението. Разпределението на спътниците в орбитата също има голямо значение. Колкото по-равномерно са разположени, толкова по-точна е позицията.

- **Умишлени грешки** - В някои случаи тези грешки са преднамерено въвеждани от Министерството на отбраната на САЩ и се изразяват в промяна на параметрите на бордовите часовници и грешни орбитални параметри. Военните приемници са снабдени с кодове, които са способни да анулират тези грешки, но цивилните потребители нямат достъп до тях. Методът на въвеждане на грешки се нарича избирателен достъп (на английски „Selective Availability“) и е отменен през 2000 г. Все пак американските военни си запазват правото да въведат този метод, когато смятат за необходимо.

1.4.2.Корекция на грешките

За подобряване на точността при определяне на координатите се използват диференциални GPS системи. Тези системи включват една или няколко неподвижни контролни станции с точно известни координати, в които се сравняват действителното и изчисленото положение, пресмятат се корекциите и се предават към потребителите в зоната на обслужване. Най-голямо разпространение имат системите WAAS (покрива Северно-Американския континент), EGNOS (Европа и част от Африка) и MSAS (Япония). Принципът им на работа и начина за обратна връзка към GPS-приемника е практически еднакъв, и повечето от GPS устройства, поддържат корекция чрез една от трите системи.

Наред с диференциалните системи съществуват и други методи за подобрение на точността на изчислената позиция, като съчетаване на GPS приемници с инерциални системи или използване на алгоритми за определяне на изправността на спътниците. В първия случай, GPS приемниците се комбинират с жироскоп и акселерометър, които позволяват на приемника да определя позицията дори при загуба на сигнала. Във втория случай, приемниците използват алгоритми за определяне на изправността на спътниците и изключват от навигационното уравнение тези, които не са достатъчно надеждни.

Глава 2.Други системи за сателитна навигация

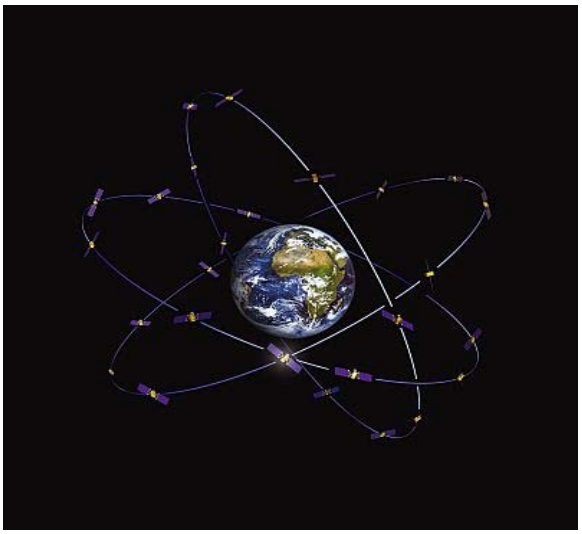
Независимо от какъв тип са системите за навигация — GPS, Галилео, QZSS или някоя потенциална група от сателитни устройства, всички те се нуждаят от чиста и тиха спектрална среда, в която да оперират. Това обаче е по-лесно да се каже, отколкото да се направи. Самите групи от сателитни навигационни системи се конкурират помежду си за честотен спектър и съвместимост на сигналите и операциите. От друга страна, редица безжични услуги постоянно предявяват претенции за “собствен” спектър или пък се опитват да се настанят в опасна близост и се превръщат в “проблемни и шумни съседи”. Така те директно смущават сигналите на сателитните навигационни системи и създават “замърсено” обкръжение. Това се оказва съществен проблем, тъй като много от същите тези безжични услуги зависят или от GPS, или включват GPS, за да осигурят полезни приложения. Разрешаването на подобни проблеми налага използването на един всеобхватен подход, който се базира на опита на различни държави. В редица страни по света относно проблемите със спектъра вече има натрупан такъв опит, който сочи, че уроците, научени на местно или национално ниво, неизбежно стават приложими в глобален

мащаб. Доста ценен в случая се оказва например американският опит от последните няколко години в установяване на насоки за защита на GPS и другия спектър за сателитна навигация от смущения в ултравълновия диапазон (UWB). Напоследък Международният съюз по телекомуникации се занимава именно с подобни проблеми, свързани с UWB в глобален мащаб и тяхното публично обсъждане се очаква в скоро време. Така ,че както трябва и да се очаква, старата политическа поговорка “действай локално, мисли глобално” е валидна вече и в сферата на сателитната навигация. Разбира се, в този процес трябва да се предвидят и възможностите за потенциална конкуренция и щети при конфликтите между конкурентни системи за нови пазари. Неизбежно възникват и въпросите колко отворени ще бъдат пазарите за конкурентни продукти от различни сателитни системи? Дали производителите на приемници от страните, които не ползват услугите на “Галилео” например, ще имат достоверен достъп до техническата информация за тази система от спътници? Дали ще се поставят нормативни препятствия? Всички ние се надяваме това да не стане. Глобалното виждане за споделени ресурси и неограничена съвместимост ще носи повече плодове, отколкото регионалните съперничества. С появата на нови членове в семейството на сателитната навигация, пазарните проблеми могат да се комбинират и със съображения за национална сигурност. Китай е основен играч в глобалната икономика, както и партньор в “Галилео”. Страната ползва все повече услугите на сателитната навигация и има възможността да играе конструктивна роля в разширяването на пазара и мащаба на сателитната навигация. Някои обаче изразяват загриженост, че общото ползване на технологията за сателитна навигация с Китай само ще създаде опасен конкурент, който избира да играе единствено по своите собствени търговски правила. От друга страна, дори в рамките на едно правителство често се създава конфликт, особено в случаите, когато ограничените

бюджети на министерствата забавят и заплашват появата на разширения, подобрения и модернизации. Но независимо от националните програми и съперничещите си агенции, конкурентните производители и доставчици на услуги имат повече общи неща помежду си, отколкото с външния свят.
Кратко представяне на някои от системите за позициониране:

2.1. **Галилео (Galileo)**

Галилео е европейски проект на спътникова система за навигация, замислен като алтернатива на контролираните съответно от САЩ GPS и от Русия ГЛОНАСС. Проектът стартира през 2003г. и е съвместно начинание на Европейския съюз и Европейската космическа агенция. Освен страните от Европейския съюз в проекта имат участие и Китай, Израел, Мароко, Саудитска Арабия, Южна Корея. Освен това се водят преговори с представители на Аржентина, Австралия, Бразилия, Чили, Индия, Малайзия, Русия и Украйна. Очаква се Галилео да заработи през 2008, когато в орбита ще се намират всички 30 планирани спътника.



фигура 13. Графично изображение на разположението на 30-те спътника на системата Галилео

Галилео се очаква да предостави:

- По-голяма точност за всички потребители в сравнение с настоящите системи.
- Подобрено покритие над 75 градуса северна географска ширина.
- Система за позициониране, на която може да се разчита дори и по време на война.

2.1.1.История на системата Галилео

Европейският съюз и Европейската космическа агенция се споразумяват за първата фаза на проекта на 26 май 2003 г. През 1999 г. група инженери от Франция, Германия и Великобритания разглеждат и сравняват различните предложени концепции, оставяйки само една.

В следващите етапи на проекта, Европейската комисия има известни проблеми с финансирането на системата. Поради икономически трудности и занижени национални бюджети, европейските държави имат резерви по отношение на осигуряването на средствата. В допълнение на тези затруднения, след терористичната атака на 11 септември 2001 г. правителството на Съединените Щати изпраща нота до Европейския съюз в опозиция на проекта, основавайки се на факта, че САЩ ще загубят възможност да изключат системата в случай на конфликт. На 17 януари 2002 г., говорител на проекта заявява, че „Галилео е почти мъртъв“ поради Американския натиск.

Няколко месеца по-късно, обаче, ситуацията се променя драматично. Отчасти поради натиска, наложен от американското правителство, Европейският съюз решава, че е важно да създаде своя собствена, независима сателитна система за позициониране. Всички членове на европейския съюз застават в подкрепа на „Галилео“ през 2002 г. и като

резултат са отделени прекалено много средства за проекта. Това поставя напълно нови проблеми пред Европейската космическа агенция, която трябва да намери начин да убеди страните членки да намалят финансирането.

