

РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА
УНИВЕРЗИТЕТ "Св. КИРИЛ И МЕТОДИЈ" - СКОПЈЕ
ФИЛОЗОФСКИ ФАКУЛТЕТ - СКОПЈЕ
ИНСТИТУТ ЗА БЕЗБЕДНОСТ, ОДБРАНА И МИР
ПОСТДИПЛОМСКИ СТУДИИ ОД ОБЛАСТА НА БЕЗБЕДНОСТА



**ИДНИНАТА НА СИСТЕМОТ ЗА ГЛОБАЛНО ПОЗИЦИОНИРАЊЕ,
НЕГОВАТА УЛОГА ВО ВОЕНИТЕ МИСИИ И
НАЦИОНАЛНАТА БЕЗБЕДНОСНА ИНФРАСТРУКТУРА
(МАГИСТЕРСКИ ТРУД)**

Кандидат:

Ива Мангутова, досие бр. 4767/14

Ментор:

Проф. д-р Митко Котовчевски

Скопје, декември 2016 г.

Содржина	
ВОВЕД	5
Цели на истражувањето	7
ГЛАВА I: Систем за глобално позиционирање - ГПС	9
Систем за глобално позиционирање	9
Начин на функционирање	15
Историјатот и пристапот на единицата за специјални задачи (Task Force) на САД	18
ГПС истријат и тековни прашања	19
Владини проблеми	27
Препораки за системот и програмата	31
ГПС сателити и констелација (подобрување на достапноста и прецизноста)	31
ГПС контролниот сегмент и сателитските операции	32
(подобрување на функционалноста и капацитетот)	32
Придобивките од инсталацијата на ГПС воената опрема (акцелерирање на анти-попечувачките капацитети)	33
Подобрување на анти-попечувачкиот перформанс	35
Справување со Галилео	36
Организација и владеење	36
Пристапот на единицата за специјални задачи	38
Опис на ГПС	39
Вовед во поставените прашања	43
ГЛАВА II: Улогата на ГПС во воените мисии	47
Улогата на ГПС во воените мисии	47
Придонесот на ГПС во различни воени мисии	47
Воздухопловни операции	47
Поморски операции	48
Копнени операции	48
Вселенски операции	49
Испорака на оружје	49
Таргетирање	50
Специјални операции	50
Логистички операции	50
ГЛАВА III: Улогата на ГПС во националната инфраструктура	53

Улогата на ГПС во националната инфраструктура	53
Националната безбедносна инфраструктура (територија и мисии).....	53
Национална економска инфраструктура.....	54
Обврските на единицата за специјални задачи околу придонесот на ГПС во елементите на националната инфраструктура	55
Телекомуникации	55
Дистрибуција на електрична моќ.....	55
Електронска трговија и финансии	56
Транспорт	57
Услуги во итни и вонредни ситуации.....	59
Проблеми во системот и програмите	60
Недостаток на баланс помеѓу ГПС сегментите	60
ГПС стателити и ГПС констелација	61
Системски операции, сигнален мониторинг и испитување на изведбата	66
Надзор и испитување на перформансот	68
Корисничка опрема и подобрувања во анти-попречувачкиот перформанс	74
Воена ГПС корисничка опрема.....	74
Воени анти-попречувачки можности	75
Безбедносна политика - заштита и ексклузивност	82
Конкуренција, владеење и оперативен менаџмент	85
ГПС и глобалниот пазар	85
Предности од европскиот систем - Галилео	86
Национално управување со ГПС и со ПНТ инфраструктурата.....	88
Вршење на ГПС менаџерски одговорности во Министерството за одбрана - ДоД.....	89
ГЛАВА IV: Глобален навигациски спутников систем - ГЛОНАСС и европскиот систем за позиционирање - ГАЛИЛЕО	91
Глобален навигациски спутников систем - ГЛОНАСС	91
ГАЛИЛЕО - европски систем за позиционирање GALILEO (Galileo Positioning System).....	93
Елементи на Галилео.....	95
Улога на Галилео во современото живеење и негова примена.....	96
Делови на сателитите на Галилео	98
Иднината на Галилео системот	98
Навигација и мерење на време преку системот Галилео.....	99

Функционирање на Галилео, неговите фреквенции и сигнали.....	99
ГЛАВА V: Препораки	102
Преоритети на корисниците на ГПС	102
Препораки за системот и програмата.....	103
ГПС сателити и констелација (подоброена достапност и прецизност).....	103
ГПС контролен сегмент и сателитски операции (подобрување на функционалноста, акцелераторните можности).....	104
Придобивки од ГПС воената корисничка опрема и инсталација (акцелирање на анти-попечувачките можности)	105
Подобрување на анти-попечувачкиот перформанс.....	107
Соочување со Галилео	107
Организација и владеење	108
ГПС за малокалибарски бомби - СДБ (Small Diameter Bomb - SDB) и за F-22	110
Вселенска интероперабилност.....	112
Воената вселенска интероперабилност	113
Безбедносни цивилни/домашни операции.....	113
Трошоци за унапредување на корисничката опрема (можности на т.н. "сребрениот куршум" - "silver bullet")	115
ЗАКЛУЧОК	117
КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА:	120

ВОБЕД

Модерната технологија на денешницата ни овозможува можности за користење на модерни уреди, со што се олеснува современото живеење и примена на истите во многу диференцијални аспекти на општеството. Како една од главните користи од модерната технологија можеме да ја посочиме навигацијата на сателитите, која се овозможува преку сите светски системи за сателитска навигација и глобално позиционирање, како на пример ГПС системот пред се, рускиот ГЛОНАСС и европскиот систем Галилео, а потоа и регионалните системи како јапонскиот систем - QZSS - Quasi Zenith Satellite System, кинескиот - BeiDou и индискиот IRNSS - Indian Regional Navigational Satellite System.

Главниот проблем на истражување на овој труд претставува Системот за глобално позиционирање - ГПС, со посебен осврт на придобивките од користењето на истиот кај вооружените сили, како и можностите кои ги отвара во современото војување. Главен акцент во истражувањето ставам на улогата на Системот за глобално позиционирање во воените мисии и на улогата во националната економска инфраструктура. Понатаму развојот на технологијата, преку Системот за глобално позиционирање отвара многу бенефити за сите сфери на општественото живеење.

Со овој труд се става акцент на примената на оваа модерна технологија кај војската бидејќи отвара нови врати за современото војување. Од една страна се зголемува бројот на поединци, кои ги ползуваат придобивките од овие системи, а од друга страна имаат придобивки и цивилните експерти во однос на безбедносните предизвици на модерното живеење. Преку овој труд се прави обид да се објаснат модерните достигнувања, особено од аспект на безбедноста, одбраната и мирот, преку споредба на системите за сателитска навигација и глобално позиционирање. Предмет на истражувањето претставуваат сите аспекти на Системот за глобално позиционирање - ГПС. Истиот се споредува со сите сегменти на системите за сателитска навигација и глобално позиционирање односно се анализираат предностите и слабостите на ГПС над рускиот навигациски систем ГЛОНАСС и европскиот Галилео. За добра и детална истражувачка работа неопходно е прецизно дефинирање на самиите поими, историјатот на сите системи, финансиските трошоци, предностите и слабостите како и примената.

Централен предмет на истражување е ГПС системот, начинот на функционирање на истиот и принципите на работа. Предметот на истражување може да се определи на следниот начин:

- ✚ Системи за сателитска навигација и глобално позиционирање:
 - Системот за глобално позиционирање - ГПС.
 - Систем за позиционирање - Галилео.
 - Глобалниот навигационен систем - ГЛОНАСС.
 - ГПС vs. Галилео vs. ГЛОНАСС.
- ✚ Историјат и опис на Системот за глобално позиционирање - ГПС.
- ✚ Улогата на Системот за глобално позиционирање во воените мисии и националната инфраструктура.
 - Национална безбедносна структура (територија и мисија).
 - Национална економска структура.
- ✚ Конкуренција, контрола и оперативен менаџмент.
 - ГПС и глобалниот пазар.
 - Напредокот на европскиот систем Галилео.
 - Државната контрола над ГПС и над позиционата, навигациската и временската (ПНТ) инфраструктура.
 - Вршење на менаџмент одговорности за ГПС во Министерството за одбрана.
- ✚ Функционирање и принципи на работа на Системот за глобално позиционирање - ГПС.
- ✚ Изворите на грешки на Системот за глобално позиционирање - ГПС, предизвикувачи на отстапувања.
- ✚ Попречувањата на сигналите, природни и вештачки извори.
- ✚ Примена на Системот за глобално позиционирање - ГПС.
- ✚ Иднината на Системот за глобално позиционирање - ГПС.

Главната причина поради која ја одбрав оваа тема на истражување е од една страна напредокот на технологијата, која ни нуди нови сознанија и интересни проблематики за анализа од оваа област, а од друга страна сметам дека има многу простор за нови истражувања бидејќи има само неколку позначајни научни трудови објавени на македонски јазик.

Значи, примарно технологијата односно сателитската навигација, конкретизирана преку погоре споменатите системи за навигација и позиционирање отвара нови хоризонти и можности пред се во современото војување, а понатаму и го олеснува секојдневниот општествен живот. Самиот напредок на технологијата овозможува и отвара секогаш нови теми за анализа кога станува збор на системите за сателитска навигација и глобално позиционирање. Како најзначајни научни трудови од оваа област, објавени на македонски јазик се:

1. Милески Т., Спасов Н. (2012) *Систем за сателитска навигација и глобално позиционирање*, "Филозофски факултет", Скопје.
2. Змејковски М., Талески Ј., Милески Т., Ѓорѓиевски Г., (2002), *Практикум по основи на картографија и топографија*, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", Скопје.
3. Никодоновски Б., (2001), *Географски информациски системи, научни сознанија и апликативни можности*, Скопје.
4. Змејковски М., Талески Ј., (2000), *Основи на картографија и топографија*, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", Скопје.
5. Талески Ј. (1999) *Воена топографија*, Киро Дандаро, Битола.

Цели на истражувањето

✚ Општествена - практична цел на оваа истражување е да ни овозможи податоци низ кои ќе може реално да се согледаат и утврдат придобивките од ГПС системот, посебно во областа на безбедноста. Анализирање на слабости и предности на ГПС системот во споредба со другите системи, со цел идно намалување и елиминација на слабите страни благодарение на напредокот на технологијата. Полза од резултатите, кои се очекува да се добијат, може да има безбедносниот сектор, но и резултатите се практични и корисни и за секој сегмент на општественото живеење.

✚ Преку научната - спознајната цел, на оваа истражување се врши:

- Научна дескрипција - објаснување на проблемите и безбедносните импликации, кои произлегуваат од ГПС системот, како и од другите системи за навигација и позиционирање, ставени во функција на безбедноста.
- Научна класификација - се врши систематизација и споредба на сите досегашни сознанија од оваа област.

- Научна експликација - научно објаснување на досегашните сознанија од оваа област притоа користејќи различни методи.
- Научно предвидување односно прогноза - особено внимание се посветува на прогнозата на ГПС системот во иднина односно на идната примена, идните придобивки и идните опасности кои произлегуваат од Системот за глобално позиционирање.

ГЛАВА I: Систем за глобално позиционирање - ГПС

Систем за глобално позиционирање

Современиот систем за сателитска навигација и глобално позиционирање го сочинуваат производот на американското Министерство за одбрана - Системот за глобално позиционирање - ГПС (Global Positioning System - GPS), производот на руското Министерство за одбрана - Глобалниот навигационен систем (ГЛОНАСС)¹ и Сателитскиот навигационен систем - ГАЛИЛЕО², развиен од страна на Европската Унија. Покрај овие глобални системи за навигација и позиционирање, постојат и регионални системи како јапонскиот систем QZSS - Quasi Zenith Satellite System³, кинескиот - BeiDou⁴ и индискиот IRNSS - Indian Regional Navigational Satellite System⁵. Развивањето на проектот за Системот за глобално позиционирање - ГПС започнал уште во 1973 година и настанувал во три последователни фази и тоа:

- **Фаза I**, која започнува од 1973 год., а трае до 1979 год. Во оваа фаза се врши верификација односно потврдување на оваа идеја.
- **Фаза II**, која започнува од 1979 год., а трае до 1985 год. Во оваа втора фаза се прави девелопмент односно развивање на системот, а се вршат и пробни тестови.
- **Фаза III**, која започнува од 1985 год. и се уште трае. Во третава фаза се произведува и се лансира.

¹**GLONASS** - Руски глобален навигациски систем. Целосно функционален на глобално ниво. Исто како и Глобалниот систем за позиционирање - ГПС, се состои од три сегменти:

- Контролен сегмент
- Вселенски сегмент
- Кориснички сегмент

²**GALILEO** - Глобален навигациски систем развиен од страна на Европската Унија и нејзините партнери. Систем за кој се планира да биде целосно оперативен до крајот на 2016 год., а целосно ставен во воена функција до 2020 год.

Галилео системот се состои од три компоненти:

- Регионална компонента, составена од регионални провајдери.
- Глобална компонента, базата на целиот систем.
- Локална компонента (со кориснички приемници и терминали).

³**QZSS** - Јапонски регионален систем, кој ја покрива Азија и Океанија.

⁴**BeiDou** - Кинески навигациски систем, тековно ограничен на Азија и Западниот Пацифик. Додека целосно глобално покритие се планира до 2020 год.

⁵**IRNSS** - Индиски регионален навигациски систем, кој ја покрива Индија и Северниот Индиски Океан.

Финансиските трошоци изнесуваат еднократни 12 милијарди долари и дополнителни 750 милиони долари на годишно ниво за замена на сателити, како и трошоци за истражување и развој. При средината на деведесетите години на дваесетиот век, ГПС системот (познат како NAVSTAR - GPS) се користи и за воени, но и за цивилни цели, со таа разлика што воениот ГПС е многу попрецизен, со опсег на грешки во рамките околу еден метар. ГПС системот користи два вида на сигнали - т.н. стандардни сигнали за позиционирање - СПС сигнали, "SPS - Standard Positioning Service" (овој вид на сигнали може слободно да се користи, без финансиски трошоци за корисниците, меѓутоа СПС сигналите имаат голема непрецизност) и т.н. прецизни сигнали за позиционирање - ПСП сигнали, "PPS - Precise Positioning System". Имено вториот вид на сигнали се достапни само за одредени корисници односно тоа е американската војска, како и нејзините сојузници, кои имаат и посебни воени приемници. По терористичкиот напад врз САД на 11.09.2001 година, се покрената прашањето за повторно воведување на селективна достапност (која била укината конечно во 2000 година од страна на американскиот претседател Бил Клинтон, со намера да го направи ГПС достапен за секого), но сепак не дошло до реализација.

ГПС системот овозможува стационарно позиционирање во било какви временски услови, во било кое време, од било која локација, а во суштина се базира на триангулација од сателитите⁶. Овој процес всушност претставува користење на времето на патување на сигналите од сателитите до ГПС приемникот, за пресметување на растојанието. При тоа, неопходно е користење на многу прецизни мерни инструменти - т.н. атомски часовници, кои се користат за мерење на времето на патување.

Инаку, самиот Систем за глобално позиционирање е поделен на три главни сегменти: вселенски, контролен и кориснички сегмент.

1. **Вселенскиот сегмент** е составен од минимум 24 сателити, означени со букви од А - Ы, кои пак се распределени во 6 орбити, односно по 4 сателити во секоја орбита и се поставени под агол од 55 степени. ГПС сателитите работат на соларна енергија,

⁶ТРИАНГУЛАЦИЈА - Метод за определување на взаемните односи, поконкретно метод за определување на положбите на определени точки на змјината површина, на база на пресметаните агли во триаголниците, кои ги формираат определените точки. Инаку самиот поим потекнува од латинскиот термин *triangulum*, што во превод значи триаголник. ГПС се базира на триангулација од сателитите.