Европейският съюз и Европейската космическа агенция се разбират по отношение на финансирането на проекта през март 2002 г., изчаквайки преглед през 2003 (завършен на 26 май 2003 г.). Необходимата сума за началния период, завършващ в края на 2005 г. е оценена на 1,1 милиарда евро. Спътниците (30 на брой) ще бъдат изстреляни през периода 2006-2010 г., а системата ще заработи под цивилен контрол през 2010 г.

Крайната цена се очаква да бъде 3 милиарда евро, включително инфраструктурата, необходима да бъде изградена на Земята между 2006 и 2007 г. Поне две трети от разходите ще се покрият от частни инвеститори, а останалата част ще бъде разделена между Европейската космическа агенция и Европейския съюз. Криптиран сигнал с по-голяма честотна лента и подобрена точност ще бъде предоставен срещу заплащане, а свободният сигнал ще е безплатен за всеки притежател на съвместимо с „Галилео“ приемно устройство.

През юни 2004 г. Европейският съюз се съгласи да превключи на честота наричана „Двойно подсигурена носеща честота 1.1“ (Binary Offset Carrier 1.1), което ще предостави възможност едновременно на европейските и американските военни взаимно да блокират сигналите си на бойното поле без да изваждат от действие цялата система.

Международно участие: През септември 2003г. Китай се присъединява към проекта. Китай ще инвестира в Галилео 230 милиона евро през следващите няколко години.

Израел също сключва споразумение за партньорство през юли 2004г.

На 3 юли 2005 г. ЕС и Украйна подписват споразумение за включване в проекта.

На 7 септември Индия се включва към проекта и обяви че ще установи регионална система за усилване, базирана на EGNOS (European geostationary navigation overlay system).

През ноември 2005 се присъединяват Мароко и Саудитска Арабия.

Последната (засега) държава членка е Южна Корея (12 януари 2006г.)

Съществуват предположения, че други страни също може да се присъединят. Това включва Аржентина, Австралия, Бразилия, Канада, Чили, Япония, Малайзия, Мексико, Норвегия, Пакистан и Русия.

Въпреки, че е впечатляващо технологично постижение с голямо практическо приложение, Галилео ще бъде също така и политическо изложение на Европейската независимост от САЩ и нейната система GPS. Силен стимул за изграждането на независима система, въпреки разпространеното използване на GPS за цивилни цели е, че тя е по същността си военна система. Защитниците на Галилео казват, че в приложения от вида на приземяване на самолети не може да се разчита единствено на GPS.

2.1.2.Описание на системата Галилео

Спътници:

- 30 спътника
- височина на орбитата 23 222 км.
- 3 орбитални равнини, 56° инклинация (9 спътника в експлоатация и един активен запасен на всяка орбитална равнина)
- планиран операционен живот спътник от системата: > 12 години

- маса на спътник: 675 кг.
- размер на спътник: 2,7 m x 1,2 m x 1,1 m
- размах на слънчевите панели: 18,7 м.
- мощност на слънчевите панели: 1 500 W (в края на живота)

Услуги

Галилео ще предостави четири различни навигационни услуги.

Свободната услуга (СУ) ще бъде безплатна за всички потребители.

Сигналите на СУ ще бъдат излъчвани в две честотни ленти, 1164-1214 MHz и 1563-1591 MHz. Приемателите ще достигат <4 m. максимална хоризонтална точност и <8 m. максимална вертикална точност, ако използват и двете честотни ленти на СУ. Приемателите, използващи само една лента ще имат съответно <15 m хоризонтална и <35 m вертикална точност, което е сравнимо с предлаганият от GPS цивилен сигнал. Очаква се повечето приемати в бъдеще да приемат едновременно сигнали от GPS и Галилео за максимално покритие.

Кодираната Комерсиална услуга (КУ) ще се предоставя срещу заплащане и ще има точност под 1м. КУ също така ще бъде допълнена от предаватели, разположени на земята, което има потенциала да повиши точността до под 10 cm. Сигналът ще бъде излъчван в три честотни ленти. Двете ленти от СУ, както и лентата 1260-1300 MHz.

Кодираната публична регулирана услуга и Safety of Life Service (SoL) ще предоставят точност, сравнима със СУ. Тяхната цел е устойчивост срещу заглушаване и надеждно разкриване на проблеми до 10 секунди след възникването им. Пазарът на тези услуги ще бъде ограничен до силовите власти (полиция, военни и т.н.), както и транспортни услуги, при които качеството на сигнала е от голямо значение (въздушен контрол, автоматично приземяване на самолети и т.н.)

В допълнение спътниците от системата Галилео ще имат възможност да приемат и предават сигнали от системата за сигурност на водния транспорт, което ги прави важна част от глобалната морска система за бедствия и аварии.

фигура 14.Изстрелване на GIOVE-A, първият спътник от Галилео.

Тестови спътници

Европейската космическа агенция успешно изведе в орбита първият от двата тестови спътника GIOVE-A (GSTB-2A), на 28 декември 2005 г. Ракетата носител „Союз” бе изстреляна в 05:19 UTC от космодрума Байконур в Казахстан. Първият сигнал бе излъчен по план в 12:51 UTC, по което време спътникът бе в крайната си орбита на 13 222 км височина. GIOVE-A е елементарен излъчващ маяк.

Първите навигационни сигнали са приети в обсерваторията Chilbocton в Хемпшър, Великобритания и станцията на Европейската космическа агенция в Реду, Белгия на 12 януари 2006 г.

GIOVE-B, произведен от „Галилео Индъстрис“ има по-сложен полезен товар, включващ два атомни часовника и е изстрелян през пролетта на 2006. Основната цел и за двата тестови спътника е да заделят честотите, предоставени от Международният телекомуникационен съюз. GIOVE-B има на борда си рубидиев атомен часовник, както и първият в

света пасивен лазерен атомен часовник, подготвен за работа в откритият космос.

2.2.ГЛОНАСС

ГЛОНАСС (ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система) е руска спътникова радио навигационна система, подобна на американската GPS и европейската Галилео. Тя е проектирана и контролирана от руското правителство и руските ВВС. Принципът за определяне на положението, скоростта и времето на потребителя във всяка точка на земното кълбо е същият както и при GPS. Хоризонталната ѝ точност е 50-70 м, а вертикалната - 70 м.

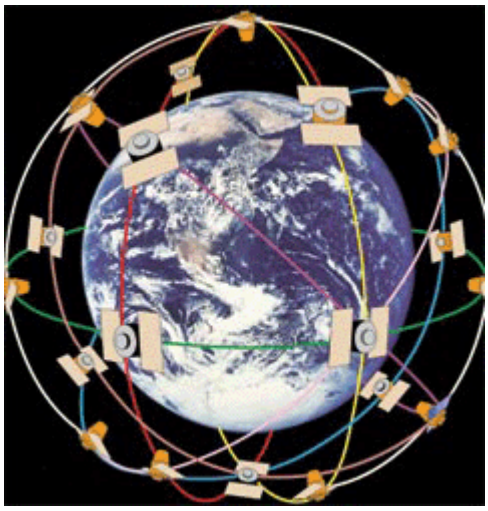
фигура 15. Спътник от системата Глонасс

2.2.1.Описание и кратка история на спътниковата система на Глонасс

За рождена година на ГЛОНАСС се счита 1982 година, когато НПО ПМ (днес Научно-производствено обединение за приложна механика на името на академик М.Ф.Решетньов) съвместно с ПО "Полет" и редица

други предприятия започват разработката на проекта. В резултат на тази работа се появила много-спътниковата система за позициониране, обезпечаващата до този момент военния паритет със САЩ. Подобно на американския, названието на руската система е сформирано от началните букви на словосъчетанието ГЛОбална Навигационна Спътникова Система - ГЛОНАСС. Тя отговаря за управлението и развитието на системите на Министерството на отбраната.

По план в завършен вид ГЛОНАСС се състои от минимум 24 спътника, разположени в 3 орбити на височина от 19 100 километра (фиг.15 и 16). Всяка орбита има наклон спрямо екватора под ъгъл 64,8° и съдържа по 8 спътника. Всеки спътник извършва една пълна обиколка за 11 часа и 15 минути, като във всеки момент и във всяка точка на Земята се виждат най-малко 5 от тях.



фигура 16. Разположение на спътниците на Глонасс

Първият спътник на ГЛОНАСС е изведен в орбита през Октомври 1982г., а системата става функционална през септември 1993 г. Максималният брой спътници е 24, и е достигнат през 1995 г. Поради липса на средства обаче, системата претърпява видими затруднения, като големи грешки при определяне на позицията, и се стига дотам, че се

предрича крах. От предвидените спътници функционират само 8, които до 2005г. нарастват до 14, но все още не се предвижда подобрение.

След 2005г. ситуацията бавно започва да се подобрява. Причините за това са няколко:

- общата икономическа стабилизация и вниманието на ръководството на страната;
- свалянето от 1 януари 2007г. на всички ограничения за използване на ГЛОНАСС за мирни цели
- стремителното развитие на електронните технологии.

През юни 2005г. при посещението си на космодрума Байконур президента Вл. Путин поставя задачата за по-скорошното възстановяване на ГЛОНАСС, в това число за търговски цели. През декември същата година главата на Федералната космическа агенция Анатолий Перминов заявява готовност за възстановяване на системата през 2007 г, като първоначално това е планирано да стане през 2012 година. Паралелно с това през октомври правителството утвърждава федералната космическа програма за 2006-2015г. За пълноценното използване на ГЛОНАСС на територията на Русия са необходими 18 спътника, а с извеждането наведнъж на 3 космически апарата с ракетната система "Протон-К" през декември 2006г. в орбита, те вече наброяват 17. За използването на ГЛОНАСС във всяка точка на земното кълбо, обаче е необходимо наличието на 24 спътника. Съгласно заявлението на Министъра на отбраната Сергей Иванов, това се очаква да стане през 2009 г.

Огромно значение за перспективното развитие на ГЛОНАСС има присъединяването към проекта на Индия. Към 25 януари на текущата година са подписани наведнъж две междуправителствени съглашения по този въпрос. Потенциала на пазара на втората по численост на населението в света, безусловно е висок. И даденото събитие ще изиграе роля в стратегическата борба за космическо лидерство. Ако говорим за

безопасността на страната, в това число и икономически, то преимуществото на наличие на собствена спътникова система са очевидни. Така при заплахата за националните интереси и не обезателно военна, нищо не пречи на правителството на САЩ да изключи и гражданският сегмент на GPS или просто да започне да взима заплащане за обслужването на орбиталната инфраструктура – в настоящия момент поддържането на спътниковата групировка се заплаща от държавния бюджет. Най – интересното е, че архитектурата на GPS позволява да се провежда т.нар.селективно отключване, когато функцията позициониране става недостъпна (или работи с големи грешки) само над определена територия. От гледна точка на редовия ползвател перспективата на използване на ГЛОНАСС опира до отсъствието на пазара на необходимите модули на приемлива цена. Работата по създаването на подобни устройства върви, но няма яснота по сроковете за появяване и стойност на руските навигатори. Най-добрият вариант за купувачите и търговските организации би била взаимозаменяемостта на различните системи. Например, никого не учудва възможността мобилния телефон да използва различни GSM диапазони. Още повече, че целия пазар на битови устройства за дадения момент е разчетен за американската система за позициониране, и огромния брой хора вече ползват всички услуги на GPS.

В Ярослав от руско-американска работна група е било прието "Съвместно заявление по обезпечаването на взаимодопълняемостта на ГЛОНАСС и GPS ", където в частност, се отбелязва "значителен прогрес в разбирането на изгодите за потребителското общество при използването на общия подход".

Голяма яснота по този въпрос внася Международният форум по спътникова навигация през 2007г., който е проведен на 9-10 април в Москва с поддръжката на Правителството на Москва и Федералната космическа агенция. По заявлението на организаторите основна цел на

форума е "информиране на широката руска делова аудитория за иновационните технологии в областта на спътниковата навигация и новите възможности за бизнеса, откриващи се в тази връзка". Ясно е, че основното внимание на форума е било насочено към механизмите и възможностите за използване на ГЛОНАСС за търговски цели. Насищането на пазара с битови устройства, поддържащи ГЛОНАСС, не е съвсем неизпълнима задача. По оценката на европейските аналитици, стойността на производството в този сегмент пада ежегодно приблизително с четвърт. По техни изчисления, при масовото производство стойността на навигатора, поддържащ стандарт различен от GPS е от порядъка на 150 евро. Остава малко работа: да се изпълнят всички обещания относно сроковете за формиране на спътниковите групировки и да се заинтересуват с проекта крупни задгранични производители. За това възможностите на руската промишленост за бързо насищане на пазара явно не достигат. Ако в днешния ден спътниковата навигация се оценява приблизително на 40 милиарда долара, то след 10 години ще бъде стотици милиарди.

В момента ГЛОНАСС няма голямо цивилно приложение, поради малкия брой оперативни спътници. Най-често се използва като допълнение на GPS, което позволява да се увеличи броят на видимите спътници и допринася за по-голяма точност. ГЛОНАСС може да се използва и в районите с географска ширина по-голяма от 75°, където има по-добро покритие от GPS.

2.3. Indian Regional Navigational Satellite System (IRNSS)

Индийската регионална навигационна сателитна система е разработена от индийската космическа организация за проучвания, която е под контрола на индийското правителство. Нуждата от такава

навигационна система произтича от факта, че достъпа до глобалната навигационна сателитна система не е гарантиран в неприятни ситуации.

2.3.1.Разработване на системата IRNSS

Правителството одобрява проекта през май 2006, с намерението той да бъде осъществен в рамките на 6 – 7 години. Първият сателит коства 16 милиарда рупии и се очаква да бъде пуснат през 2009 година. Целта била пълният индийски контрол със космически сегмент, наземен контрол и потребителски сегменти изцяло изработени в Индия.

фигура 17. Връзка със сателитите на IRNSS

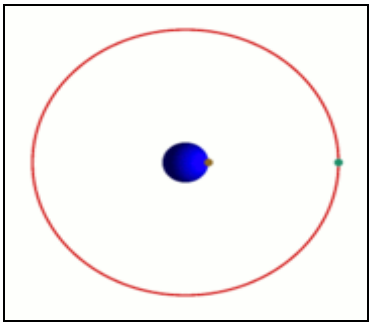
2.3.2.Описание на системата IRNSS

Целевата система ще съдържа седем сателита и поддържащ контролен сегмент. Три от сателитите ще бъдат разположени на геостационарна орбита, а останалите четири - в геосинхронизирана (фиг.

18) наклонена орбита на 29° приближение до екваториалната равнина. Такова разположение би могло да означава, че всичките 7 сателита (фиг.17) ще имат непрекъсната радио- видимост с индийските контролни станции. Сателитите ще притежават часовникова и електронна екипировка, която да генерира навигационните сигнали.

Те сами по себе си ще предават в S-band честота, която варира от 2 до 4 GHz и разпръсква сигнала през фазирана антена до гарантиран и мощен сигнал. Сателитите ще тежат приблизително 1,330 кг и техните слънчеви панели ще произвеждат 1,400W.

Системата се очаква да гарантира с абсолютна точност позицията из цяла Индия и в регион простиращ се приблизително от 1,500 до 2000 км около нея.



фигура 18.Геостационарна орбита

Контролният сегмент на сателитите на IRNSS ще има и главен контролен център (Master Control Center – MCC), земни станции, които да следят и изчисляват сателитните орбити и да гарантират непокътнатостта на мрежата, както и допълнителни земни станции, които да отговарят за здравето на сателитите със способността да издава радио – команди до сателитите (TT&C станции). Главния контролен център ще пресмята и предсказва позицията на всички сателити на IRNSS, да изчислява

непокътнатостта, да прави необходимите корекции в йоносферата и часовниците и да стартира навигационния софтуер.

2.4.Сателитната система Beidou

Това е проект на Китай, целящ да разработи независима сателитна навигационна система. Настоящата система Beidou-1 (състояща се от 4 сателита) е експериментална и има лимитиран обхват и приложение.
Китай планира да разработи наистина глобална система за сателитна навигация състояща се от 35 сателита, позната като Beidou-2.

Навигационната система Beidou е наречена на съзвездие, което в Китай наричат Beidou. Името буквално означава Северен Dǒu, където Dǒu е традиционен Китайски контейнер използван за измерване на зърно.

Исторически погледнато това подреждане на звездите било използвано за определяне на положението на полярната звезда. Също така Beidou служи като метафора за целта на сателитната навигационна система.