но имаат резервни батерии во случај на соларна еклипса. Инаку секој сателит тежи околу 2000 фунти односно 907 килограми и е создаден да трае минимум 10 години. Орбиталниот период на секој сателит поединечно е 11 часа и 8 мин., што значи дека секој поединечен сателит двапати ја обиколува орбитата за време на една ротација на Земјата. Инаку, сателитите испраќаат континуирани пораки, со што го определуваат сателитското точно време и својата положба. Моментално се употребуваат се повеќе фреквенции, сите се обележани со предзнакот L, но најзначајни се фреквенциите L1 (оваа фреквенција се употребува за цивилни и воени приемници) и L2 фреквенцијата (оваа фреквенција се употребува за воени потреби). Сигналот L3 пак се користи за лоцирање на нуклеарни детонации. Покрај овие фреквенции се генерираат и дава кода во сателитите - P(S) и C/A код. P(S) кодот во сателитите е база на ГПС услугата и се употребува за воени цели, како на пример војската на Соединетите Американски Држави и војската на нејзините сојузници, додека C/A кодот е база на стандардната позициона услуга - СПС. Покрај кодовите, фреквенциите содржат и навигациска порака (информација) за сателитите, која содржи: сателитска положба, сателитска височина, сателитско прецизно време на испратената порака, корекции на часовникот на сателитите и сл. Последниов период постојат тенденции за користење на прецизниот код покрај за воена употреба и за цивилна.

СИМБОЛ НА СИГНАЛОТ	ЗНАЧЕЊЕ	ВИСИНА НА ФРЕКВЕНЦИЈА
L1	оваа фреквенција се употребува за цивилни и воени приемници	$\approx 1,56 \text{ MHz}$
L2	се употребува за воени потреби	$\approx 1,23 \text{ MHz}$
L3	се користи за лоцирање на нуклеарни детонации	$\approx 1,38 \text{ MHz}$
L4	помага за корегирање на јоносферата	$\approx 1,38 \text{ MHz}$
L5	помага при безбедноста на поединците	$\approx 1,18 \text{ MHz}$

Табела 1: ГПС фреквенции

Извор: Табелата е формирана врз основа на: Милески Т., Спасов Н. (2012) *Систем за сателитска навигација и глобално позиционирање*, "Филозофски факултет", Скопје, Табела 2. Фреквенции кои се употребуваат во ГПС, стр.14

(различните сигнали се пренесуваат на различни фреквенции и произлегуваат од основната фреквенција - f_0)

2. **Контролниот сегмент** пак се однесува на внесување на податоци во ГПС сателитите, за потоа да се овозможи пренос до корисниците, како и следење и надгледување на функционирањето на ГПС сателитите. Податоците, кои се внесуваат во ГПС сателитите, како податоците за времето и податоците за орбитите, првенствено мора компјутерски да се обработат. Инаку, постојат неколку ГПС контролни станици, кои воедно претставуваат и станици за тракирање односно тие се одговорни за следење на сигналите и ги трансферираат до главната контролна станица во Фалкон, каде се прави преработка на ефемеридите на сателитите, каде што се врши и мерење на часот. Понатака, во меморијата на сателитите се внесуваат овие податоци и претставуваат сателитска порака, која е подготвена да се трансферира од сателитите.
3. **Опремата**, која е потребна за обработка и трансфер на сигналите од сателитите во информации го претставува третиот, кориснички сегмент од Системот за глобално позиционирање - ГПС. Постојат повеќе различни ГПС приемници, кои можат да се групираат во неколку категории и тоа:
 - Приемници, кои служат за насочување и навигација,
 - Приемници, кои се користат за геодетски работи и
 - Приемници, кои се употребуваат за креирање на географски карти

Инаку, ГПС системот овозможува два вида на позиционирање и тоа:

- **Точкасто самостојно позиционирање** (преку користење на само еден ГПС приемник, се одредува дво-димензионалната положба преку мерење на растојанието од ГПС приемникот до најмалу 3 сателити, односно се определува три-димензионална позиција: географска ширина, должина и висина, на корисникот, преку мерење на растојанието меѓу ГПС приемникот и минимум 4 сателити) и
- **Позиционирање со комбинација - ДГПС** (преку користење на минимум два ГПС геодетски приемници, кои истовремено ги следат податоците од една иста група на сателити).

Инаку, сигналите се движат со брзина на светлината т.е. 300.000km/s . Растојанието се добива преку множење на оваа брзина со времето на испраќање на сигналот од сателитот и на примање од страна на корисникот. Но, при пресметување на времето на испраќање на сигналот, како проблем се јавува утврдувањето на прецизниот миг кога сигналот тргнува од сателитот. Тоа што е најбитно е дека се усогласуваат сателитот и приемникот, така да тие определуваат исто време на ист код. Значи, времето на трансферирање на сигналот до приемникот се добива како разлика меѓу времето на примање на кодот од времето на определување на идентичниот код во приемникот. За сето ова да биде функционално, се јавува потреба од многу прецизни и точни часовници, кои времето го искажуваат во наносекунди. Но за жал, и покрај тоа што часовниците во сателитите се многу веродостојни и прецизни, ГПС приемниците не поседуваат прецизни часовници, бидејќи истите се многу скапи за корисниците и поради тоа приемниците не можат точно да го изразат времето односно се предизвикуваат грешки во одредување на позицијата, од кои грешки и грешка од најмалиот дел од секундата, може да изврши погрешна локација и до неколку илјади километри. За да се намали проблемот се воведува мерење од четврт сателит, односно истовремено се мери растојанието од четири сателити, преку кои се одредува три-димензионалната положба: географска ширина, географска должина и висина.

Покрај сите позитивни страни на ГПС системот, мора да се напоменат и главните жаришта/причинители на грешки, кои предизвикуваат отстапувања до плус или минус пет метри. Овие причинители на грешки многу тешко се откриваат, но сепак можат да се класифицираат во шест категории. Ефектите од јоносферата се можеби причинители на најголеми грешки поради тоа што земјината јоносфера е обвивка составена од електрично наполнети честички, кои влијаат на брзината на светлината, што значи и на сигналите. Има неколку методи за тоа како да се намалат овие грешки. Слични грешки предизвикуваат и тропосферата и стратосферата, со таа разлика што овие грешки се непоправливи односно не може никако целосно да се отстранат, но позитивно е тоа што од друга страна имаат мал ефект при определување на позицијата односно, ефектите од тропосферата можат да предизвикаат отстапување од плус или минус 0,5 метри. Исто така други причинители на грешки се ефемерисот, мултипатната грешка,

бројчани грешки и грешки во атомските часовници, кои и покрај тоа што се многу точни и веродостојни, не може да се каже дека се совршени.⁷

Р.бр.	Жаришта/причинители на грешки при користење на ГПС
1.	Јоносферата, предизвикува грешка до 5 m
2.	Ефемерисот, може да направи грешка до 2,5 m
3.	Атомските часовници, предизвикува грешка до 2m
4.	Повеќе-патната грешка, создава грешки до 1 m
5.	Бројчани грешки, овозможуваат грешки до 1 m
6.	Тропосферата може да направи грешка до 0,5 m

Табела 2: Жаришта/причинители на грешки при користење на ГПС

Извор: Табелата е формирана врз основа на: Милески Т., Спасов Н. (2012) *Систем за сателитска навигација и глобално позиционирање*, "Филозофски факултет", Скопје, Табела 3. Извори на грешки со можни отстапувања, стр. 23

Попречувањата на сигналите, кои патуваат од сателитите до ГПС приемниците, можат да бидат причинети од природни, но и од вештачки причинители. Како такви извори се јавуваат сончевите зраци, геометриските бури, радијацијата, металните обвивки на автомобилските стакла (кои имаат цел да се спречи замрзнување на стаклата на возилото и со тоа сигналите ќе бидат спречени да стигнат до приемниците во автомобилите), разни уреди и апарати и сл. Инаку, интересен е фактот дека намерно оневозможување на ГПС сигналите е можно, за што се има и појавено водич во јавноста за тоа како да се спречат сигналите. Се верува и дека вакви попречувања се употребувале и во авганистанската војна во 2001 година. Со цел да се елиминираат овие попречувања на ГПС сигналите, постојано се развиваат нови и нови техники, а од друга страна американската армија развива сопствен воен приемник, кој и при тенденциозни блокади го прима кодираниот L2 сигнал, кој е само за воена употреба. Исто така постојано се развиваат и нови и напредни начини за унапредување на

⁷Милески Т., Спасов Н. (2012) *Систем за сателитска навигација и глобално позиционирање*, "Филозофски факултет", Скопје, стр. 19

веродостојноста на ГПС системот, кои начини се базираат на надворешни информации и податоци, кои се спојуваат при процедурата на сметањето. Се развиваат различни системи во зависност од тоа како сензорот ги апсорбира податоците односно информациите. Такви системи на пример се:

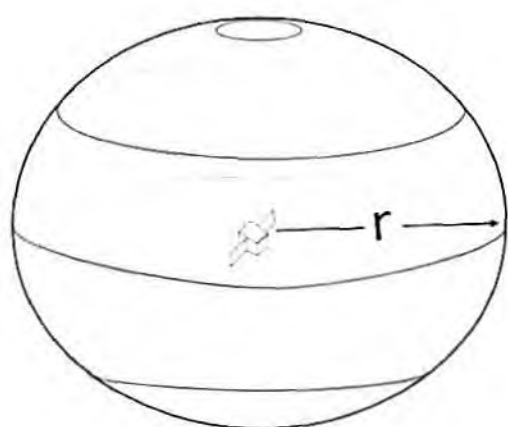
1. **AGPS Системот** (Assisted Global Positioning System), создаден од FCC (федеративната комуникациска комисија).
2. **WAAS Системот** (Wide Area Augmentation System), креиран од федеративната авијациска администрација на САД - FAA.
3. **INS Системот** (Inertial Navigation System).
4. **DGPS Системот** (Differential Global Positioning System), кој систем главно го употребува крајбрежната стража на Соединетите Држави - US Coast Guard.

Начин на функционирање

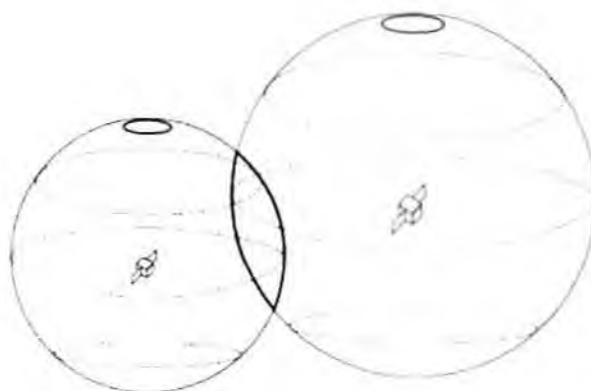
Наједноставно е да се објасни начинот на функционирање како пресек на повеќе сфери. Сливовито тоа е претставено на сликите од 1 до 4.

На слика 1 е претставен еден сателит, кој испраќа сигнали, кои вклучуваат податоци за позицијата и времето. Приемникот може да го пресмета времето кое му е потребно на сигналот да патува и тоа помножено со брзината на патување на сигналот (што е иста брзина со брзината на светлината) го дава растојанието. Тоа растојание, претставено на слика 1, со r , дефинира сфера. Приемникот може да биде на било која точка од таа сфера. На дијаграмот е повеќе од само црна линија, односно е цела надворешна обвивка на сферата. Инаку, ова е теоретски веродостојно, но тешко во пракса.⁸

⁸Advisory Circular 20-138D, Positioning and Navigation Systems, 5/8/12, U.S. Department of Transportation



Слика 1: Еден сателит⁹

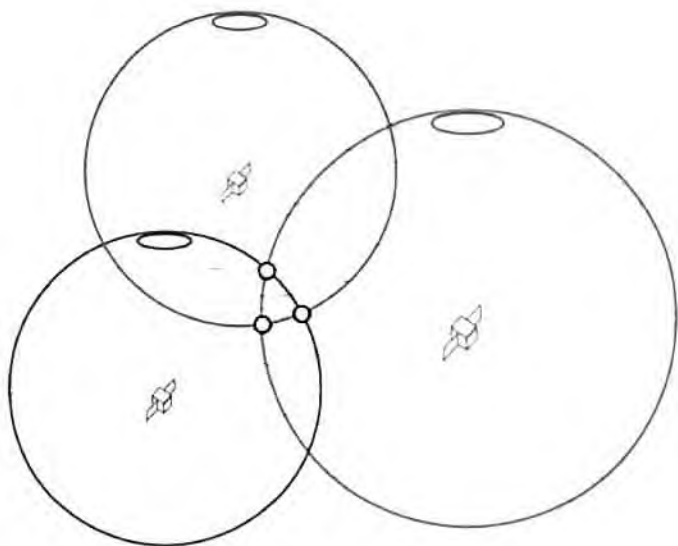


Слика 2: Два сателити и пресек на две сфери¹⁰

Со два сателити се овозможува пресек на две сфери и приемникот може да биде во било која позиција меѓу пресекот на тие сфрите. И во овој случај исто како и во случајот на слика 1, се работи за повеќе од само црни линии на дијаграмот, конкретната позиција може да биде во било која точка во три-димензионалната форма, која ја исцртува црната линија.

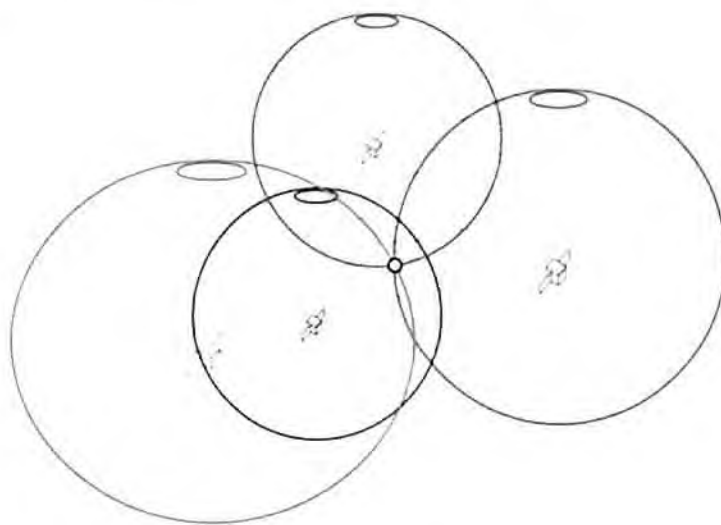
⁹International Flight Operations, Дел II, Глава 7.

¹⁰ <http://www.code7700.com/gps.html>



Слика 3: Три сателити и пресек на три сфери¹¹

Со три сателити можната локација се стеснува на една од трите црни точки, кои се гледаат на слика 3.



Слика 4: Четри сателити и пресек на четири сфери¹²

Со само уште еден дополнителен сателит, се стеснуваат можните пресеци на само еден (единствената црна точка на слика 4).

¹¹ <http://www.code7700.com/gps.html>

¹² International Flight Operations, Дел II, Глава 7.

Историјатот и пристапот на единицата за специјални задачи (Task Force) на САД

На 09.04.2004 год., USD (AT&L)¹³ и ASD (NII)¹⁴ заедно поднеле барање до бордот за одбранбени науки (Defense Science Board) да ја преземе единицата за специјални задачи на САД во врска со иднината на Системот за глобално позиционирање - ГПС (Global Positioning System - GPS). Барањето се однесувало на премин во глобален навигациски сателитски систем - ГНСС (Global Navigation Satellite System – GNSS). Исто така се барало и проценка на други аспекти на конкурентноста на воениот и комерцијалниот ГПС, како и надградба на стратегиските и техничките алтернативи.