фигура 19. Сателит от системата Beidou

2.4.1. История на системата Beidou

Първият тестов сателит Beidou 1A е изстрелян на 30.10.2000г, в геостационарна орбита разположена на 140° източна дължина, на изток от Китай. Той е последван от Beidou 1B на 20.12.2000г. на 80° източна дължина и Beidou 2A на 24.05.2003г. Последният сателит е успешно изстрелян на 03.02.2007г. Таблица 1 показва реда на изстрелване, ракетите, с които са изведени в орбита на първите 5 сателита от групировката Beidou.

Дата	Ракета	Сателит	Орбита	В употреба
10/31/2000	LM-3A	Beidou-1A	GEO 140°E	Не
11/21/2000	LM-3A	Beidou-1B	GEO 80°E	Да
5/25/2003	LM-3A	Beidou-1C	GEO 110.5°E	Да
2/3/2007	LM-3A	Beidou-1D	GEO 86°E	Да
4/14/2007	LM-3A	Beidou-2A	MEO 21500KM	Да

Таблица 3. Сателитите на Beidou

За разлика от системите GPS, ГЛОНАСС, и Галилео, които използват средна сателитна орбита Beidou 1 използва геостационарна орбита. Това означава, че системата не изисква голямо съзвездие от сателити, но и лимитира обхвата до площи, където сателитите са видими. Тези площи могат да бъдат обслужвани от 70° до 140° източно, и от 5° до 55° на север.

Сателитите на Beidou сами по себе си са базирани на китайския сателит за геостационарни комуникации DFH-3 и имат тегло 2,200 паунда всеки.

За да се изчисли позицията трябва да се следват процедурите:

1. Сигнала се предава към космоса чрез управленски терминал.
2. Всеки от геостационарните сателити получава сигнала.
3. Всеки сателит изпраща точното време на получаване на сигнала към станцията на земята.
4. Станцията изпраща 3D позицията от управленския терминал към сателитите.
5. Сателитите разпращат изчислената позиция на терминала.

В допълнение, терминала може да комуникира със станцията чрез изпращане и получаване на кратки съобщения.

Сателитната система Beidou предоставя информация за магистрали, железопътни линии и морски транспорт.

2.5. Quasi-Zenith Satellite System

Quasi-Zenith Satellite System е замислена като система от 3 сателита с регионален времеви трансфер, който да служи на Япония. Първият сателит е планувано да бъде изстрелян през 2009г.

Възложена от японското правителство през 2002, Quasi-Zenith Satellite System се разработва от екип на ASBC (Advanced Space Business Corporation), както и Mitsubishi Electric Corp., Hitachi Ltd. и GNSS Technologies Inc.

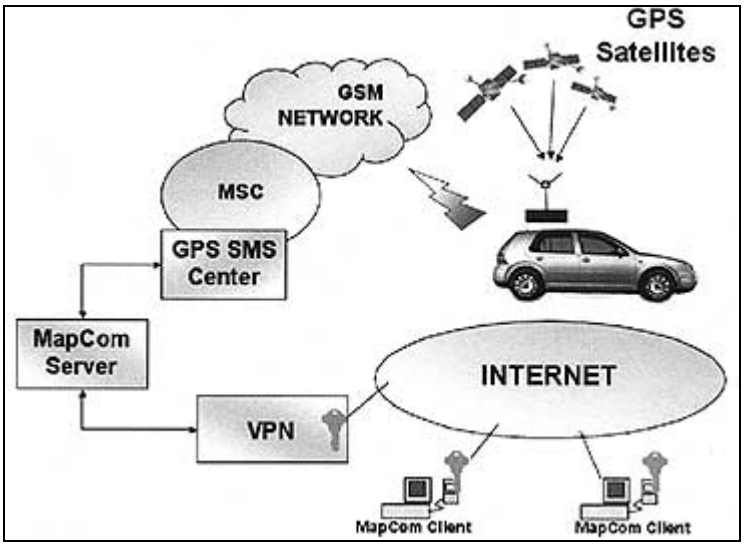
Целта на QZSS е да бъде подвижно приложение, което да осигурява комуникационно базирани услуги (аудио, видео и информационни) и информация за местонахождение на обекти. Що се отнася до услугата за позициониране, QZSS може само да се грижи само за строго определена точност за себе си и не е задължително да работи самостоятелно в неговите спецификации. Услугата за определяне на позицията също може да работи съвместно със геостационарните сателити на японският многофункционален транспортен сателит (Multi-Functional Transport Satellite - MTSAT), който в момента още е в разработка.Това в същността си е базирана на сателит система за нарастване подобна на тази на Федералната Авио-администрация - Wide Area Augmentation System.

Сателитите ще бъдат разположени на периоди в елиптична орбита. Това ще позволи сателитите да се задържат за повече от 12 часа на ден издигнати на около 70° и дава основание и за самото име на системата - Quasi-Zenith. Подобни орбити са използвани за сателитната радио система Сириус.

фигура 20. Сигнал на Quasi-Zenith Satellite System

Тази система не се влияе от препречвания причинени от сгради или планини. Присъстващата геостационарна сателитна система, осигурява по висококачествени картина звук и предаване на данни, точно толкова добре, както и двупосочното комуникационно обслужване на движещи се обекти, включително автомобили (фиг.20).

Глава 3. Приложение на GPS системите в България



фигура 21. Примерна схема на GPS контролът в България

3.1.История на GPS България

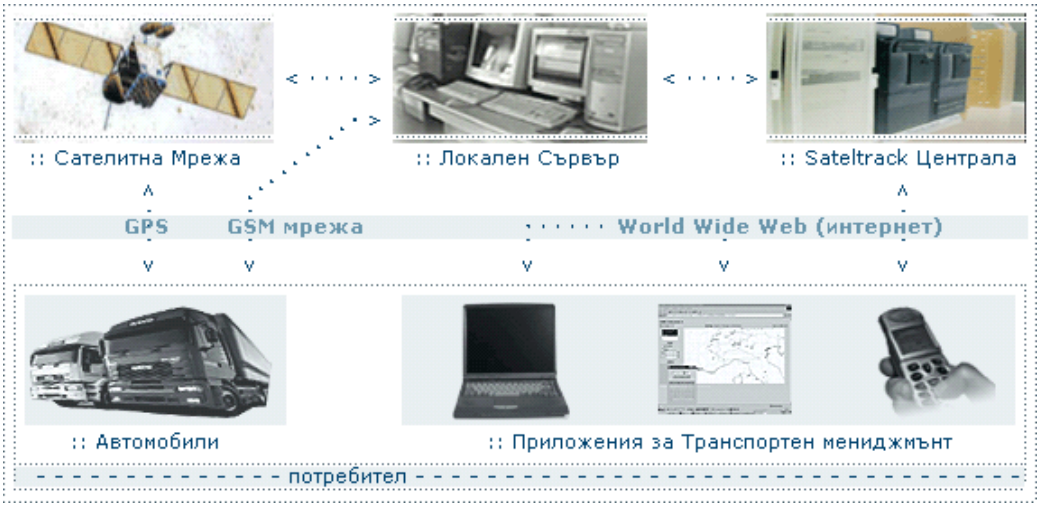
“Джи Пи Ес България “ АД е акционерно дружество с мажоритарен собственик “МобилТел“ ЕАД. Компанията е регистрирана през месец юли 1998 г. с предмет на дейност локализация, контрол и управление на подвижни обекти, както и предлагане на услугата на пазара в пълната и гама от функционални възможности на база изградената от “МобилТел“ ЕАД GSM мрежа.

Кратка история ...

- Първият Контролен център на “Джи Пи Ес България” АД е пуснат в редовна експлоатация на 1 Декември 1999 г.
- Първият абонат на GPS системата е регистриран на 06.02.2000г.
- До момента “Джи Пи Ес България “ АД има изградени контролни центрове в София, Пловдив и Варна.
- Над 30 изнесени работни станции на български транспортни фирми, клиенти на “Джи Пи Ес България “ АД, които осъществяват контрол и управление на собствен автомобилен парк у нас и в чужбина.
- Оборудвани и действащи контролни центрове в гр. Тбилиси – Грузия, в гр. Ниш – Сърбия и в гр. Баку, Азърбайджан.

3.2. Осъществяване на GPS контрол

Контролният център на “Джи Пи Ес България “ АД представлява GPS-GSM-SMS център, който оперира в рамките на цялото денонощие 7 дни в седмицата. При подаден сигнал от превозното средство, операторите установяват контакт с него и в зависимост от ситуацията се намесват с необходимите мерки. Отделният SMS-център, с който разполага “Джи Пи Ес България “ АД, позволява пренос на цялостната информация за наблюдаваните обекти до Контролния център в реално време, а от тук и незабавната реакция на нашите оператори за предотвратяване на посегателства и оказване на помощ. Операторите поддържат директна връзка с дежурните служители в националната полиция, регионалните управления на МВР, Гранична полиция, Пътна помощ и Бърза помощ.



фигура 22 б. Примерна схема на GPS контролът в България

3.3.Софтуер

Системата в България е изградена на база Unix System with Fault Tolerant Storage System (RAID) и Windows 95-98. Приложният софтуер е разработен на основата на Mapinfo Geographical Information, Mapping Software и Communication System Software.

Използват се също и други софтуерни продукти, които предоставят пакети с карти за точна навигация. Съществуват приложения за всички видове приемници, както и за тези вградени в портативните устройства. Софтуерът, независимо от фирмата производител, е добре да съдържа високоефективни приложения и инструменти, които позволяват решаването на проблеми от разнообразен характер, свързани с контрола и управлението на транспорта. Добре е да разполага със всички необходими функции, които да позволяват съхраняването, обработката, анализа и визуализацията по най-подходящия начин на информацията, свързана с изминатото разстояние, маршрута, изразходеното гориво, скоростта, кратките и дългите престои, както и с други регистрирани събития като отваряне/затваряне на врати, температура на двигателя, нарушения на ограниченията на скоростта, кражбите на гориво и т.н при автомобилите.

Лесния за използване интуитивен и удобен потребителски интерфейс заедно с мощните технологии и алгоритми за обработка, комплексен анализ и визуализация на данни позволяват успешното използване както от начинаещи потребители така и от експерти, също е необходимо условие.

3.4.Гласова връзка

Посредством вграденото GPS устройство, водачът на превозното средство има възможност за бързо набиране на 4 предварително програмирани телефонни номера, с помощта на малък панел, а също така може да приема всякакви телефонни повиквания.

Съществува и гласова навигация, чрез която водача може да бъде насочван. Съществуват приложения на български.

3.5. Sms – кратки съобщения

С помощта на автопейджър монтиран в превозното средство, водачът има възможност да изпраща и получава стандартни SMS съобщения. Прочитането на съобщението от водача дава индикация в контролния център, както за времето на прочитането му, така и за местоположението на превозното средство в момента на прочитането. SMS съобщения изпращат и другите приемници, като Personal Securer, използваните в природозащитните организаци нашийници за проследяване на диви животни като застрашените мечки в Рила.

В някои автомобили за по-голяма сигурност се монтира миниатюрен приемник с GPS модул, чрез който при кражба посредством гласова команда и специален таен код се изпраща SMS към диспечерския център. Това устройство представлява миниатюрен компютър, който сигнализира централата за кражба и други нередности по пазения автомобил. То се

побира в човешка шепа и тежи само 120 грама. В миниатюрния компютър има малко джобче за SIM карта, предназначена да изпраща непрекъснато в центъра SMS сигнали за скоростта, техническите параметри, посоката, количество гориво в резервоара, както и сигнализира за отворени врати по време на движение.

3.6.GPS приложения

Приложението на GPS става все по-голямо. Към GPS мобилния компютър могат да бъдат свързани различни периферни устройства като принтер, notebook, palm pilot computer, bar code reader и др. От друга страна със всеки изминал ден се появяват нови приложения на GPS, като се вгражда във всякакви видове мобилни устройства като GSM, PDA, Smartphone и др.

3.6.1. Personal Securer

Това е персонално проследяващо и позиционираще устройство, което включва в себе си прецизен GPS модул и клетъчен телефон. На пръв поглед устройството прилича на детска играчка и е с компактни размери, ненадвишаващи тези на стандартен клетъчен телефон. Чувството, че е детска играчка, се засилва от неговия дизайн, който е реализиран от пластмаса в сигнално жълт цвят и дизайн, наподобяващ донякъде формата на коректор с безконечна лента. Но тази форма и цвят си имат своето значение – те са един вид камуфлаж, защото устройство с такова предназначение не бива да подсказва от далеч за своите функции. Personal securer (фиг.23) е лек и солиден и може да се държи удобно в ръката или в джоба. По дължината на корпуса има мека гумена лента в сив цвят, която служи за придържане на устройството в затворено положение и защитава

USB конектора от замърсяване. Освен това по нея са разположени и четири изпъкнали бутона с различно предназначение. Единият от тях служи като паникбутон със сирена, а два други могат да се програмират за изпращане на SMS или набиране на телефонен номер. Също в долната част на устройството има и бутон за изключване.

фигура 23. Personal Securer

На противоположната страна на Personal Securer има още едно гумено капаче с бутони за увеличаване и намаляване на звука на сирената и на високоговорителя на телефона. Преди първото използване капачето трябва да се свали и в слота под него да се постави SIM карта.

В корпуса на устройството се намира трибандов Siemens MC55 GSM/GPRS модул с вградена антена, както и GPS модул, базиран на SiRFstar III чипсет, работещ с протокола NMEA-0183. Честотата на опресняване на данните на GPS модула е 1 път в секунда, което е напълно достатъчен интервал от време. Антената на GPS приемника също е вградена. Personal securer-а се захранва от 850 mAh акумулаторна батерия, която се зарежда от USB порт и издържа 20 часа време на работа и 2 часа разговори. Освен от USB порт батерията може да се зарежда и чрез специален адаптер.

Тъй като устройството няма дисплей, неговите настройки се извършват чрез компютър. Затова, преди да бъде дадено на човека, който

ще бъде следен, е нужно то да се конфигурира. За целта първо се инсталират драйверите на устройството и специално приложение, чрез което се конфигурират функциите на паникбутона и на другите два бутона. Допълнително може да се изпращат конфигурационни команди към него и чрез SMS.

От конфигуратора е възможно да се въведе телефонен номер, който да бъде набран при продължително или кратко натискане на даден бутон. Така, в случай на нужда, преносителят на устройството ще може само с едно натискане на бутона да се свърже нужния човек. На другите два бутона може да се присвоят различни действия, като изпращане на SMS с точните координати на местоположението на устройството, обаждане на "Бърза помощ", полицията или на друг човек. Например устройството може да бъде дадено на дете, и да се настрои паникбутона за пускане на сирена и за изпращане на SMS с точните му координати към момента, а при натискането на втория бутон да се осъществява и гласова връзка.

3.6.2. PDA устройства с вграден GPS

Това е комбинация от PDA с вграден GPS чип, чрез който се отчитат координатите. Ако е налице специализирано GPS устройство, то тогава няма да е нужен софтуер и специализирани карти, защото то ще отчита реалните координати на дадения обект и ще ги извежда на екрана. Комбинацията между PDA и GPS, дава ново устройство, което не само извежда координати, но и изобразява местоположението на карта. В зависимост от софтуера и самата карта, PDA устройствата могат да отведат потребителя и до определен адрес. Пример за такова устройство е **Qtec G100** с интегриран GPS приемник. Притежава външна GPS антена. G100 използва 12-канален GPS SiRFStar III чипсет. Благодарение на него времето за фиксиране е значително скъсено.

3.6.3. Smartphone с вграден GPS

Все по-разпространено е включването на GPS приемници в мобилните телефони. На българския пазар вече се появиха и Smartphone с вграден GPS приемник. Използва се безжична Bluetooth връзка, както и GPRS. Данните от навигационния приемник се обработват и посредством GPRS изпращат на сървър, откъдето всеки, който е в Интернет и има желание, би могъл да следи движението на един или няколко GPS-а и хората, които ги пренасят в реално време. GPS-ът изпраща координатите си посредством GPRS-връзката през 2 минути, което прави много нисък обем на трафик. Това прави възможно и проследяването на движещи се обекти.

3.6.4. Prestigio Bluetooth GPS

Това е независим външен GPS приемник. Той може да бъде свързан към PDA, Smartphone или компютър чрез Bluetooth. **Prestigio Bluetooth GPS** е предназначен да осигурява допълнителни функции към наличните на устройството, с което се е свързал. За целта е необходим специализиран софтуер. Prestigio Bluetooth GPS приемниците използват MT3318 GPS чипсет, който осигурява възможност за едновременно ползване на 51 канала, и е с висока чувствителност до -158 dBm. Необходим е навигационен софтуер за работата му със съответната платформа (Windows Mobile, Windows CE, Windows XP/Vista, Sybmian). GPS приемника е с компактен вид. От лявата страна на корпуса се намира превключвателя, от дясната се намира USB конектора за зареждане, а в предната част са разположени светлинни индикатори. Те служат съответно

за състоянието на Bluetooth връзката, сигнала, получаван от GPS сателитите и за заряда на батерията.