Бордот за одбранбени науки (Defense Science Board) одбрал единица за специјални задачи, која опфаќала ГПС експерти со долгогодишно искуство во јавениот и приватниот сектор. Разгледувањето на битни ГПС теми меѓу членовите на единицата за специјални задачи придонело првенствено да се влијае на самата програма и другите теми, кои се директно поврзани.

Со текот на годините неколку надворешни настани значајно ја модифицирале несигурноста, која постоела уште со самото формирање на единицата за специјални задачи. Тие настани го вклучуваат потпишувањето на договор за соработка помеѓу ГПС и Галилео, односно помеѓу САД и Европската Унија, во јуни 2004 год., кога голема студија за ГПС комерцијалната употреба била одобрена од заменикот министер за одбрана во октомври 2004 год. и потпишана во декември 2004 год. од претседателот за унапредување на националната политика за ГПС и сличните системи. Додека секој од овие настани на специфичен начин ја намалил несигурноста која го комплицирала планирањето за ГПС, сепак секој од нив бара постојан мониторинг како што лидерите ќе укажуваат на суштинските проблеми поврзани со оперативноста и евалуацијата на ГПС.

¹³Office of Undersecretary of Defense (Acquisition Technology & Logistics)

¹⁴Assistant Secretary of Defense (Networks & Information Integration)

ГПС историјат и тековни прашања

ГПС историјат: Системот за глобално позиционирање (ГПС) е вселенски базиран систем за позиционирање, навигација и определување на времето - ПНТ систем (PNT system – positioning, navigation, timing), кој е развиен од страна на Министерството за одбрана на САД - ДоД (Department of Defence - DoD) и тековно е управуван од нивната Влада, преку меѓуагенциски процеси, кои бараат мешање на цивилните и воените интереси. Тој процес бил предмет на потпишување на Претседателска директива во декември 2004 год. Воздухопловните сили на Соединетите Држави (U.S. Air Force) ги финансира и управува систем од минимум 24 сателити (кои се распределени во шест орбити) и контролениот сегмент, кој го сочинуваат поврзани надзорни - т.н. мониторинг станици на Земјата, лоцирани насекаде во светот. ГПС сигналите овозможуваат истовремено детерминација на прецизна три-димензионална позиција и определуваат прецизно време. ГПС системот беше прв, но остана и единствен глобален, три-димензионален, навигациски и временски систем, кој овозможува континуирана услуга поради неговата целосна оперативност. Цивилниот сигнал на ГПС системот претставува јавно добро благодарение на Владата на САД, со кој се овозможува безбедна навигација, подобрување на квалитетот на живеење, остварување на различни економски цели и слободна достапност без директен трошок. Додека пак воените сигнали се кодирани и се ексклузивни само за САД и нивните сојузни воени сили.

ГПС обезбедува национална безбедност и економска инфраструктура: ГПС системот е од витално значење за САД и нивната безбедност бидејќи како основен информационен систем овозможува заедничка врска на прецизно позиционирање и време преку националната безбедност на САД и економската инфраструктура. Оваа глобално достапна услуга е драгоцена за безбедно и ефикасно движење, димензиционирање и следење на луѓе, возила и други предмети, било каде на земјината површина, па се до геосинхроната орбита, а исто така овозможува определување на времето и синхронизација за глобалната комуникација, електронските трансакции од било каков вид и било какви мрежи. ГПС системот се користи од страна на агенции за национално мапирање насекаде низ светот, како основна компонента на географските информациски системи, за национални природни непогоди (земјотреси, вулкански ерупции, подигање на нивото на морето и тн.), климатски мониторинг,

прогноза за невреме и при определување на вселенското време (јоносфера). Научната имплементација која се однесува на ГПС придонесува за унапредување на временската прогноза и детерминација на гравитационото поле од вселената.

ГПС системот постепено го подобрува квалитетот на живот и воените и економските можности: ГПС системот претставува квалитативна технологија, но неговите придобивки не се секогаш видливи, веднаш признаени или пак публикувани. Со услугата која се овозможува преку овој систем директно се овозможува подобрена подвижност, подобри борбени дејствија и комуникација, а индиректно се овозможуваат многу други национални инфраструктурни компоненти да функционираат поефикасно, побезбедно и економично споредбено со истите резултати при апстрахирање од ГПС системот. Овие инфраструктурни компоненти дејствуваат во насока на создавање на поквалитетен живот за граѓаните, ја зголемуваат безбедноста во претпријатијата и ефикасноста во економските перформанси и обезбедуваат предност во воените акции. Преку својот придонес, ГПС системот не само што креираше своја услужна инфраструктура, која мора да биде одржувана на високо ниво на достапност, туку исто така стана неопходна компонента на многу други инфраструктури од кои пред се зависи нацијата на САД. Ова вклучува: телекомуникација, дистрибуција на електрична енергија, банкарство и финансии, транспорт, брза помош и воени операции и вклучува стотина апликации, чиј дискретен придонес е виртуелно невозможно да се квантифицира.

ГПС придонесува за безбедност и прецизност во воените операции: Воедно, ГПС системот обезбедува насекаде низ светот константен извор на многу прецизно определување на позицијата и на времето, а тие два фактори се круцијални за безбедни и ефикасни воени операции и за трансформација до мрежно-централни операции. ГПС ја зголемува интероперабилноста во сите аспекти на воените борбени операции поради своите заеднички датуми, взаемните координатни мрежи и взаемните временски капацитети. ГПС системот исто така е и катализатор за прецизни операции преку зголемување на индивидуалната ефикасност на оружјето и прску минимизирање на колатералната штета, а тоа претставува значајна комбинација за новата воздухопловна единица со т.н. малокалибарски бомби. Овој нов концепт бара екстремна прецизност на целните локации и испораката на оружје и постепено бара прецизност и достапност од ГПС системот.

ГПС системот станува глобален стандард: Интернационално, ГПС системот обезбедува значајни користи за корисниците од цивилна и научна природа. ГПС системот обезбедува геореференца, преку поврзување на сите точки во заедничка мрежа. Исто така, ГПС опсервациите доминираат во придонесот за реализација на интернационалната копнена референтна рамка - ИТРФ (International Terrestrial Reference Frame - ITRF) кон што дури и Галилео се придржува.

Одржувањето на ГПС придонесите бара брза реакција на лидерите: Гледано од надвор, ГПС системот изгледа како здрава и успешна програма. Според статистиката, во 2005 год., ГПС системот просечно обезбедувал повеќе од 5-метарска хоризонтална прецизност, повеќе од 10-метарска вертикална прецизност и апсолутно време во 0,1 микросекунда според универзалното координирано време - УТК (Universal Coordinated Time - UTK). Со различни ГПС технологии, локаната прецизност од максимум 1 метар е рутина. Како и да е, испитување на повеќето аспекти на ГПС операциите и менаџментот покренуваат сериозни прашања, кои влијаат врз оперативната видливост и бараат брза акција од раководството со цел да се постигнат подобрувања. Ова вклучува проблеми како: воена ефикасност, цивилни перформанси и конкуренција и менаџмент.

Визија за ГПС системот: ГПС системот се имплементирал без да има корист од неговите потенцијални придонеси. И покрај тоа, создадени се огромни подобрувања на глобално и национално ниво, кои ги надминале очекувањата на креаторите на овој производ. Овие постигнувања се случиле најмногу поради постојаната поддршка за ГПС проектот од Министерството за одбрана на САД. Во иднина (за по 2020 год.) се очекува ГПС системот да продолжи да го подобрува квалитетот на живот и перформансите до степен да тие подобрувања да бидат вградени во дизајнот на системот за глобалната ПНТ структура. Во иднина ГПС иницијативата треба да се фокусира на проактивни подобрувања на веродостојноста на ГПС услугите и енергијата за континуирано ширење на користите од перформансите, додека од друга страна да штити од асиметрични напади насочени кон ГПС инфраструктурните компоненти.

Проблеми при воената ефикасност: Додека ГПС системот генерално ја има докажано својата техничка ефикасност во барањата на воените мисии, не е ниту доволно моќен да ги надмине заканите, кои произлегуваат од попречувањата, ниту пак

воените сигнали се во можност да ги исполнат потребите на војниците во различни воени сценарија. Стратегијата за контрола на операциите и опремата, кои сега се користат, се недоволни за тие дефицити. Военото раководство е се повеќе свесно за степенот до кој ГПС системот е есенцијален во концептот на индивидуалните мисии за воените операции и нивната архитектура. Како и да е, овој растечки степен на свесност треба допрва да ја акцелерира имплементацијата или барем плановите за имплементација на неопходните унапредувања на ГПС системот, со цел во иднина ефикасно да ги помага мисиите и архитектурата. Единицата за специјални задачи смета дека постои недостаток на ГПС унапредувањето и дава препораки со цел да се стимулира проактивното планирање за ГПС унапредувањето во процесот при планирање на операциите.

Големите доцнења влијаат на воените сигнали и опремата: Целосна оперативност на новите воени ГПС сигнали и корисничката опрема, која ги прима истите се постигнала во 2013 година. ГПС контролниот сегмент доживеа сериозни проблеми пред 2005 година во процесот на активирање на нови капацитети и покрај тоа што ГПС сателитите напреднуваа. Исто така постојат празнини во покриеноста во мрежата на воените ГПС сигнали, кои влијаат на појава на временски сателитски проблеми. Проблемите со покриеноста значајно се ублажуваат со додавање на податоци од шест мониторинг станици - национални, геопросторни, разузнавачки агенции, кои ја подобруваат видливоста на констелацијата за контролниот сегмент. Како и да е, останува неогворено прашањето за употребата на дополнителни глобални надзорни податоци, собрани од страна на цивилната власт и научните организации. Инаку, воздухопловните единици не го вклучуваат надзорот на цивилните сигнали како елемент од мисиите за управување со ГПС системот. Поради големата одговорност за ГПС операциите, единицата за специјални задачи, вклучува препораки за воздухопловните единици за додавање цивилен мониторинг и перформанс мерки во своите мисии за контрола на операциите.

Голема потреба од поголеми анти-попечувачки маргини: Искуството во Ирак покажа дека способноста да се одржи ГПС услугата за воените сили во присуство на непријателски попечувања е неопходна. Подобрена верзија на овие попечувачи се нуди на интернационалниот воен пазар. Потенцијаните непријатели се потполно свесни за ефикасноста на ГПС системот и би ја искористиле технологијата за да извршат попечување во идните конфликти. Оттука задолжително треба да се зголемат

анти-попречувачките маргини за воената ГПС опрема со цел да се ублажи ефектот од попречувачите. Дополнително, потенцијалниот раст на користење на мрежни и комуникациски уреди и нивните ефектите од буката, тешко ќе реализира попредизвикувачки конзистентен прием на сите ГПС сигнали.

Анти-попречувачки решенија, но задоцнување при имплементација: Постојат две технологии, кои се во можност да ја намалат ранливоста и тоа: повеќе моќ во ГПС сателитските сигнали и подобрена технологија на ГПС корисничката опрема. Се зголемува испорачаната моќ од емитуваните сателитски сигнали преку користење на spot beam антена¹⁵, што претставува дел од ГПС III планот, кој сепак нема да биде достапен за цела констелација минимум до 2020 год. ГПС програма од 2005 год. за корисничката опрема не ги исполнувала анти-попречувачките капацитети и не се очекуваат позначајни подобрувања се до 2020 год. Развојот на нова корисничка опрема, која е во можност да ги прима сите воени ГПС сигнали е во прогрес. Како и да е, пред-производните прототипи се само во два дизајни, еден воздухопловен и еден за копнени ресивери. Одржувањето на модернизирани корисничка опрема за други платформи и оружја бара да се направи напор за одделен развој, кој не се планирал ниту пак се издвоиле средства. Исто така, развојната програма за корисничката опрема е фокусирана на интеграција на новата воена сигнална структура со постоечките ГПС сигнали. Дополнителен напор е потребен за напредок и интеграција на дигиталното процесирање и антенската технологија, кои ќе обезбедат значителни анти-попречувачки маргини за пораз на попречувачите, кои веќе постојат на интернационалниот пазар. Поради огромното значење на овие проблеми за унапредување на можноста на ГПС за анти-попречување, единицата за специјални задачи собрала посебни подгрупи за да се фокусираат со посебно внимание на проблемите. Единицата за специјални задачи заклучила дека распоредот и ризикот за потребните трошоци за ГПС III програмата се реални и дека се остава широк простор за ранливост од попречувања. На овие проблеми треба да им се пристапи со подобрување на воените приемници во ист период со напредокот на ГПС III програмата.

¹⁵Spot beam - Сателитски сигнал, со голема моќност, со цел да покрие само лимитирано географско подрачје на Земјата. Spot beam се насочени сигнали, т.н. точкасти сигнали, спротивни на broad beam – т.н. широки сигнали, кои се насочени кон големи области на земјината површина.

Заштита на воениот пристап, но ограничени можности: Уште од почетоките на ГПС системот користењето на ексклузивните ГПС сигнали беше водечка компонента на ГПС безбедносната политика. Критичен елемент на таа безбедносна политика е навигациската борба (Navigation Warfare - Navwar), која претставува стратегија и можност, дизајнирана да ги заштити асиметричните предности, кои ги овозможува ГПС во воени услови. Ексклузивен пристап до воените ГПС сигнали е еден од централните принципи на Наввар (Navwar)¹⁶. Одржувањето на таква асиметрична предност при позициската детерминација, движењето и времето над противникот бара пристап до ексклузивен фреквенциски спектрум¹⁷ и користење на уникатен процес, кодирање и мерки за физичка протекција, што ги прави приемниците на воениот ГПС покомплексни и поскапи во споредба со цивилните приемници. Поради нивната комплексност и слични безбедносни барања, овие мерки оневозможуваат рана миграција на ГПС функциите во "само софтверски" радио систем. Понатаму, она на што се чека е предностите од новите цивилни и воени сигнали да претставуваат можности за повеќе различни стратегии за сигнални приемници, кои можат да ја зголемат робусноста во повеќе ситуации. Единицата за специјални задачи не препорачува укинување на ексклузивноста или можностите допуштени од Наввар. Како и да е, единицата за специјални задачи смета дека ригидната примена на ексклузивитет забранува пристап на користи од потенцијални сигнални приемници, кои можат да произлезат од идните различни сигнални миксови. Последователно, единицата за специјални задачи смета дека придобивката од прилагодувањето на тековните ГПС приемници ќе дозволи пофлексибилно снабдување со ГПС корисничка опрема во одобрена воена мисија. Единицата за специјални задачи исто така препорачува вклучување на поголема сигнална флексибилност во сателитите со цел да се дозволат избори при операциите во однос на ексклузивноста на долг рок.

30 Сателити овозможуваат 15 степени прикриен агол и урбана/планинска покриеност: Тековно нема планови за управување со ГПС констелацијата за

¹⁶Navwar - заедничка служба за заштита на САД и нејзините сојузници од ГПС попречувања и превенира непријателски сили да го користат ГПС со минимално влијание на цивилната заедница надвор од областа на конфликтот.

(<http://fas.org/spp/military/program/nssrm/initiatives/navwar.htm>)

¹⁷Frequency spectrum – научен метод на спојување и класифицирање електромагнетни бранови при нивно создавање во вселената и во секојдневната средина.

(<http://www.wisegeek.com/what-is-a-frequency-spectrum.htm>)

обезбедување на континуирана достапност на повеќе од 24 сателити на орбитите. Неопходни се најмалку 30 сателити за обезбедување на адекватна сигнална покриеност на минимум 15 степени прикриен агол - Mask Angle¹⁸ за поддршка на земјините операции во планински терен и урбана средина. Студиите покажуваат дека пореален број на оперативни сателити би бил од 30 до 36 во оптег, а единицата за специјални задачи смета дека е потребна 30 сателитска констелација за обезбедување на барањата во различни средини.

Критични прашања за трошоците и тежината на ГПС III: Во овој контекст, постои голема загриженост помеѓу членовите на единицата за специјални задачи за предвидениот раст на трошоците и за тежината на идните генерации ГПС сателити. Финансиската изводливост е главен фактор при реализација и одржување на сателитската констелација од овој обем и единицата за специјални задачи смета дека тековната слика за носивоста на ГПС III најверојатно не е возможна од аспект на сателитските трошоци и тежината. Двата фактори заедно ги детерминираат трошоците за носивоста, кои ако не се контролираат навремено ќе се формира неприфатлив буџет и во такви услови ќе се носат одлуки за големината на констелацијата и стапката на надомест. Минатото покажува дека воздухопловната единица имала хронични тешкотии во адекватно финансирање на ГПС, дури и во отсуство на поскапиот ГПС III сателит. Ако воздухопловната единица продолжи да ги користи ГПС инвестициите како извор на финансирање за компензација на други вселенски и авијациски програми, тогаш континуитетот на ГПС услугата ќе биде загрозен дури и без поскапиот ГПС III. Единицата за специјални задачи препорачува цената и тежината на ГПС III сателитите да бидат главни параметри во дизајнот и особено препорачува мерки за лимитирање на ГПС III тежината, за да обезбеди лансирање на два сателити.

Цивилни перформанси и компетативни проблеми: САД треба да преземе лидерска позиција. Како што спомнавме погоре, економската и социјалната вредност на глобалниот ПНТ систем, базиран на ГПС цивилни услуги, е толку несовладлива што САД треба да се осигура дека оваа глобална инфраструктура е создадена и одржлива. Во овој контекст, ГПС услугата за цивилните корисници е соочена со слични ситуации на военото соочување. Лансирањето на сателитите ќе ја содржи можноста за

¹⁸Mask Angle - минимално прифатливото сателитско подигање над хоризонтот за да се одбегне блокада на правата линија каде патуваат електромагнетните бранови (<http://www.encyclo.co.uk/meaning-of-Mask%20Angle>)

трансмисија на нови цивилни сигнали, кои биле најавени уште одамна од САД, но биле одложени. И покрај тоа, можноста за контрола на тие сигнали е претставена во ГПС корисничкиот сегмент во 2009 год. Со дополнителниот WAAS систем (Wide-Area Augmentation System - WAAS)¹⁹ на федералната авијациска администрација - ФАА и диференцијалниот ГПС (Nationwide Differential GPS - NDGPS) на крајбрежната стража, ГПС системот сега со сигурност обезбедува од 1 до 2 метри прецизност во САД. Сличните европски системи обезбедуваат еднакви можности. Како резултат на тоа, цивилните очекувања за ГПС услугата се високи и значително ги надминуваат официјалните обврски за цивилниот перформанс. Во прогрес се иницијативите за земање во предвид користење на мониторинг податоци од цивилните сигнали од страна на ГПС контролниот систем, како дополнителен извор на информации во врска со верноста на цивилните сигнали за новата цивилна услуга. Единицата за специјални задачи сметала дека е значајно воздухопловната единица да ги земе во предвид предностите од добро функционалните глобални мониторинг можности, раководени од цивилните и научните организации.

Европскиот систем Галилео претставува предизвик и можност: Галилео како потенцијален европски двојник или конкурент на ГПС системот го истакнува значењето на ГПС цивилниот перформанс. Европа понуди и безбедносни и економски причини за да се оправда креирањето на Галилео системот паралелно со ГПС системот. Европскиот влез во оваа област ја смени светската перспектива за составот на глобалниот ПНТ систем. Проектираните бизнис модели за Галилео можат да влијаат на користењето на ГПС. Како и да е, премногу е рано да се предвиди како Галилео ќе се имплементира. Исто така, Европа се уште нема утврдено како ќе се финансира овој систем со цел да се доведе во одржлива оперативност.

Финалната форма на Галилео останува неодредена, но преговорите се ветувачки: Јунскиот договорот од 2004 год., помеѓу САД и ЕУ за соработка помеѓу ГПС и Галилео делуваше охрабрувачки поради ветувањето дека решиле неколку проблеми поврзани со техничката компатибилност и установиле средина за понатамошна

¹⁹WAAS систем (Wide-Area Augmentation System - WAAS) е помош за воздухопловна навигација, креирана од федералната авијациска администрација – ФАА, за порширување на ГПС, со цел да се подобри неговата прецизност, достапност, како и интегритет. Првенствено WAAS системот бил наменет да им се овозможи на воздухопловите да се потпрат на ГПС, во сите фази во текот на летот, вклучувајќи и прецизно пристапување на било кој аеродром од покриените области.

соработка. Различните перцепции, кои биле формирани за време на преговорите за договорот поврзан со компатибилноста на услугата помеѓу двата системи, остануваат да бидат решени како кооперативна дискусија. Дури и со договорот, несигурноста останува во врска со евентуалната форма која ќе ја земе Галилео, како и несигурноста за реализација на целосна оперативност. Во овој контекст, потпишаната Претседателска директива на САД како цел утврдува обезбедувањето цивилна ГПС услуга и зголемувањето на системот да останат конкурентни на останатите странски цивилни системи. Кога Галилео ќе биде целосно функционален, неговите дополнителни сателити треба да ја зголемат сигналната пристапност и генерално системскиот интегритет за двата вида цивилни приемници (Галилео и ГПС). Тоа треба да биде особено корисно за корисниците во т.н. урбани средини и другите попречувани области. Во поотворените средини само еден приемник може да види доволен број на сателити за да овозможи потврдување на единствен интегритет во приемникот. Кооперативната дискусија сега дава слика дека ЕУ треба да има таква цел за унапредување. Од воена перспектива, евентуалната форма на Галилео може да претставува дополнителен предизвик со потенцијални ефекти врз имплементација на Наввар во НАТО средината. Како што Галилео еволуира и се адаптира, Министерството за одбрана на САД - ДоД мора да биде подготвено да се обрати за можно користење од страна на членките на НАТО или за целите на НАТО.²⁰

Владини проблеми

Широката ГПС услуга и круцијалната национална цел: ГПС системот стана вистинска национална програма од круцијално значење и есенцијален аспект за животот во САД, како и во секоја област. Товарот, предизвикан од оправдување на можностите соодветни за ГПС, како и ресурсите потребни за имплементација на тие можности, паѓаат врз Министерството за одбрана на САД - ДоД, а од друга страна за системот постои потреба на скада низ светот. Цивилните, комерцијалните и научните корисници од целиот свет, кои сега зависат од ГПС не се институционално

²⁰Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 11

организирани да го оправдаат и да платат за системот, а всушност нивните потреби ги надминуваат оние на војската.

Перцепцијата за воената доминација во владеењето: И покрај тоа што структурата интерно во клучните министерства бара поддршка за потребите на цивилните и воените корисници без притоа штетно да се влијае, постои перцепција дека војската врши неоправдано влијание врз одлуките поврзани со цивилниот ГПС. Оваа перцепција се користи како главен аргумент од тие кои би барале понапредна конкурентска технологија или услуги за замена или унапредување на ГПС, во некои случаи кога техничката или економската оправданост отпаѓа. Исто така обезбедува потенцијална потпора за различни иницијативи за комерцијализација на ГПС со цел да се подобри неговата финансиска основа и да се генерираат неодбранбени ресурси за оперативност и унапредување на системот.

Потреба за проценка на остварливоста на алтернативни владини структури: Во периодот 2003-2004 година, студиите биле овластени од заменикот министер за одбрана со цел истражување на изводливоста на алтернативните владини структури за менаџирање и финансирање на ГПС за одржување и зголемување на неговите услуги за негово целосно комплетирање за домашните и интернационалните корисници. Истражувањата покажуваат дека таква стратегија може да биде остварлива, но дополнителна работа би била неопходна пред било какви промени да бидат имплементирани. Единицата за специјални задрачи смета дека било каква суштинска промена во ГПС владината политика би барала сериозна соработка и поддршка помеѓу извршните и правните гранки на Владата на САД, како и комерцијално прифаќање од страна на корисниците на ГПС.

Недостаток од севкупна национална стратегија: Како резултат од досегашната имплементација и употреба на ГПС, Владата на САД нема сметковотствена корист од севкупната стратегија. Слично на тоа, се уште нема систематично конструирана и заедничко прифатлива архитектура за воспоставување на концензус помеѓу неколку агенции, кои се одговорни за имплементација на ГПС и на неговите компоненти и комплементарни делови. Потпишаната Претседателска директива има за цел да го зацврсти интерагенцискиот менаџмент процес и бара подготовка и апдејтирање на 5-годишен вселенски план, базиран на ПНТ и кој ќе може да обезбеди основа за таква стратегија.

Неопходно е јасна определба на одговорностите и авторитетот за ГПС во Министерството за одбрана на САД - ДоД: Во Министерството за одбрана на САД - ДоД стратешката и оперативната одговорност за ГПС е измешана од неколку менаџмент одлуки во последните години. Понекогаш се случува преклопување, понекогаш лоша комуникација на персоналот, на заедничкиот персонал, на стратешката команда на САД (STRATCOM) и на воздухопловната единица, како и извршниот вселенски агент во Министерството за одбрана на САД - ДоД, со што се креирало конфузија околу одговорностите. Оваа конфузија влијаела врз цивилната и интернационалната перцепција за значењето на ГПС за САД и обврзаноста на САД за развој на ГПС системот. Неопходно е вршителите на должноста во Министерството за одбрана на САД -ДоД да ја рedefинираат авторитетската линија и одговорностите за системот, како и да ја утврдат одново лидерската позиција на ГПС како срцевина на вселенски базираната ПНТ инфраструктура, на домашно и интернационално ниво. Единицата за специјални задачи препорачува Министерството за одбрана на САД - ДоД да остане раководител на сите ГПС сателитски служби и смета дека суштински е битно да должностите за ГПС во Министерството за одбрана бидат јасно назначени и објаснети. Единицата за специјални задачи препорачува министерот за одбрана да го обезбеди таквото јасно водство, кое би било применливо во целокупниот ранг на воени и цивилни ГПС сигнални услуги.

Препораки на единицата за специјални задачи: Пред да се навлезе во препораките на единицата за специјални задачи, битно е да се објаснат преоритетите за корисниците на ГПС, односно светските воени, цивилни, комерцијални и научни корисници, кои имаат корист од овој систем и се потпираат на неговите услуги.

Преоритети на ГПС корисниците: Како што може да се заклучи од табелата, која е дадена подолу, преоритетите на ГПС корисниците се генерално заеднички.

Преоритети на корисниците	Воени ГПС корисници	Цивилни, комерцијални, научни ГПС корисници
Можност да се набави/ достапност (краткорочно и долгорочно и покрај попременувањата/лошиот прием)	√	√
Прецизност	√	√
Ограничена непрецизност	√ (минимум колатерална штета)	√ (осигурување на интегритетот на услугата)
Откажување на ПНТ извори на непријателите	√	
Значајна улога во одредување на системската конфигурација (Владата)	√	√
Компатибилност со сличните услуги (пр. Galileo, QZSS, GLONASS)	√	√

Табела 3. Преоритети на ГПС корисниците

Извор: Табелата е формирана врз основа на: Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, Табела 1. Преоритети на ГПС корисниците, стр. 14

Препораки за системот и програмата

ГПС сателити и констелација (подобрување на достапноста и прецизноста)

- Обврзување за одржување на 30-сателитска констелација.
 - Пораст на толерантен, т.н. прикриен агол од 5 до 15 степени, со цел подобрување на перформансот во планински терен и урбана средина.
- Конфигурација на констелацијата во три рамнини со десет сателити по рамнина (ова ја поедноставува констелациската одржливост, овозможувајќи двојните сателитски лансирања да бидат поефикасно пратени од шест-рамнинските, пет-сателитските по рамнина конфигурации).
 - Да се започне транзиција од шест-рамнински констелации, колку што се може порано е подобро отколку чекање да се започне со лансирање на ГПС III.
- Ограничување на тежината на ГПС III сателитите за да се дозволи лансирање на два сателити од средна големина EELV возило за лансирање (Evolved Expandable Launch Vehicle – EELV)²¹.
 - Ако сателитот ја надминува тежината или влезната моќ, ќе се попречи двојната манифестација (одржување на доволна маргина за секој поединечно преку развој) и отстранувањето на секундарна носивост мора да се оцени. Во овој контекст, модифицираната мисија на НДС системот за детекција (NUDET Detection System) и алтернативите мора да се истражат.
 - Регионалниот сигнал (пообилан сноп светлина) треба да се смета за лесна тежина и помалку комплексна алтернатива од тесниот сноп светлина, кој се планира за ГПС III.
- Продолжување на придобивките од веродостојните вселенски часовници и навигациската носивост за да се овозможи директна и веродостојна воена прецизност во опсег од 2 до 4 метри за прецизно таргетирање и достава на оружје. (осигурување дека индустриската основа за оваа технологија е обезбедна)

²¹Evolved Expandable Launch Vehicle - EELV (Унапредено возило за лансирање - EELV) претставува проширлив систем за лансирање, кој претставува програма на воздухопловната единица на САД – USAF, која има за цел да обезбеди пристап до вселената за Министерството за одбрана односно за Соединетите Држави. Оваа програма е започната во 90-тите години на 20-тиот век и имала за цел да ги направи владините вселенски лансирања поверодостојни и подостапни, што резултирало со два системи за лансирање - Делта IV и Атлас V. Овие два системи за лансирање се примарни методи за лансирање на воените сателити на Соединетите Држави. Воздухопловната единица на САД - USAF планира да ги користи унапредените возила за лансирање - EELV барем до 2030 год.

Како дел од придобивките на стратегијата за ГПС III е и опцијата за обезбедување на копнена покриеност со помоќни сателити без голема ГПС носивост, за да се дозволи операција со комбинирани констелации со повисоки трошоци (високо функционални сателити) и пониски трошоци (функционални сателити), а со тоа зголемувајќи ја сигналната снага и достапност, додека од друга страна се намалуваат трошоците за севкупниот животен циклус на констелацијата. Ова исто така ќе обезбеди значајно глобално ублажување за ГПС против интернационалните и против ненамерните мешања. Се планира вклучување на целосно репрограмирачка навигациска носивост во ГПС сателитите чим се овозможи идна флексибилност во структурата и содржината на сигналите.

ГПС контролниот сегмент и сателитските операции
(подобрување на функционалноста и капацитетот)

- Развојот на оперативниот контролен сегмент (OCS) предизвикал проблеми, овозможил преку метод за надминување на техничките проблеми, да се дозволат предвремени операции на сите нови сигнали, кои се присутни на орбитите (M-кодот, L2C, L5 и на крај L1C).
 - Користењето на новите цивилни сигнали е ризично, се чека изјава од воздухопловната единица AF за целосна оперативност.
- Како долгорочно решение на проблемите при развојот на OCS може да се води паралелен развој на OCS функционалноста, базирана на слоевити контролно-инженерски принципи со јасно дефинирана апликативна програма, поврзана помеѓу софтвер компонентите. Тоа е подобро од претходната софтверско-инженерска метода, која се докажа дека не работи.
- Модифицирање на оперативниот концепт за сателитските операции.
 - Кадрите на воздухопловната единица продолжуваат со обезбедување на водство и насоки во сателитските операции.
- Во однос на намалување на попречувањата, кои се предизвикани од ротација на персоналот и при обезбедување на искусен кадар за ГПС операциите, селектираниот интегриран технички персонал бил назначен за позиции, кои вклучуваат директен надзор на сателитскиот систем и извршување на команди.