3.6.5. GeoTagging

Едно от приложенията на GPS приемниците и данните за настоящата позиция, които те могат да осигуряват на потребителя е Geo Tagging. Това е процесът по добавяне на данни за географското положение на даден обект. Той има много възможности и една от тях е записването на координатите,на които е била заснета дадена фотография, като в последствие тази информация може да бъде използвана за налагането на снимката върху географска карта. Ако снимката е направена с цифров фотоапарат, то процесът се нарича Photo GeoTagging**.** Снимките с вградена в тях информация за местоположението могат да се направят по два начина:

- Използване на Smartphone с вграден GPS приемник, камера и поддръжка на запис на GPS координатите в EXIF информацията на JPEG фотографията.
- Цифров фотоапарат (например DSLR), с отделен GPS приемник с възможност за запис на местоположението (например външният модул Sony GPS CS). Той трябва да бъде включен по време на процеса на снимане и да записва информация за местоположението. След това направените снимки се прехвърлят на компютър и дообработват чрез специален софтуер. Този софтуер ще засече времето на направените снимки и ще го сравни с данните от приемника. По този начин се получават данните за местоположението, в което е направена фотографията. Така обработени тези данни се записват в EXIF информацията на JPEG

фотографията и могат да бъдат използвани за налагане върху точните изображения.

3.6.6. Виртуален GPS

Това е определяне на позицията, което не изисква хардуерен приемник на GPS сигнала в даденото устройство (най-често с мобилен телефон). Пример за такъв “софтуерен” GPS има в мобилните телефони iPhone, където с помощта на картите и сателитните снимки на Google може да бъде визуализирана сравнително точна позиция на потребителя в реално време. Принципът е подобен на този на реалните приемници, но с разликата, че в центъра на системата стоят клетките на мобилните оператори. Тук също се използва методът на триангулацията, като се пресмята позицията на даден потребител на база на местоположението на околните клетки на използвания мобилен оператор. Ако потребителят има връзка с няколко околни клетки, за точното местоположение,на които има конкретна информация, приблизителната му позиция се изчислява по силата на сигнала към всяка една от тях. Колкото повече клетки има наоколо използваният GSM оператор, толкова по-точно местоположение може да се получи, като резултатите само при наличието на информация за една единствена клетка обикновено не са никак добри.

Точността при използването на псевдо GPS за определяне на позицията, не е толкова добра колкото при наличието на истински GPS приемник. При виртуалните GPS системи точността може да варира от порядъка на няколко метра до километри отклонение от реалната позиция, на която се намира потребителя в дадения момент. Поради тази причина използването на виртуален GPS с помощта на специализиран допълнителен софтуер не винаги е предпочитан метод, особено за определяне на позиция в слабо населени места, тъй като там гъстотата на

станциите на мобилните оператори е много по-малка. Същевременно в градски условия един виртуален GPS може да даде сравнително точна информация за настоящото местоположение, което понякога е полезно, защото повечето подобни приложения са напълно безплатни и не изискват наличието на допълнителен специализиран хардуер.

3.6.7. Бъдещи разработки

Както беше споменато по-горе се правят опити за вграждане на GPS във всякакви видове мобилни и преносими устройства. Едно от тях е Sony PlayStation Portable (PSP). Съществува допълнителен модул,който е под формата на GPS приемник (фиг.24), и може да бъде включен към конзолата. Чрез него и специално разработен за целта навигационен софтуер превръща устройството в изключително удобна система за навигация. За момента не е налично в Европа, но се предвижда такава разработка със комплект карти на по-големите страни. За съжаление още няма приложение за България, но е много възможно след появата в Европа да се направи допълнително неофициално допълнение с налични карти подходящи за позициониране на територията на страната ни.

фигура 24. Sony PSP с модул за GPS

3.7. Позициониране

Извършва се посредством сателитна GPS система, като информацията от наблюдавания обект се пренася в сървъра на Контролния център на база на SMS (кратки съобщения) по GSM мрежата. Отделен SMS център в “МобилТел“ ЕАД работи само за телеметрични услуги на “Джи Пи Ес България “ АД.

Позиционирането може да се извърши:

- Ръчно – операторът може по всяко време да установи местоположението на превозното средство;
- Автоматично – операторът задава позиционирането да се извършва през определен период от време или при изминаване на определена дистанция, в зависимост от желанието на клиента.

3.8. Контрол и управление на собствен мобилен парк

Услугата “Контрол и управление на собствен мобилен парк“ на “Джи Пи Ес България “ АД се предоставя на транспортни фирми за управление на собствени транспортни средства в страната и чужбина. Също така дава възможност за мониторинг и управление на фирмени автомобили, както в реално време, така и за изминал период, от място по избор и без инвестиции в скъпи технологии. След инсталация на GPS устройство на всеки автомобил се предоставя „Отдалечен достъп“ за мониторинг, транспортният мениджър може от офиса си да наблюдава и следи за състоянието на различни параметри: координати; скорост и посока на движение; спирания и престои; маршрут на движение; пробег и ниво на горивото в резервоара; температура на двигател или хладилно ремарке; обороти; включен/изключен двигател; отворени/затворени врати, капаци,люкове или кранове, т.н. Резултатът е лесен достъп до информация

за местонахождението на превозните средства, бърза координация за управление на транспорта и анализ на избрани параметри за контрол на разходите. С помощта на изнесена работна станция фирмата има възможност да упражнява ефективен мениджмънт на неограничен брой автомобили. “Джи Пи Ес България “ АД позволява на своите клиенти да управляват от своите офиси автомобилните си стопанства и да следят над 10 различни параметри. Компанията предлага безплатно софтуер на клиенти, чиито автопарк надхвърля 10 автомобила. Връзката със сървъра на “Джи Пи Ес България “ АД се осъществява чрез Интернет:

- Контрол и управление на собствен мобилен парк;
- С помощта на изнесена работна станция клиентът може да упражнява ефективен мениджмънт на неограничен брой превозни средства;
- Двупосочна гласова връзка с превозното средство;
- Възможност за изпращане/получаване на SMS (кратки съобщения) посредством монтаж на автопейджър;
- Контрол на различни параметри на транспортното средство, като количество на горивото, температура на двигателя, температура на маслото и други;
- Възможност за движение по предварително зададен маршрут;
- Справка за пробег за ден,седмица,месец.

Тази услуга още предлага:

- Постоянен достъп до информация за превозните средства;
- Визуализация на автомобилите върху дигитална карта;
- Оптимизация и планиране на транспортните маршрути;
- Отчитане на непредвидени обстоятелства като пропусната доставка или повреждане на пратка по време на път;

- Повишаване ефективността на транспортната дейност;
- Ограничаване на престоите;
- Значително редуциране на транспортните разходи;
- Повишаване на дисциплината на шофьорите;
- Възможност за различен тип справки според нуждите и целите на фирмата.

Функцията „Отдалечен достъп” за мониторинг се предоставя чрез инсталиране на специализиран софтуер на компютър на клиента или предоставяне на потребителско име и парола за мониторинг в реално време на https://tracker.gps.bg. Данните, които се получават се архивират и съхраняват и могат да бъдат проверени по всяко време. Векторните карти се актуализират непрекъснато и са с гарантирана точност. Също така се разработват специфични приложения съобразени със спецификацията на бизнеса. Услугите се оптимизират в съответствие с новите технологии, въведени и предлагани от фирмата доставчик на услугата.Услугата „Автомобилна сигурност“ се предлага изцяло и при „Контрол и управление на автомобилен парк“, без да се заплаща допълнителна такса. Достатъчно условие е наличието на монтирана автоаларма. Системата работи навсякъде, където има GSM покритие. Предлага се независим контролен център на разположение на клиентите денонощно (24x7), предлагащ цялостно и професионално обслужване. Сервизните центрове са разпространени в цялата страна, за да могат бързо и лесно да предоставят необходимите услуги за контрол и поддръжка.

3.9. GPS услуги за автомобили

3.9.1. Системата Sateltrack

Това е съвременно, Интернет базирано решение за управление на транспортни средства, което предлага бърз и лесен достъп до информацията от автомобилите. Този достъп е възможен от всеки един компютър свързан с Интернет, без нужда от инсталиране на софтуер и карти. Ползването на системата Sateltrack не изисква никаква инвестиция в технологии от страна на крайния клиент, с изключение на инсталираното в автомобила мобилно GPS устройство, което дава възможност да се получава, записва и изпраща всякаква информация свързана с проследяването и работата на автомобила.