Како дополнување на користите, имплементацијата на овие практики треба да резултира со заштеда на трошоци за воздухопловната единица.

- Директна имплементација на независниот и континуиран мониторинг на воениот и на цивилниот оперативен капацитет. Ова треба да вклучува проекции на капацитетот за да се остварат потребите на корисниците во нормална и во стресна околина, како и историските податоци да обезбедат проценка за претходните перформанси.
 - За воената проценка и проекција, комплетирање на преостанатите податоци од мониторинг станицата на национална геопросторна разузнавачка агенција во OCS.
 - Вклучување на директна конекција со WAAS мониторинг системот. Ова би обезбедило многу верни примероци за ГПС достапноста, интегритетот и прецизноста во САД.
 - За цивилната проценка и проекција се зема во предвид користењето на постоечките цивилни, комерцијални, научни ГПС мониторинг мрежи.

Во однос на подобрување на ГПС глобалната компетитивност, стандардите на цивилните перформанси на ГПС треба да бидат ажурирани и подобри до подобро рефлектирачки систем. Во однос на утврдувањето на независен цивилен извештај, врз основа на WAAS мониторинг мрежата, треба да биде вклучен во неделните проценки за ГПС перформансите.

Придобивките од инсталацијата на ГПС воената опрема
(акцелерирање на анти-попречувачките капацитети)

- Секоја услуга треба да си основа свој истражувачки и развоен -R&D програм со цел да си обезбеди позициони и временски информации, како и да си обезбеди операции координирани со STRATCOM утврдените PPS стандарди за перформанс. Тоа е интегрирано во опремата и оперативните можности.
- ГПС опремата за мисии, каде пристапот до ексклузивни ГПС воени сигнали е неопходен, чека производство и оперативност на корисничката опрема, вклучувајќи ги М-код и другите модерни карактеристики.

- Развој на ГПС корисничка опрема за SAASM (селективно достапен модул против измами) до YMCA (Y -код, M -код, CA-код) конфигураци, колку што е можно побрзо.
 - Промената на политиката за идната ГПС корисничка опрема да дозволи минимум три степени за перформанс и заштита.
 - Целосна можност да се работи со "воените ексклузивни" ГПС сигнали.
 - Целосна можност да се работи со "воените ексклузивни" ГПС сигнали со дополнителни можности да се примаат и да се користат други цивилни и странски сателитски навигациски сигнали.
 - Корисничката опрема, која не е конфигурирана за ексклузивни воени сигнали, но која може да прими и користи цел опсег на достапни сигнали за да овозможи поевтини операции во побезбедна средина, каде ќе нема попречување предизвикано од мешање на други бранови.
 - Паралелно со развојот на корисничката опрема YMCA и M-кодот се инвестирало во комплементарна технологија, која ветува значајно подобрување во анти-попречувањата. Интегрирајќи ги овие карактеристики во SAASM и YMCA приемирнички дизајн. Таквите технологии вклучуваат, но не се ограничени на:
 - Адаптивно управување со мултисветлосно броило, проширено на мобилни попречувачи,
 - Дигитално процесирање со антена,
 - Тесно поврзани адаптивни филтери,
 - Следење на векторското блокирање на доцнењата,
 - Длабоко интегрално повторување,
 - Мрежно асистирање на придобивките/подобра платформа за поддавање,
 - Општа прегледност,
 - Прототипови на атомските часовници (chip-scale atomic clocks - CSAC).
 - Прецизно планирање за рана интеграција на онаа технологија, која се однесува на анти-попречувачки приемници како главен пресоритет.
 - Развивање на "Silver-bullet" единица, која е опремена со апгрејдирана ГПС-помошна муниција, оспособена за оперирање во средини со непријателски попречувања.
 - Обезбедување на концепт на мисијата за прецизност на операциите и системската архитектура, кои се рефлектираат врз придонесот на ГПС и

битните концепти на операциите, кои се апдејтирани за дефинирање на концептот за работно способните кадри, кои претставуваат ресурси за "Silver-bullet" единицата.

- Продолжување со напорите за вклучување на тековната безбедносна структура во посоеопфатна и робусна PRONAV структура.

Онаа одлука што единицата за специјални задачи ја смета есенцијална за подобрување на можностите за идна флексибилност на ГПС сателитите и корисничката опрема е постојано елиминирање на барањата за селективна достапност во сите идни опреми, кои ќе се дизајнираат, се со цел бришење на горниот воздушен хардвер и софтвер заради негова имплементациска форма до идниот систем.

Подобрување на анти-попечувачкиот перформанс

- Иницирање на агресивна програма за претставување на зголемено анти-попечување во соодветни воени приемници. Имено:
 - Приемници, кои биле редизајнирани за соодветно сместување на М-кодот,
 - Развивање на приемниците во новиот воен систем,
 - Бирање на "Silver-bullet" подгрупа.

Продолжување со ГПС III програмот, со цврсто убедување, и процесот за контрола на сателитската тежина, така што два сателити би можеле да бидат лансирани со единствен генератор/детонатор. Имено: контрола над "спорите барања", преку постојано програма за надзор на ASD (NII) и USD (AT&L), како и одржување на доволна тежина и моќни маргини преку развој.²²

²²Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 20

Справување со Галилео

- Оставање на простор за можна кооперација, според договорот на САД-ЕУ и во координација со Претседателската директива.
- Силна промоција на права, цивилна интероперативност - добро дефинирани геодетски и временски трансформации, кои можат лесно да бидат имплементирани во корисничката опрема.
- Инсистирање за целосно затварање на отворената сигнална структура.
- Продолжеток на имплементацијата на одделните стратегии за обезбедување на супериорни воени и прифатливи цивилни ПНТ можности за глобално користење на воениот ГПС како главна можност.
- Одржување на ПНТ системска конфигурација, која ќе дозволи Галилео да ја зголеми можноста, претставена преку комбинација од двата системи за цивилите корисници.
- Подготвување за дискусии во НАТО средина, поврзани со можно користење на Галилео услугите за воени цели на НАТО членките.

Истражување на пристап за европска соработка, која одржува независност и суверенитет на двете страни додека дозволува создавање на поголема можност со помали трошоци отколку било која од страните што може да постигне сама за комерцијална корист. Потребно е и истражување на кооперативна размена на мониторинг информации.

Организација и владеење

- Потпишаната Претседателска директива за вселенско базираната ПНТ инфраструктура, дава можност да се поправат разликите на претходниот интерагенциски ГПС извршен одбор. Следните препораки упатуваат на ефикасноста на новата структура:
 - Ако замениците не учествуваат рутински, тогаш назначените претставници на Националниот вселенско базиран ПНТ извршен комитет - НПЕЦ (National Space-Based PNT Executive Committee - NPEC), мораат да добијат формална моќ, да зборуваат и дејствуваат во име на нивните претставници заменици, за сите работи, кои доаѓаат пред извршниот комитет - НПЕЦ.

- Целосно зацврстување на ефективноста на Националната вселенско базирана ПНТ координативна канцеларија - НПИЦО (National Space-Based PNT Coordination Office - NPCO), преку формално назначени фокусни карактеристики во секој оддел, која ќе ги известува управителите на извршниот комитет за сите ПНТ активности, кои се развиваат од страна на координативната канцеларија за разгледување на извршно ниво и акција.
- Акционерите можат да го користат овој форум за истражување на изводливоста на алтернативните методологии за менаџирање и финансирање на ГПС, за обраќање кон тековните проблеми и посфикасни и подобри услуги за негово целосно комплетирање во иднина, за домашните и интернационални корисници.
- Министерот за одбрана исто така треба да ги разјасни линиите на авторитет и одговорност во Министерството, за да се елиминираат сите двосмислености и нејаснотии, кои се однесуваат на ГПС одговорностите, а кои целосно го забавуваат и попречуваат процесот на донесување на одлуки, а исто така се продолжува надворешната перцепција дека Министерството за одбрана - ДоД не води грижа за одговорностите на ГПС раководството.
 - Фокусирање на одговорностите во канцеларијата на министерот за одбрана, за сите ГПС политики и пропусти, вклучувајќи ги и односите на заедничкиот персонал и единици (вклучувајќи ја и воздухопловната единица), кои се однесуваат на ГПС оперциите и придобивките.
 - Користење на ПНТ процесот во извршниот комитет за да се води целосен преглед и препораки за развој поврзано со организациската структура за улогата на ДоД во ПНТ.
 - Спонзорирање и водење на интерагенциски напор за развој на севкупна и детална национална ПНТ архитектура, за водење на идни инвестиции и одлуки за имплементација, поврзани со ГПС и неговите комплементарни системи и технологии.
 - Министерот за одбрана треба повторно писмено да ги акцентира критиките на ГПС операциите, слично на неговото претходно истакнување на проблемите, кои произлегуваат од ГПС.
- Командантот на STRATCOM може брзо да ги демонстрира подобрените операции преку поддршка на командантот на 14-та AF задача, да го поддржи центарот за заедничка ГПС услуга (како дел од центарот за заеднички вселенски операции).

- Главна оперативна задача на центарот е подобрување на позиционата и временска услуга за воените корисници, што пред сè може да се постигне преку сите ГПС мониторинг информации од доверливи, глобални и независни извори и на долг рок преку обезбедување на оперативно водство за апдејтирање на софтверот на контролниот сегмент. Центарот исто така треба да обезбеди извор на информации за сите странски GNSS достапни системи (GLONASS, Galileo и други системи), со цел свесност за вселенските ситуации.

При исполнување на обврските на раководството за обезбедување на цивилни и воени вселенско базирани ПНТ, командантот на STRATCOM треба да биде насочен од министерот за одбрана за да развие и одржи план за постигнување на заеднички, интегрирани и прецизни воени операции, координација на услужно-развојниот план за компатибилност на корисничката опрема и да утврди и одржи стандарди за перформанс на SPS и PPS. Тек тогш STRATCOM ќе може да ги исполни своите компоненти, за да ги имплементира стандардите и да извести за критериумите во координација со рутинскиот перформанс на заедничкиот систем.

Планирано е вклучување на назначените претставници од STRATCOM во Министерството за одбрана - ДоД и во интерагенциските извршни комитети и во работни групи, кои се вклучени во менаџментот и ГПС операциите.

Потребно е осигурување дека раководството на ГПС операциите вклучува одговорност за перформанс на цивилните услуги²³

Пристапот на единицата за специјални задачи

На единицата за специјални задачи, во врска со иднината на ГПС, првенствено и беше назначено да ја проценува вклученоста на ГПС во цивилно-комрцијалниот Галилео, предложениот глобален навигациски сателитски систем (GNSS) од страна на ЕУ.

²³Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 23

Условите исто така барале асистенција и во други аспекти на ГПС воената и комерцијалната конкуренција и надоградба на стратегиите и на техничките алтернативи.

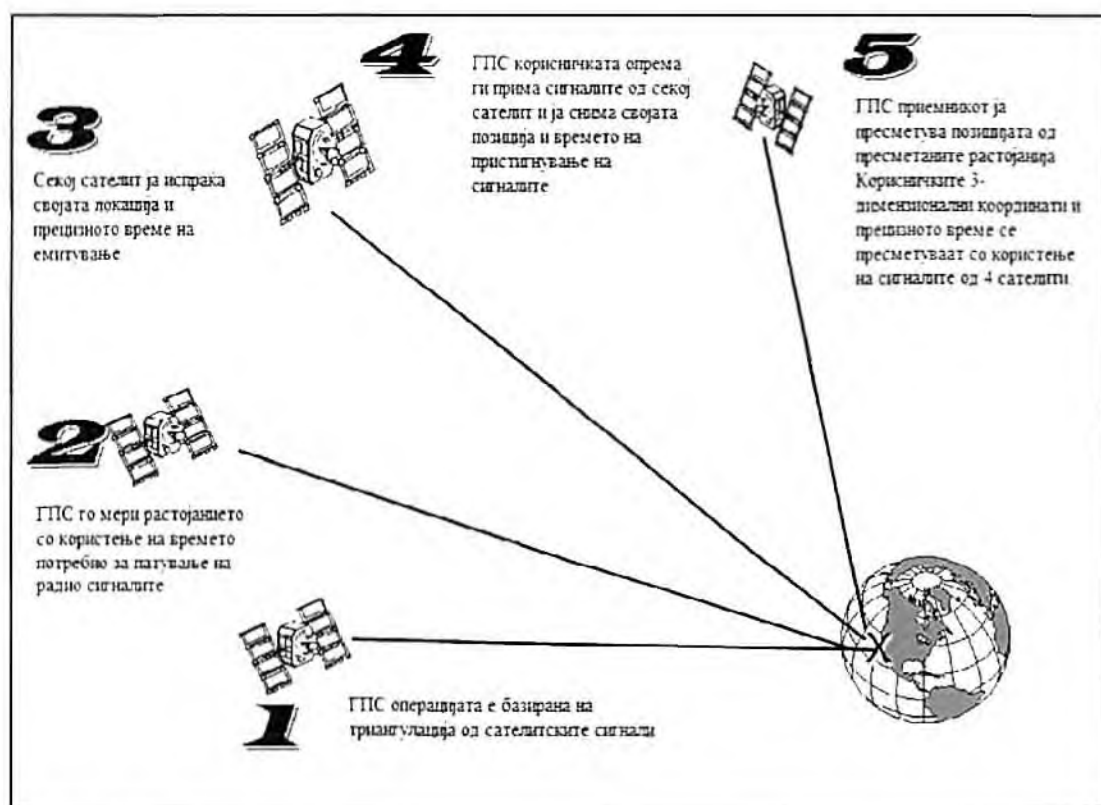
Единицата за специјални задачи опфатила признаени ГПС експерти со широко јавно и искуство од приватниот сектор. Проценката на повеќето проблеми, единицата за специјални задачи, ја извршила благодарение на својата интуиција и големото искуство на членовите. Користењето на надворешно советување било сведено на минимум и тие информации кои биле презентирани на групата биле пред се фокусирани на подобрување на тековните активности.

Опис на ГПС

ГПС е вселенски базиран, позиционен, навигациски и временски систем, развиен од страна на Министерството за одбрана - ДоД на Соединетите Држави. Произведен е во доцните 60-ти, односно раните 70-ти години на минатиот век, како интеграција на програмите на воената морнарица и воздухопловната единица за временска и вселенско базирана навигација. Воздухопловната единица на САД тековно го финансира и го води базичниот систем од +24 сателити и поврзани копнени мониторинг станици, лоцирани насекаде низ светот. ГПС системот се смета за сателитско-навигациски или сателитско-позиционен систем, кој обезбедува сигнали за геолоцирање и за безбедно и ефикасно движење, мерење и следење на луѓе, возила и други предмети, било каде од површината на Земјата до геосинхроната орбита во вселената. Помалку познат елемент, кој се пропушта при многу описи на ГПС системот е вграденото време, кое игра главна улога при навигациската услуга. Прецизното време и стабилните фреквенциски сигнали, кои се достапни од ГПС се во најмала рака еднакви по важност со навигациските функции и функциите за одредување на брзина. Тие служат како извор за синхронизација на глобалната комуникација, електронските трансакции од секаков тип, мрежите за дистрибуција на моќ и многу други места на примена.

Од самиот почеток, структурата на ГПС беше дизајнирана за минимизирање на воената ранливост, преку движење на виталните електронски процеси и трансмисијска опрема во вселената, за да се направат тешко достапни. Оттука, ГПС сигналите обезбедуваат мултиплицирани услуги за различните мисии на воените корисници на САД, како и за воените корисници на сојузниците на САД.

Многумина веруваат дека цивилната примена дојде многу покасно, односно ГПС системот беше проширен и за цивилна употреба, покрај примарната воена примена.



Слика 5: Како работи ГПС

Извор: Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, Слика 1. How GPS Works, стр.26

ГПС системот користи прецизни, сателитски позиции и атомски часовници за да се генерираат навигациски пораки, кои континуирано се снимаат посебно од секој ГПС сателит. Тие пораки можат да се примаат и процесираат од корисници, било каде во

светот, за да се детерминираат позицијата и времето, прецизно во неколку метри и неколку наносекунди.

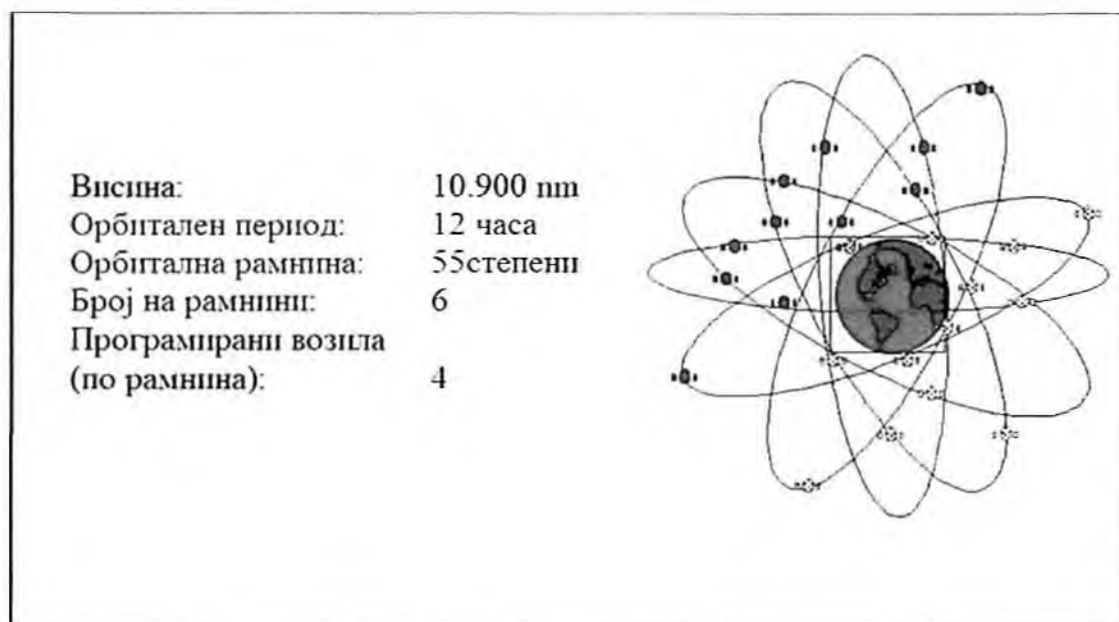
Секој ГПС сателитски компјутер и генератор за навигациска порака ја познава многу прецизно својата орбитална локација и системско време. Глобална мрежа од надзорни станици константно ги следи тие параметри. Корекциите се прават на секој сателит минимум еднаш дневно од страна на светскиот оперативен контролен сегмент со главната контролна станицата во Шривер, базата на воздухопловната единица во близина на Колорадо Спрингс, Колорадо. Корекциите вклучуваат проекција на позицијата на орбитите за секој сателит во констелацијата на база на софистицирани модели и корекции на воздушните сателитски часовници. Сите ГПС сателитски можности се вградуваат преку софтверот на контролниот сегмент. Новите можности се дизајнирани во сателитскиот софтвер, за да се развијат, тестираат и потврдат за оперативно користење, пред тие можности да бидат признаени за оперативна достапност на ГПС корисниците.

Системското време се одржува во секој сателит преку цезиум и радиум стандарди за атомски фреквенции. Генерално, овие вселенски часовници се прецизни до неколку наносекунди според глобалното координирано време (UTC), кое што е одржувано според главниот часовник во морнарската опсерваторија на Соединетите Држави. Првите ГПС сателити содржеле посебно два цезиум и два радиум стандарди, додека подоцнежните верзии ги имаат сите радиум стандарди.²⁴

За создавање на прецизни позиции во три димензии, корисникот мора да биде способен да види четири ГПС сателити, доволно одделени и геометриски ориентирани во три-димензионален простор, па така ќе се дефинира пресек на сигналите. По многу анализи, ова основно барање за истовремена мултисателитска глобална покриеност, резултирало во констелација, која опфаќа најмалку 24 сателити на полусинхрона алтитуда. Системот бил првенствено, оригинално дизајниран со осум сателити во секоја од трите орбитални рамнини, под агол од 63 степени. Како и да е, поради флукутации

²⁴Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 27

во буџетот за време на развој на системот и додека се планирало лансирање на ГПС од Спејс шателот (што понатамо се напуштил тој план), тековната оперативна констелација била имплементирана во шест орбитали рамнини, секоја под агол од 55 степени.



Слика 6: ГПС оперативни констелации

Извор: Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, Слика 2. GPS Operational Constellation, стр.28

Секој ГПС сателит емитува навигациски пораки во воени и цивилни сигнали во L-дијапазон на L1 (1575.42 MHz) и воени сигнали на L2 (1227.6 MHz).

ГПС приемниците ги користат позициските и временските информации, снимени во навигациска порака и патувајќи со брзина на светлината, за да се пресмета приближниот опсег на секој сателит. Овој приближен опсег е наречен псевдо-опсег, бидејќи во приемничките часовници спречува директно мерење на прецизен индивидуален опсег. Псевдо-опсегот од секој индивидуален сателит за специфична, но непозната вредност на грешка на корисничкиот часовник, дефинира сфера преку која корисникот може да биде лоциран во три-димензионален простор. Пресекот на три сфери дефинира точка, пресекот е непрецизен заради погоре споменатата субјективност во часовниците на приемниците (што скоро во сите случаи не е атомски

часовник) и заради ефектит од јоносферата и атмосферата. Дополнителниот псевдо-опсег од четвртиот сателит дозволува калкулација на грешката од приемничкиот часовник и дозволува пресметка на три физички димензии на прецизните пресеци, како и прецизното време. ГПС оперира во Earth-Centered-Earth-Fixed - (ECEF)²⁵ индексна рамка, па така детерминацијата на позициите е есенцијално да биде независна од локалната топографија, која мора да биде сместена од геодетски модели во ГПС приемниците. Основниот геодетски индекс за ГПС е светскиот геодетски систем 1984 (WGS-84), кој вклучува многу други геодетски индекси, кои се дел од повеќето ГПС приемници.

Вовед во поставените прашања

ГПС ја опфаќа главната компонента од поширок, светски познат ПНТ систем на системи, што е важно за војската, економијата и инфраструктурата на Соединетите Држави, но и за нивните воени сојузници и коалициони партнери, како и за светската економија и инфраструктура. ПНТ системот на системите се состои и од локална област и поширока област (вселенски базирана услуга), дизајнирана за зголемување на ГПС прецизност и/или достапност. Исто така вклучува комплементарни, самостојни системи како мерни единици и електронски часовници, кои работат поврзани со ГПС, што служи за намалување на природните движења на самостојните системи. Исто така има и обратна корист од ГПС интегралните парови, бидејќи ГПС процесорите одржуваат динамичко следење во присуство на висока акцелерација.

Како директен резултат на своите интегрални функции во глобалниот ПНТ систем на системите, американската нација станала многу зависна од ГПС системот. Ова е поради големата ефикасност и големата достапност, која изнесува нова парадигма, која военото и цивилното раководство мора да ја земе во предвид. Ефикасноста во позиционирање, движењето и тајмингот е извлечена од сеприсутноста на ГПС сигналите, кои постепено дозволија секој степен на американската инфраструктура да се прошири на тој начин што нема повеќе враќање назад на претходниот начин на

²⁵Earth Centered-Earth-Fixed (ECEF) - претставува географски координатен систем и декартов координатен систем. Ги претставува позициите како X, Y и Z координати. Точката (0,0,0) е дефинирана како центар на Земјата и оттука доаѓа тој назив.

живење. Сите компоненти на мисиите и инфраструктурите, поврзани со единицата за специјални задачи, влијаат врз зависноста, односно се верува дека ефектите со тек на време ќе бидат се повеќе видливи.

Како што изгледа, ГПС претставува здрава и успешна програма. Според тековниот перформанс и покрај триесетина сателити во констелацијата, ГПС во просек обезбедува подобро од 5-метарска хоризонтална прецизност, подобро од 10-метарска вертикална прецизност и апсолутно време во 0.1 микросекунди според универзалното координирано време (Universal Coordinated Time - UTC). Со диференцијални ГПС технологии се обезбедува локална прецизност од 1 метар и подобро. Како и да е, нашето истражување во различните аспекти на ГПС операциите и менаџментот ни открива сериозни проблеми, кои влијаат врз реализација на оперативноста и бараат брза реакција од лидерството, со цел да се изврши корекција. Ова вклучува проблеми поврзани со воената ефикасност, цивилниот перформанс, конкуренцијата и владеењето.

Во долгорочната трансформација на воените капацитети, осигурувањето на прецизноста дава основа за нов воен оперативен концепт и ГПС претставува суштинска инфраструктурна компонента за прецизност. Многу од овие нови оперативни концепти имаат есенцијални елементи на мала конвенционална муниција, додека колатералната штета се сведува на минимум. Овие нови концепти бараат голема прецизност и во лоцирање на целта и во испораката на оружје и во достапноста при прецизна сигнална услуга. Новите парадигми, како малокалибарската бомба на воздухопловната единица, муницијата со голем опсег на морнарицата (Navy's Extended Range Guided Munition - ERGM) и воените артилериски проектили, водени од ГПС системот (Army's Excalibur XM982 GPS guided artillery projectile), се олицетворение на новата малокалибарска муниција.

Значењето за идните воени барања од користење на овие малокалибарски муниции ќе се почувствува во областа на прецизноста и во анти-попечувачките сигнали, како и во перформансот на приемниците.

Во овој контекст, од воена перспектива, единицата за специјални задачи ги има земено во предвид следниве проблеми:

- Потенцијалната пригушена инвестиција води до под минимум бараната бројка на сателити на орбита.
- Неадекватн број на сателити на долг рок.
- Достапноста на анти-попечувачките можности и закана од зголемување на можните мобилни попечувачи.
- Распоредите на контролниот и корисничкиот сегмент не соодветствуваат на сателитската достапност.
- Вредноста на ексклузивноста на воениот сигнал и неговите трошоци за одржување.
- Сместувањето на оперативниот контролен сегмент поврзано со надзорот над ГПС сигналната веродостојност и управување со сателитската констелација.
- Статусот на ГПС III и факторите кои влијаат врз трошоците и тежината на ГПС III сателитите.
- ГПС исто така стана критичен елемент на инфраструктурата за позиционирање, навигација и време за пошироките цивилни и безбројните комерцијални примени. ПНТ е голем и брзо растечки бизнис. Поголем број на владини истражувања, како и студии на приватниот сектор покажуваат проекции на пазарни годишни мултибилионски суми во долари за цивилните и комерцијалните ГПС производи и услуги да продолжат понатака во иднина. Овие истражувања се фокусираат на проектираните продажби и не го проскитираат мултисекторското одржување на користењето на ГПС и одржувањето на ефикасноста во операциите и безбедноста овозможува влијание врз економијата на САД, а со тоа и врз интернационалната економија.
- Во овој контекст, од перспектива на цивилната и комерцијалната употреба, единицата за специјални задачи ги има земено во предвид следниве проблеми:
 - Потенцијалот на забранетата инвестиција води до под минималниот број на сателити на орбита.
 - На долг рок неадекватен број на сателити за многу различни примени.
 - Перцепцијата во цивилниот/комерцијалниот сектор и интернационалната заедница дека САД доминира при носење на воени одлуки за системот и не одговара на нивните потреби.
 - Потенцијалните ефекти од европскиот систем - Галилео врз лидерската позиција на САД со респект на глобалниот ПНТ систем.

Во контекст на економските и социјалните вредности на глобалната ПНТ инфраструктура, единицата за специјални задачи ги има земено во предвид следниве проблеми:

- Стратегиската вредност за САД од ГПС, како централна компонента во кохерентниот, глобален ПНТ систем.
- Осигурување за достапност на ГПС за воените сили на САД во стресни и конфликтни ситуации.
- Уверување на цивилните, комерцијалните и интернационалните заедници дека можат да се потпрат на ГПС системот како долгорочен дел од нивната ПНТ инфраструктура.
- Неопходни акции за постигнување на овие цели (можности, ресурси, распореди).
- Соодветни оперативски, менаџмент и владини структури.²⁶

Економските и социјалните вредности на глобалната ПНТ инфраструктура, базирана на системи слични на ГПС за воени и цивилни цели, се задолжителни. САД треба да заземе позиција на лидер при креирање и одржување на оваа глобална инфраструктура.

²⁶Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 32

ГЛАВА II: Улогата на ГПС во воените мисии

Улогата на ГПС во воените мисии

Дефиниција на воените мисии:

Воена мисија - операција која е назначена од повисока команда, раководство.

"места на кои се одвиваат бомбардирачки мисии"

Мисиите се делат на:

- ✚ Воени операции - активност на војската или поморските воени сили (како маневра или кампања²⁷), "заедничка операција на воената морнарицата и воздухопловните воени сили".
- ✚ Борбени мисии - мисија со која се зграбчува или одбранува нешто.
- ✚ Истражувачки мисии - мисии со кои се открива нешто.
- ✚ Истражувачки и уништувачки мисии - операции развиени за трупите на Соединетите Држави во Виетнам, каде трупите се движат во назначени области и ги уништуваат трупите кои ги пронаоѓаат.
- ✚ Дирекна поддршка - мисија во која една воена сила поддржува друга специфична воена сила и и дава авторитет директно да одговори на барањето за убивање, кое го поставува специфичната воена сила, која се поддржува.²⁸

Придонесот на ГПС во различни воени мисии

Воздухопловни операции

На глобално ниво, ГПС овозможува прецизни воздухопловни операции во сите категории со и без екипаж на воздушни платформи. Дозволува прецизни воздухопловни операции насекаде низ светот без потпора од земјина навигациска помош или земјина контрола низ сите фази на летање, до прецизен пристап и слетување. ГПС има најдобра воздушна примена во пар со инерцијална навигациска

²⁷ Кампања - серија на воени операции, кои имаат задача да постигнат одредена цел, ограничени на одредена област, или кои вклучуваат специфичен начин на борба.

²⁸ <http://www.thefreedictionary.com/military+mission>

единица. Во ваква конфигурација (во пар), ГПС овозможува иницијализација²⁹ за инерцијалниот систем и компензира за инерцијалната насока и инерцијалниот систем и го подобрува следењето со ГПС во присуство на висока акцелерација и промени на насоката. При многу примени користењето на ГПС дозволува пониски трошоци за инерцијалниот систем, кои инаку би се барале при самостојна инерција. ГПС позициите, кои се пренесуваат преку ЈТИДС комуникациската мрежа (Joint Tactical Information Distribution System – JTIDS) им дозволуваат на воздушните команданти континуирани, прецизни слики на три-димензионалниот распоред на воздушните средства. ГПС го применува и авијацијата и оружјето, кое се носи во воздухопловите. Како и да е, само неколку типови на воздухоплови обезбедуваат можности за трансфер на податоци до директна иницијализација, со цел да можат брзо да ги добијат и да ги следат ГПС сигналите, откако ќе се пуштат од под крилото, а со тоа се намалува ефикасноста.