Чрез Sateltrack, GPS България АД дава възможност на всички свои стари и нови клиенти, да използват инсталираното в автомобила GPS устройство освен за охрана, и за собствен мониторинг и контрол върху транспортните си средства чрез Интернет, по защитен и сигурен начин, без допълнителни инвестиции в технологии.

За транспортните мениджъри Sateltrack е икономическо решение, което има много и интересни преимущества. Когато са свързани със системата Sateltrack, транспортните мениджъри могат да осъществяват постоянна проверка на позициите на автомобилите, оптимизиране на маршрутите, планиране на транспортната дейност, обмен на съобщения с шофьорите на ниска цена, регистриране на товаро-разтоварни работи, приемане на нови поръчки и потвърждение на тяхното изпълнение, използване на системата като система за сигурност на автомобила. Системата Sateltrack предлага няколко услуги. Базовата услуга включва позициониране на автомобилите през определен период от време и получаването на динамичен отчет за изминатите маршрути върху

електронна карта в Интернет. Разширената услуга включва позициониране и комуникация между транспортния мениджър и шофьора, посредством инсталиран в автомобила автопейджър, на базата на кратки съобщения. Това води до намаляване на разходите за комуникация и управление на транспортните средства, и е изключително подходящо за фирми извършващи международен транспорт. Sateltrack е разработен с цел създаване на надеждна и сигурна система за управление на транспортни средства, която непрекъснато се развива и усъвършенства. Тя се използва ефективно от транспортни мениждъри управляващи автопаркове, независимо от тяхната големина и марка на автомобилите. Системата е създадена и се развива на база на проучванията на специфичните нужди на транспортните фирми и на конкретни изисквания на клиентите. Системата Sateltrack се разпространява в цяла Европа. Потребители на Sateltrack могат да бъдат всички фирми, които се интересуват от модерен и ефективен начин за контрол и мониторинг на техните превозни средства.

3.9.2. Автомобилна сигурност

Това е услуга предлагаща денонощна охрана на превозни средства и информация за местоположението им в страната и чужбина. Позиционирането на мобилни обекти се извършва посредством GPS системата, като информацията се предава чрез GSM мрежата. С услугата се предоставя надеждна охрана на автомобила и неговия водач чрез високоскоростен трансфер на информацията от наблюдаваните автомобили към GPS Контролен център. Тази услуга осигурява:

- Охрана на превозното средство – 24 часа в денонощието, 7 дни в седмицата, на територията на цялата страна и при пътувания в чужбина.

- Сигурност за водача и автомобила, като в случай на кражба, двигателят се блокира дистанционно, собственикът се уведомява и се изпраща информация към дежурните подразделения на НС ”Полиция“. Контролният център е на разположение денонощно, предлагайки компетентна и професионална помощ.
- Съдействие в реално време при автомобилни аварии, пътнотранспортни произшествия, нападения и злополуки чрез изпращане на КАТ, Пътна помощ, Бърза помощ.
- Информация за местоположението на автомобила по всяко време.
- Комуникация с GPS контролен център посредством идентификационен чип и SOS бутон за връзка.

Освен това чрез функцията Web Map достъп потребителя може да получи информация за охранявания обект в реално време, както и данни за:

- местоположение на автомобила;
- дата и час на позицията;
- скорост и посока на движение;
- валидност на позицията;
- визуализиране на маршрут за период от време (избор на позициите по признак);
- преглед на позиции за период от време (на обект или група обекти).

Данните за наблюдавания обект могат да бъдат експортирани в удобен за редактиране формат. Достъп до информацията могат да получат и други оторизирани потребители.

3.10. Осигуряване на индивидуална сигурност

Тази услуга е нов и уникален за България GPS продукт за осигуряване на персонална сигурност, локализация и проследяване на деца, възрастни и болни хора, мобилни групи и персонал, туристи, спортисти и много други. Услугата дава възможност за получаване на информация за местонахождението на специализирано, преносимо GPS/GSM устройство, наречено **Personal securer**. Наред с това, в случай на нужда или опасност, преносителят на устройството може да извести своите близки или колеги къде се намира в момента чрез автоматично изпращане на SMS и/или да им се обади. Услугата "Индивидуална сигурност" дава възможност за проследяване на желан обект в реално време, като данните за местонахождението му могат да бъдат архивирани. Предимства на услугата:

- Устройството **Personal securer** е лесно преносимо и с размер на мобилен телефон и батерия, която издържа до 20 часа и може да бъде презареждана през USB.
- Във всеки момент чрез него може да се получи обратна информация за местонахождението на преносителя на предварително дефиниран номер.
- Настройките на устройството могат да бъдат направени и променяни лесно чрез SMS или през USB.

С услугата "Индивидуална сигурност" може да се получи информация за преносителя чрез SMS по някой от следните начини:

- Като се изпрати заявка за позициониране. В този случай потребителят получава SMS с информация за местонахождението на преносителя.
- Могат да се направят настройки за известяване при промяна на състоянието на устройството.

- Устройството може да се настрои да изпраща SMS през предварително дефиниран период.

Услугата "Индивидуална сигурност" предлага информация за преносителя чрез SMS по няколко начина. През интернет (Web Map достъп) може да се проследи в реално време:

- местоположение на обекта;
- дата и час на позицията;
- скорост и посока на движение;
- валидност на позицията.

Предлага се още:

- визуализация на маршрут за период от време (филтриране на позициите по признак);
- преглед на позиции за период от време (на обект или група обекти);
- експортиране на данните за наблюдавания обект в удобен за редактиране формат;
- получаване на достъп до информацията и от други оторизирани от вас потребители.

3.11.Други приложения на GPS системите в България

3.11.1. GPS в градския транспорт

GPS система контролира градския транспорт в София. Това става посредством 40 компютризирани работни места в диспечерския център и 20 инсталирани в гаражи и депа за да се следи трафикът в реално време. Позицията на всяко превозно средство се определя с точност до 20 м, информацията се актуализира на всеки 30 сек. Отклонения от разписанието

над 2 мин. при субективни причини се отразяват неблагоприятно върху заплащането на водачите. Системата позволява бързо реагиране при кризисни ситуации. Значително улеснява и самите водачи в спазване на разписанието. Тя е изцяло българска разработка – на фирма МУСАТ (Микропроцесорни устройства и системи за транспорта), която е автор и на предходната система за контрол и управление. Свързани са към централния сървър по наети линии на БТК. От всяко диспечерско работно място може да се визуализира трафика на градския транспорт в реално време. Превозните средства (трамваи, тролейбуси, автобуси) се позиционират върху електронната карта на града с точност 15-20 м., като информацията се актуализира на всеки 30 сек. Между диспечери и водачи е възможна двупосочна гласова връзка. Диспечерът трябва единствено да посочи визуализираното върху електронната карта превозно средство, с чийто водач желае да разговаря. Ако маркира няколко, той може да провежда разговор с техните шофьори едновременно. Водачите на превозните средства освен, че могат да се обаждат на диспечера, имат на разположение и т.нар. паник бутон. Много полезен при всякакви различни екстремни ситуации - пътно-транспорно произшествие, аварии, нужда от бърза медицинска помощ и т.н. След натискане на този бутон, на екрана на диспечера се изписва алармиращо съобщение и електронната карта се позиционира така, че алармиращото превозно средство да е бързо откриваемо.От диспечерския център, в зависимост от проблема, следва връзка със съответната служба, чиято намеса е нужна – полиция, бърза помощ и т.н. От панела на бордовия компютър, с който разполага всяко превозно средство ватманът или шофьорът получава постоянна информация за точността на спазване на разписанието при преминаване през всяка спирка. При влизане в спирка се изписва нейното име, отклонението от разписанието, името на следващата спирка и времето на пристигане на нея по разписание. Всяко избързване или закъснение над 2

мин. се маркира от системата и съответно се взема предвид при оценката на курсовете, респ. при формиране на заплатата на водача. Оценката на курсовете обаче не е едностранна – взема се предвид какъв е бил трафика, задръствания и т.н., т.е. системата позволява да се прецени дали отклоненията от разписанието са по субективни или обективни причини. Оценката на курсовете е един от много важните и отговорни процеси в диспечерския център и се извършва на няколко нива при необходимия контрол. Системата изготвя и подробна статистика за извършените курсове.