Поморски операции

ГПС овозможува глобална морска навигација на отворено море, крајбрежни води, пристаништа, реки и канали. Има заменето два претходни радио-навигациски системи, кои се користеле за навигација на отворен океан од страна на пловните објекти и подморници. Ја има елиминирало потребата за многу моќна радио трансмисија, која некогаш претходно била потребна за закрепнување на воздухопловите на отворен океан во носечките операции. Исто така ја подобрува безбедноста на морските операции и во услови при ограничена видливост.

Копнени операции

ГПС глобално овозможува ефикасни и безбедни копнени операции. Користењето на ГПС со соодветни мрежни мапи овозможува да копнените сили водат координирани операции на тешки, недостапни терени и кога се со двојни, ласерски пронаоѓачи на растојание, прецизно да се одредат целните координати од далечина за напад со муниција, водена од ГПС. Интегрирани со тактички безбедносно-комуникациски

²⁹Иницијализација - одредување на индивидуална вредност за варијаблите, функциите, методите, дата структурата и сл. Начинот на кој се изведува иницијализацијата најмногу зависи од програмските јазици и од типот на предметот кој се иницијализира.

уреди, ГПС овозможува командирите да одржат континуирано сознание за локацијата на воената сила и нивното движење, со цел поефикасни операции и да се намали ненамерното убиство на своите војници. Намерното попречување на ГПС во копнените операции кај воените сили во планинските терени и урбаните средини може да се намали со зголемување на силата на воените сигнали и преку покачување на т.н. прекриениот агол до степен под кој приемот на сигналите од сателитите е блокиран.

Вселенски операции

ГПС овозможува многу прецизна и континуирана детерминација на сателитските орбити, до минимум геосинхроната земјина орбита (ГЕО - околу 22 000 милји). За оваа цел, ГПС дејствува од копнено-базирани радары, кои имаат распоред и не можат континуирано да следат индивидуални сателити, од кои многу се лоцирани на странска почва. ГПС констелационите орбити се на 11 000 морски милји (МЕО- medium earth orbit). За сателитите, кои се движат во орбити под 4 000 морски милји (ниските земјини орбити се многу под оваа алтитуда), можна е континуирана точка на позиционирање со авијациска навигација. Сателитите на или над средната земјина орбита - МЕО, ги следат ГПС сигналите, кои доаѓаат од зад маргината на Земјата од другата страна на ГПС констелацијата и користат повеќе технички податоци за детерминација на орбитите. Користењето на ГПС од ГЕО и МЕО системите бара ГПС сигналите, насочени кон Земјата, да бидат снимени за доволно сигнална енергија да биде примена од сателитите на другата страна на Земјата, за да можат да ја калкулираат детерминацијата на орбитите.

Испорака на оружје

ГПС овозможува насекаде во светот, под сите временски услови, дено-ноќна испорака на оружје. ГПС ја има подобро работната ефикасност и прецизноста на сите видови на бомби, крстаречки проектили и артилериски системи. Овозможува зголемена безбедност за воздушниот екипаж, преку дозвола за ослободување на оружје на растојание од целта, во операции со нерешен резултат. Дозволува поширок опсег на опции за персоналот во однос на крстаречки проектили во ситуации каде недостатокот на јасен терен или пропусти при планирањето на мисиите би ја попречиле мисијата. Овозможува подобра безбедност за копнената поддршка на воените сили при близок

контакт со непријателите, преку обезбедување на прецизно бомбардирање, водено од ГПС или артилериски напад против ГПС назначените координатни цели.

Таргетирање

Грешката при лоцирање на целта (Target Location Error - TLE) е најзначајната грешка, која најмногу придонесува за вкупната системска грешка при работа на муницијата водена од ГПС, против фиксните цели. ГПС се користи за утврдување на координатите на целите, а можноста да се нападат со прецизност тие координати е значително зголемена. ГПС се користи во врска со ласерски пронаоѓачи на далечина од страна на копнените воени сили и воздушни напаѓачки контролери. Исто така се користи и во врска со синтетички радар во авијацијата, за одржување на прецизни информации за целта, поврзани со авијационата позиција.³⁰

Специјални операции

Како дополнување на придонесот кој го има во копнената, поморската и воздушната навигација, таргетирање и испораката на оружјето, е и примената на ГПС во специјалните операции. Овозможува тајни и прецизни дено-ноќни средби на копно, вода и воздух, под секакви временски услови. Комбинацијата од прецизно позиционирање и временски информации овозможува средба без потреба за радио трансмисија или нешто друго, што може да привлече непосакувано влијание.

Логистички операции

ГПС ја зголемува безбедноста и ефикасноста на сите типови на логистички операции. Овозможува пред-позиционирање на воената залиха во тајни локации за планирани операции како и за прецизна испорака на потребната залиха кога пред-позиционирањето не е возможно. Во водните и воздушните операции, во кои се

³⁰Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 35

надополнува гориво, овозможува прецизни и тајни дено-ноќни средби, под било какви временски услови.

- Минско чистење/пласирање на експлозивна артилерија - ЕОД (Explosive Ordinance Disposal - EOD): Проширувањето на ГПС преку различни технологии овозможува прецизно мапирање на мински полиња на копно или вода за создавање на безбедни патишта и за подобрување на безбедноста на ЕОД операциите при пласирање на експлозивна артилерија.
- Трагање и спасување: ГПС овозможува прецизна локација на приземјените членовите на воздшниот екипаж и ја зголемува можноста за успешно спасување. ГПС е комбинација од мала можност за попречување/мала можност за детекција (low probability of intercept – LPI/Low probability of detection - LPD) преку хоризонтот и директна комуникација во борбеното преживување.³¹
- Комуникација: ГПС обезбедува временска и фреквенциска синхронизација за мрежни и безмрежни комуникациски и дата мрежи. Синхронизацијата е неопходна за кодирани комуникации и пренос на податоци и за одржување на ефикасноста меѓу различни мрежи. Поморската опсерваторија на САД (Naval Observatory - USNO) официјално го мери времето за Министерство за одбрана - ДоД на САД. Како дел од мисијата, УСНО го одржува алтернативниот главен часовник во ГПС главната контролна станица и обезбедува податоци, кои се неопходни за директно водење на ГПС времето според стандардите на поморската опсерваторија на САД - УСНО. Временскиот сигнал од констелацијата на ГПС сателитите ја претставува емитуваната верзија на времето според УСНО и во ЈЦС ја имаат означено како извор за официјално време за воените операции.
- Разузнавање, надзор и воено извидување - ИСР (Intelligence, Surveillance and Reconnaissance - ISR): ГПС овозможува зголемена ефикасност во разузнавачките, надзорните и воено-извидувачките односно ИСР податоците и обезбедува прецизни временски податоци, кои се користат во секаов вид на ИСР системи.³²

³¹Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 36

- Мржно-центрични операции³³: ГПС го обезбедува неопходното време и синхронизација, потребни за ефикасни мрежно-центрични офанзивни и дефанзивни операции. Исто така овозможува прецизна кратко или долгорочна навигација за сите типови на напуштени возила, кои се користат во мрежно-центричните операции.

Значењето на борбата за вселената: ГПС овозможува просторните и комуникациските компоненти да го истакнат значењето на ефикасната борба за вселената. Просторните информации, поврзани преку комуникациски и навигациски мрежи како ЈТИДС (JTIDS) и системот за известување за подобра локација на позициите - ЕПЛРС (Enhanced Position Location Reporting System), ја обезбедуваат основата за континуирана свесност за вселенската борба на сите командни нивоа. Прецизните просторни и временски информации се исто така битни компоненти на Плавата воена сила за следење (Blue Force Tracking) и Соединетата плава воена сила за ситуациона свесност (Joint Blue Force Situational Awareness), кои придонесуваат за намалување на ненамерното убиство на своите членови во текот на борбите и придонесуваат за координирани операции.

³³Net-Centric Operations - е воена доктрина или теорија за војна, предводена од Министерството за одбрана на САД - ДоД во 90-тите година на 20-тиот век, со која се трагало по информациска предност, која делумно била овозможена преку информациската технологија за да се постигне конкурентска предност, преку компјутерската мрежа за географски дисперзираните воени сили.

https://en.wikipedia.org/wiki/Network-centric_warfare

ГЛАВА III: Улогата на ГПС во националната инфраструктура

Улогата на ГПС во националната инфраструктура

Дефинирање на системот за безбедност и на националната безбедност:

*"Системот за безбедност претставува облик на организирање и функционирање во рамките на општеството за спроведување на специфични активности и мерки на превентивен и репресивен план, кои се превземаат за зачувување на суверенитетот, уставниот поредок, основните слободи и права на граѓаните и на сите останати вредности од сите облици и видови на загрозување на сите нивоа."*³⁴

*"Основната функција на системот за национална безбедност на современите држави, на определено национално ниво претставува осигурувањето на безбедноста на своите граѓани, односно државјани"*³⁵

"Основни елементи на системот за национална безбедност претставуваат оперативни елементи на општеството чија основна цел е осигурување на неговата безбедност. Заеднички елементи кои се основни столбови на системот за национална безбедност на современото општество претставуваат:

- 1. Безбедносна политика (политика на национална безбедност)*
- 2. Безбедносни структури*
- 3. Безбедносно самоорганизирање на цивилното општество."*³⁶

Националната безбедносна инфраструктура (територија и мисни)

За воените мисии, ГПС претставува алатка за нееднакво воено засилување. ГПС во сите аспекти ги олеснува воените, борбени операции поради својот заеднички датум, заедничка мрежа и заеднички временски можности. ГПС е уникатен во својата можност да установи недвосмислени или повеќесмислени корелации во четири

³⁴Котовчевски М. (2013) *Национална безбедност*, "Филозофски факултет", Скопје, стр.93

³⁵Котовчевски М. (2013) *Национална безбедност*, "Филозофски факултет", Скопје, стр.98

³⁶Котовчевски М. (2013) *Национална безбедност*, "Филозофски факултет", Скопје, стр.99

димензии помеѓу целта и динамичниот вооружен систем, кој е насочен кон таа цел, во секое време, било каде на земјината топка и под било какви услови на светлина, било какви временски услови или други извори, кои придонесуваат за помрачување на целта. Ова упатува директно до зголемување на можноста за убиство за одредено оружје, зголемена ефикасност при вработување на единици за планерите на воените мисии и генерално помал ризик индивидуално, за воените членови и единици, кои мораат да ги извршуваат мисиите. Откако ќе се дефинира целата и оружјето, водено од прецизни ГПС сигнали, веројатноста дека целта ќе биде погодена и покрај сите други околности кои постојат, е значително повисока со ГПС отколку со било која друга комбинација на таргетирачки и позиционирачки технологии. Понатаму, бидејќи ГПС за пристап не бара електронска трансмисија, овозможува безбедни, ефикасни и прецизни операции во ситуации, во кои се бара целосна радио тишина. Поради овие карактеристики, Министерството за одбрана на САД - ДоД и Конгресот на долг рок упрвуваат со ГПС за воени операции. Неговата функционалност се инсталира и интегрира виртуелно при секоја значајна воена борба и системите за поддршка, управувани од страна на ДоД, ги вклучуваат податоците.

Национална економска инфраструктура

Како извор на информации, ГПС обезбедува значајна поврзаност помеѓу без локациските електронски и комуникациски средини и физичкиот свет. Дури и најдобрите надземни слики и мапи мора да бидат прецизно геодетерминирани се со цел да бидат корисни за прецизна навигација, а ГПС ја обезбедува таа директна поврзаност. ГПС исто така осигурува пред се временска синхронизација за најголемиот дел од телекомуникациите и дата мрежите на САД. Како дополнување на економскиот и научниот придонес, ГПС претставува интегративен систем со брзина и прецизност за одговор на домашните ургентни операции од било каков тип. Официјалните претставници за заштита на националната инфраструктура на САД, на Министерството за одбрана и Министерството за внатрешна безбедност (Department of Homeland Security), мораат да бидат свесни за огромниот придонес што ГПС го има во секојдневните операции. При извршување на одговорностите за осигурување на домашната и федеративната безбедност, државата и локалните агенции ќе мора да се оспособат за брз одговор на разузнавачки информации и информации за потенцијален

напад, добиени од различни извори. ГПС претставува битен систем за ефикасно користење на тие информации.

Обврските на единицата за специјални задачи околу придонесот на ГПС во елементите на националната инфраструктура

Телекомуникации

На почетокот, уште пред ГПС да биде целосно оперативен, глобалната временска и комуникациска инфраструктура почна да го прифаќа ГПС како примарен дистрибутивен механизам за временска и фреквенциска синхронизација. УСНСО го одржува својот алтернативен главен часовник во ГПС главната контролна станица и ги обезбедува неопходните податоци за директно управување со ГПС времето според стандардите на УСНО. Како директен резултат од тоа, временскиот сигнал од ГПС сателитската констелација се користи интернационално како континуиран и глобално достапен извор на УТЦ. Дополнително, големи национални и интернационални телекомуникациски серверски провајдери, вклучувајќи ги и мрежните и без мрежните технологии, ја согледуваат придобивката од користењето на бесплатно достапните ГПС временски сигнали. Почнувајќи од крајот на 80-тите години на 20-тиот век, многу од нив ги имаат заменето стандардите за земјините атомски фреквенции со примање на континуирано прецизно време и фреквенциски сигнали од ГПС. Преку обезбедувањето на сигнали, како главен извор на временска и фреквенциска синхронизација на ниво I (главниот извор), ГПС стана есенцијална компонента во текот на дигиталните податоци помеѓу повеќето серверски провајдери, битни за интернет операциите и различните телекомуникациски мрежи. ГПС исто така стана битна и транспарентна технологија за економските операции на телефонијата и другите безмрежни медиуми на национално и интернационално ниво.

Дистрибуција на електрична моќ

На национално ниво, многу компании од областа на дистрибуцијата на електричната моќ ги користат ГПС временските и фреквенциските услуги за подобрување на економичноста и ефикасноста на своите операции. Тие пред се ги користат ГПС сигналите за надзорна стабилност на линиските фреквенции, фреквенциска

синхронизација или услуги со ускладување на компаниските мрежи и мрежите со изолирани грешки при трансмисија. Верноста на услугите обезбедени преку ГПС ги надминува рутинските потреби на енергетските компании, но големата достапност ги прави многу атрактивни и прецизниот временски сигнал е многу корисен во управуваните низи во интервалот. Исто така ГПС е технологија за одржување на фазна разлика според тешко исполнувачките стандарди, кога напонот се трансферира меѓу трансформаторите, што би се случило како последица од поголема енергетска пречка. Користењето на ГПС овозможува трансфер на напон да се постигне за неколку саати, додека на претходните технологии за истата активност им беа потребни денови. Како што дерегулацијата за електронски услуги се шири низ САД, додека американската нација се соочува со нови, сериозни закани од интернационални мрежно-енергетски нарушувања, интероперабилната зависност помеѓу индивидуалните услужни провајдери го зголемуваат значењето на ГПС како што компаниите мора да одговорат на распространетите варијации на напонот и системскиот бран, креиран од ефектите на околината, како на пример соларните бури или потенцијалните непријателски акции на терористи.