Разработена е и GPS система за маршрутен транспорт. Принципът на работа на системата е следният: На всяко превозно средство е инсталиран т.нар. бордови компютър със захранване 24V/12V, стандартна радиостанция "MAXON" PM100 и GPS модул, пулт за управление с удобен интерфейс за водача, микрофон, GPS антена, радиоантена. Бордовият компютър комуникира с диспечерския център по радиоканал, като изпраща информация за местоположение на всеки 30 сек. Друг канал за цифрови данни е предвиден за допълнителна информация (например за интеграция с бъдещата система за таксуване). Предвиден е за употреба и аналогов радиоканал за гласова комуникация. За да се осигури пълно радиопокритие на града и околните села, там, където се получава т.нар. радиосянка, се използват ретранслатори за цифрови данни от бордовия компютър към централните радиоантени на диспечерския център. Приетите данни преминават през модулиращо и демодулиращо устройство, наречено от създателите на системата скенер, който осигурява максимално използване на радиоканала. Броят на скенерите съответства на броя на радиоканалите. Радиоканалите за цифрови данни са 2 за трамвайния транспорт, 1 за тролейбусния транспорт и 4 за автобусния транспорт. Броят на каналите зависи от броя на транспортните единици (в София те са над 1100), от това колко често трябва да бъде излъчвана

информацията от обекта, която представлява фиксиран набор от данни за местоположението и състоянието на превозното средство. Като се има предвид обема на данните, които трябва да бъдат изпращани към диспечерския център, скоростта на предаване и броя на превозните средства, се изчислява броят на необходимите радиоканали. GPS приемникът може да изчислява координати на превозното средство на всяка секунда, но това практически не е нужно. На базата на тези изчисления системата поддържа на един радиоканал за предаване на цифрови данни до 170 превозни средства. Информацията от бордовите компютри на превозните средства през скенерите пристига в сървърите на диспечерския център. Ползват се два взаимнозаменяеми 2-процесорни сървъра на Dell, като, разбира се, са взети всички мерки за гарантиране сигурността на системата.

Въведена е и нова експериментална услуга наречена „Он-лайн GPS система – GPS-Нет ”, която представлява виртуални електронни табла. Чрез нея се контролира движението на превозните средства с помощта на комплексна GPS диспечерска система. Трафикът на масовия градски транспорт се следи от компютризирани работни места в реално време. Това позволява бързо реагиране при всякакви ситуации и подпомага водачите в спазване на разписанието. Он-лайн GPS системата предоставя информацията от диспечерската система в интернет страницата на компанията.

3.11.2. GPS в полицията

Изградена е система за GPS контрол, чрез която оперативният дежурен център на дирекцията има възможността да следи местоположението на всеки автомобил. Тя е съвместна разработка на GPS контрол АД и мобилния оператор Глобул, като разноските са дарение за

МВР. Въвеждането в експлоатация на новата система за мониторинг и контрол ще допринесе за повишаване ефективността от полицейската дейност и превръщане на столицата в един по-сигурен град с европейски облик. Системата улеснява оказването на полицейско съдействие, изпращането на подкрепления при нужда, както и контролира спазването на маршрута на патрулните коли. Първоначално пълно оборудвани са 160 коли като броя им достига до 250. Въвеждането на системата за мониторинг и контрол има за цел да доведе до много по-висока организация в работата на полицейските патрули в столицата, като дава възможност за визуализация и проследяване в реално време на движението на всеки служебен автомобил, като точността на позициониране е в рамките на няколко метра. В Оперативния дежурен център на Столична дирекция Полиция (СДП) е монтирана голямо-форматна видеостена. Под нея има географска подложка, на която са очертани границите на автопатрулните маршрути на територията на столицата. Системата “FIXI” предвижда различни нива на достъп, т.е. всеки полицейски участък може да наблюдава и контролира само собствените си патрули, а централният диспечерски пункт – всички полицейски коли. Това позволява по време на полицейска операция или заградителни мероприятия в реално време да бъдат координирани и пренасочвани служебните автомобили. Новата технология предоставя и данни за незабавна идентификация на автомобила и основните параметри за техническото му състояние към момента, както и за намиращите се в него служители, посредством RFID-карти, с които те се регистрират. На някои от оборудваните автомобили са монтирани екрани на които се вписват съобщенията. Тъй като системата “FIXI” е от последно поколение, стандартът й позволява осъществяване на връзки с други системи за управление и контрол и добавяне на данни за движението на автомобилите на “Спешна медицинска помощ”, пожарните коли и други.

Въвеждането в експлоатация на новата система за мониторинг и контрол ще допринесе за повишаване ефективността от полицейската дейност и превръщане на столицата в един по-сигурен град с европейски облик. Като се очаква след време с по-масово навлизане на GPS в мобилните телефони да се осъществява контрол и на всеки отделен служител. Освен в София, такива системи са изградени и в други градове на страната, като Пловдив, Стара Загора.

3.11.3. GPS в „Чистота" София

Въведена е нова GPS система на контрол на дейностите по почистването. Идеята е да се контролират скоростта и маршрута на камионите за отпадъци. Част от системата е да се монтират датчици на кофите за отпадъци, които да отчитат колко са пълни и колко често да се вдигат, но за сега това още не е осъществено. С въвеждането и се цели разходите по обслужването да се намалят драстично. Първоначално системата е въведена за 98 камиона от общо 300 и ще покрива 1/3 от колите за сметосъбиране. Системата струва на столична община приблизително 300 хил. лв. и още по 20 хил. лв. месечно за поддръжката й.

Заключение

С тази разработка се представят GPS системите по света и у нас, като се изтъкват предимствата и недостатъците от използването им. Разглежда се подробно структурата на тези системи, като се обръща специално внимание на всеки един от трите сегмента, от които се състоят те, предаваният сигнал, както и двата вида кодове – C/A и P и нуждата от използването им. Първа глава разглежда разделението на GPS сателитите в три категории (Block I, Block II и Block II, Block IIR), като се изтъкват приликите и разликите между тях. Също така е обърнато внимание на принципът на действие на глобалната система за позициониране, структурата на сигнала и навигационното съобщение, грешките, които възникват при предаване на сигнала и начините за преодоляването им.

Беше описано създаването и развитието на другите разработки на системи за позициониране:

- Галилео – проект на Европа
- ГЛОНАСС – разработка на Русия
- IRNSS – На индия
- BEIDOU – на Китай
- QZSS – на Япония

Повечето от тях още са в процес на изграждане, но се очаква в близките няколко години да започнат да функционират.

Беше представено приложението и развитието на GPS системите у нас. Употребата на GPS в България става все по-масова, защото вече всички мобилни оператори предлагат услугата, а със вграждането на приемници в GSM апаратите тя става все по-достъпна. GPS приемници се интегрират вече не само в персонални компютри, но и в малки портативни преносими устройства, с цел ориентиране по всяко време и на всяко място. Правят се опити за преодоляване на сегашните пречки за приемане на GPS

сигнала и с развитието на науката се предполага, че това скоро ще бъде преодоляно.

Получените в дипломната работа резултати отговарят на поставените задачи, с което може да се счита, че целта и е изпълнена. Дипломната работа няма претенции за изчерпателното обхващане на всички въпроси, особено като се има в предвид динамичното развитие в тази област.

Използвана литература:

1. Tsui, J. B., Fundamentals of Global Positioning System Receivers, New York, John Wiley & Sons, inc, 2000.
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
3. http://bg.wikipedia.org/wiki
4. http://www.u-blox.com
5. www.ci.ru/inform11_06/gd.htm
6. http://en.wikipedia.org/wiki/Indian_Regional_Navigational_Satellite_System
7. http://www.globalsecurity.org/space/world/china/beidou.htm
8. http://en.wikipedia.org/wiki/Beidou_navigation_system
9. http://en.wikipedia.org/wiki/Quasi-Zenith_Satellite_System
10. http://www.gps.bg
11. http://www.hardware.bg/statia.php?mysid=918&t=69
12. http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/galileo/intro/future_en.htm
13. http://www.infoweek.bg
14. http://www.mtel.bg
15. http://www.computers.bg/statia.php?mysid=589&t=7
16. http://www.prestigio-gps.com/
17. http://www.computerworld.bg/?call=USE~home;&page=paper&n=10329