Електронска трговија и финансии

Многу банки и финансиски компании го користат ГПС времето за синхронизација на кодираните компјутерски мрежи, благодарение на тоа, оваа функција во повеќето случаи е покриена со договори за телекомуникациски услуги и е транспарентна за менаџментот. Исто така, компјутерските трансакции се временски означени и со предноста од тргувањето преку интернет, прецизното време на трансакциите станува се позначајно. Тековно, УСНО и Националниот институт за стандарди и технологии – НИСТ (National Institute of Standards and Technology – NIST) се легално сертифицирани за временско-жигосувачки услуги со цел детерминација на секвенцијата на финансиските трансакции. Механизмот за дистрибуција на прецизните временски сигнали преку интернет е ГПС. Како што се шири е-трговијата и е-бизнисот во САД и интернационално, значењето на прецизното временско жигосување станува се поголемо.

Откако ГПС постигна оперативен статус во раните 90-тина години на 20-тиот век, неговата константна квалитетна функција и ниските трошоци за користење, креираа драматични промени во цивилната и комерцијалната транспортна инфраструктура. Двете федерални агенции, крајбрежната стража на САД (U.S. Coast Guard) и федералната авијациска администрација (Federal Aviation Administration - FAA), го имаат прифатено и вклучено ГПС и имаат иницирано програми за зголемување на неговата прецизност. Иницијално крајбрежната стража започнала со различни услуги за зголемување на прецизността за да обезбеди подморска 10-метарска прецизност со користење на морски радио-патоказ околу граничната крајбрежна линија (Маин-Тексас и Калифорнија-Алјаска), големите езера и Св. Лавренс морскиот канал, Мисисипи и Мизури речните подрачја. Оваа услуга исто така е проширена да се применува на домашна почва во ризична кооперација со федералната железничка администрација и воздухопловната единица и е наречена Национален диференцијален ГПС - НДГПС (National Differential GPS - NDGPS). НДГПС претставува трансмисија на проширени сигнали, кои треба да обезбедат прецизност од еден метар на шините и другите копнени корисници низ Соединетите Држави, преку користење на ниско фреквенциски сигнали од застарената AF Ground Wave Emergency Network, која е укината. Првенствено оваа услуга била планирана да ја потпомага контролата на возовите, но дала придонес многу над очекуваното.

Во исто време, федералната авијациска администрација имплементирала мултибилионска доларска програма, наречена распространет систем за зголемување - ВААС (Wide-Area Augmentation System - WAAS), со цел да ја зголеми прецизността, веродостојноста и достапноста на услугите кои се базирани на ГПС за корисниците во авијацијата преку емисија на специјални проширени сигнали, преку вклучување на сателитска комуникација. Авијациската администрација исто така започнала и проект наречен локален систем за зголемување - ЛААС (Local Area Augmentation System - LAAS), во кој сигналите се емитуваат во област на аеродром, со цел олеснување на слетувањето и копнените операции. Распространетиот систем за зголемување - ВААС е модел за ризичната, интернационална, цивилна авијација во Европа и во Јапонија, за да се обезбеди глобално проширување на ГПС. Јапонија има комплементарен вселенски-базиран систем на ГПС, кој што емитува цивилни ГПС сигнали и е наречен Quazi-Zenith Satellite System - QZSS. Овој систем договара мал број на сателити на орбитална

конфигурација да го зголеми бројот на цивилни ГПС сигнали со цел да се подобри достапноста во густите и збиени урбани средини. Како дополнување на овие активности, странските диференцијални ГПС услуги, повеќето (но не сите) владино финансирани, се нашироко достапни да служат за многу различни потреби за позиционирање (географски информациона системи) и за транспорт. Заедно овие интернационални активности претставуваат растечка задача за сателитските навигациски услуги, посебно за ГПС.

Иако не е директно поврзана со трансмисија, друга услуга наречена Глобален диференцијален ГПС - ГДГПС (Global Differential GPS) користи распространета мрежа на цивилни станици за развој на диференцијални ГПС корекции. Оваа услуга првенствено била развиена од НАСА и сега дополнително се нуди на комерцијални дилери за да се овозможи прецизна агрикултура. Глобалниот диференцијален ГПС исто така претставува вреден извор на мониторинг информации за цивилните ГПС сигнали.

Овој систем дава резултати со прецизност до 95%. Кај подвижните објекти има отстапувања до максимум десет метри. Се разбира прецизноста кај стационарните приемници е многу поголема. Диференцијалниот ГПС го користи крајбрежната стража на САД, со цел да прати корегирање на морските патишта и пристаништа. При водените комуникации се користи оваа фреквенција. Корекциите се праќаат преку Глобалниот диференцијален ГПС на бранова должина од 285 MHz до 325 KHz.

Глобалниот диференцијален ГПС манифестира проблем во случаи кога два сателити, кои се во непосредна близина, кај кои сигналите патуваат за скоро исто време, даваат слични отчитувања и исти грешки. Поради тоа се поставуваат стационарни референтни објекти. Тие објекти ги примаат сигналите, па потоа ги споредуваат реалното време на патување со времето за кои требало да патуваат сигналите. Потоа се прави корекција на мерењата, па на крај се испраќа до приемниците. Референтниот објект има фиксна позиција, која е круцијална и поради познатите информации може да се определи разликата во времето на патот. Референтниот објект ги следи сите сателити во негов опсег и исто така податоците за грешките ги испраќа до крајните корисници.

Во табелата е претставена споредбата на грешките кај стандардниот и кај глобалниот диференцијален ГПС.

Стандардни грешки во метри -по сателит	Стандарден ГПС -во метри	Глобален диференцијален ГПС -во метри
Сателитски часовници	1.5	0
Орбитални грешки	2.5	0
Јоносфера	5.0	0.4
Тропосфера	0.6	0.2
Пречки во приемникот	0.3	0.3
Мултипатна грешка	0.6	0.6

Табела 4: Споредба на грешки кај стандардниот и диференцијалниот ГПС

Извор: Милески Т., Спасов Н. (2012) *Систем за сателитска навигација и глобално позиционирање*, "Филозофски факултет", Скопје. Табела 4, стр. 25.

Заслужна закана за сите овие активности е тоа што секоја од нив претставува пораст на суштинската услуга, овозможена од ГПС сателитите и ништо не би функционирало самостојно без присуство на основните ГПС сигнали. Во повеќето случаи, зголемувањето служи за проверка на квалитетот на основните сигнали, но заедно претставуваат апсолутна критична компонента за економијата и јавната безбедност.

Услуги во итни и вонредни ситуации

Поврзано со придонесите на ГПС во комуникацијата и транспортот, се и придонесите во инфраструктурата на итните и вонредните ситуации како на пример полициски, противпожарни и во брза помош. Користењето на ГПС се повеќе се зголемува меѓу регионалните амбулантни добавувачи во однос на одржување на брзината на возилата за итни и вонредни ситуации. Како што користа се зголемува во автомобилизмот, станува се позначаен фактор во ургентните т.н. Е-911 ситуации, каде што возилата за итни и вонредни ситуации се праќаат на локации каде има несреќни случаи, преку активација на ГПС локациски клуч за активација на воздушно перниче. Понатаму, ГПС се вклучува при планирањето на можностите на Е-911, кои се бараат од законодавството за провајдерите на телефонските услуги. ГПС исто така ја има докажано својата вредност во операциите на противпожарните служби, особено во

областа на Калифорнија, како и кај ураганите и поплавите. Користа од ГПС се повеќе расте во овој сектор и неговиот придонес во ургентните (E-911) ситуациите и во подобрување на просторната интероперабилност во организациите со мултијурисдикција. Овие подобрувања би биле уште повеќе забрзани од страна на федералното владино лидерство преку зголемена едукација за користите од ГПС и тренинг за сите учесници во итниите и вонредни ситуации на федеративно, државно и локално ниво. Овој тип на институционализирана просторна координација ќе биде особено важен за рапиден и ефикасен одговор во случај на непредвидлива распространета несреќа, настаната како резултат од терористи или други непријателски активности, вклучувајќи биолошки агенси или нуклеарни напади.

Проблеми во системот и програмите

Недостаток на баланс помеѓу ГПС сегментите

ГПС го сочинуваат три одделни, но меѓусебно поврзани сегменти. Вселенскиот сегмент (сателитите) ги обезбедуваат сигналите, кои се примаат и процесираат од страна на корисничкиот сегмент и квалитетот и содржината на сигналите, како и состојбата на сателитите се одржувани од страна на контролниот сегмент. Со цел системот да функционира оптимално и да обезбеди најдобра можна услуга на корисниците, способностите на сите три сегменти мораат да се развиваат синхронизирано. Како што се додаваат нови сигнални можности на новите сателити, способноста да се активираат, да се врши надзор и да станат оперативни тие нови сигнални можности мораат да бидат назначени, тестирани и инкорпорирани во оперативниот контролен сегмент. Ова мора да се направи така што континуираните операции на наследените услуги од контролниот сегмент не се деградирани на било каков начин. Во исто време, новите присмници на корисничкиот сегмент мора да се развијат и да се стават во производство, инсталираат и интегрира во корисничкиот сегмент, така што тие ќе можат да ги процесираат и употребуваат новите сигнални можности кога тие ќе бидат присутни во доволни количини во орбитите на сателитите и кога се активирани, па тек тогаш можат да се декларираат како оперативни од страна на контролниот сегмент.

Додека тие фактори се синхронизирале за време на иницијалната фаза на ГПС операциите, програмата е надвор од баланс во неколку аспекти и тоа создава опасност

од одложување на достапноста на потребните оперативни можности. Губењето на балансот се случило поради неколку причини, кои се пред се поврзани со технички проблеми и финансирање. Откако сателитите станаа критичен извор на сигнали и дури новите сателити можат да бидат управувани од страна на постоечкиот контролен сегмент за да се одржи наследената услуга тие имаат заземено преоритет кога техничките проблеми се издигнуваат над идните загрозени лансирачки распореди. Во некои случаи, овие проблеми бараат поделба на средствата од другите сегменти, причинувајќи одложувања на напредокот. Една оперативна можност, која е особено загрозена е анти-попечувачката изведба, која бара подобрувањата на контролниот и корисничкиот сегмент да ја искористат предноста на новите сателитски сигнали. Дополнително, поделбата на средствата од развојот на корисничкиот сегмент ги одложува другите подобрувања при процесирање на сигналите, што можат да обезбедат анти-попечувачки подобрувања независно од новите сателитски сигнали.

ГПС сателити и ГПС констелација

Сателитите од програмата Block I се првата експериментална серија на сателити, кои ја вршеле улогата при тоа без контакт со контролниот сегмент, во рок од четири дена. Овој процес започнал во февруари 1978 год. и претставува прва генерација на ГПС сателити. Во февруари 1989 год. започнува втората фаза преку новиот сателит од Block II програмата. По лансирање на овој сателит, следат уште осум последователни. Во 1993 год. прогласено е почетно функционирање на овој систем, а наредната година веќе имало на располагање 24 сателити. Наредната фаза биле сателити од програмата Block IIR, каде што се чувале приближно четири сателити за резерва. Оваа програма е поделена на неколку серии и тоа: II/IIA (изработени од Rockwell), IIR/IIR-M (Lockheed-Martin - претходен GE) и Block IIF (Boeing - претходен Rockwell). Меѓу нив постојат разлики, кои се однесуваат на периодот во кој можат да функционираат при тоа без да комуницираат со контролниот сегмент. Наредната разлика меѓу сериите се однесува на прецизноста. До 15-ти април 2005 год. констелацијата ја сочинувале: еден Block II, петнаесет Block IIA и дванаесет Block IIR сателити. Од 28 сателити на орбитите, голем број од нив функционирале во услови на поединечна низа. Сите од Block II класичните сателити носеле сензор за јачина/носивост за поддршка на системот за нуклеарна детонациска детекција - НУДЕТ/ НДС (Nuclear Detonation Detection System – NUDET/ NDS). Јачината/носивоста на системот била дизајнирана да детектира експлозии во

корист на Министерството за одбрана - ДоД и другите агенции, и врз основа на глобалната покриеност, која ја овозможува ГПС, замена на слични сензори, кои ја извршувале оваа функција на други системи. Сите сателити од класичната Block II програма исто така употребувале UHF³⁷ вкрстени антени, кои се користеле за трансмисија на информации околу ГПС констелацијата. Со порастот на UHF копнените комуникации, влијанието на вкрстувањата станало многу актуелно, и идните ГПС сателити попримиле високи вкрстени фреквенции во споен спектар, заштитен од вселенска употреба.

Последователно во 2008 год. започнало лансирање на сателитите од програмата Block IIF. Овие сателити имаат поголем рок на употреба, подобра меморија, како и подобри процесори од претходните. Тие исто така трансмитираат сигнали за цивилна употреба. Block III е програма која започнува во 2013 год., која има поголема компатибилност со останатите системи за сателитска навигација и глобално позиционирање.

Во наредната табела се претставени бројот на сателити во системот за глобално позиционирање во различни временски интервали

Име на серија	Период на лансирање	Број на сателити, вклучувајќи и неуспешни лансирања	Моментално во употреба
Block I	1978-1985	11	0
Block II	1985-1990	9	0
Block IIA	1990-1997	19	15+1*
Block IIR	1997-2004	12	12
Block IIR-M	2005-	3	3
Block IIF	2008-	0	0
Вкупно		54 (плус еден не лансиран)	29+1*
*Тест сателит			

Табела 5: Број на сателити во системот за глобално позиционирање

Извор: Милески Т., Спасов Н. (2012) *Систем за сателитска навигација и глобално позиционирање*, Филозофски факултет", Скопје, Табела 1, стр.13.

³⁷UHF Ultra High Frequency - Ултра висока фреквенција - УХФ

Сателитите од Block IIR програмата ја дуплицираат сигналната конфигурација на сателитите од Block II/PA и вклучуваат дополнителни можности за поопширни операции и вкрстено рангирање. Сите дваесет и еден сателити од Block IIR програмата биле произведени со помош на повеќегодишен договор. Еден сателит бил уништен при лансирање заради пад на генераторот. Осум сателити, од преостанатите дваесет од оваа програма биле модифицирани, со цел да се додаде втор, цивилен код - L2C во L2 фреквенцијата и нов воен код М-код во L1 и L2. Модификацијата исто така овозможила создавање на можност (т.н. жичана моќ) за размена на моќ меѓу М-кодот и P(Y)-кодот за да се зголеми заштитата од анти-попречувања. Оваа моќ овозможува за потенцијално зголемување во моќта на P(Y)-кодот преку исклучување на М-кодот. Друга алтернатива, исклучувањето на P(Y)-кодот, само малку би ја зголемило моќта на М-кодот, што не би обезбедило никаква оперативна корист бидејќи во тој случај би се изгубила компатибилноста. Покрај ова ограничување, оваа т.н. жичана моќ претставува прв круцијален чекор кон подобрување на системската анти-попречувачка изведба, преку значењето на зголемената моќ, испорачана од P(Y)-кодот до корисникот. Модифицираните сателити се назначени како Block IIR-M верзија. Додавањето на нови сигнали на Block IIR сателитите се чекало да се оствари од буџетските сретства уште од 1998 год., но сепак се реализирало. Првиот Block IIR-M сателит бил лансирал во 2003 год. и десет или дванаесет сателити се предвидувало да се модифицираат. Како и да е, имало задоцнувања при носењето на одлуките и проблем со вселенската соодветна електроника, која влијаела врз сите сателити и го променила предвидениот распоред. Првиот сателит од Block IIR-M програмата бил лансиран во 2005 год. и иницијалниот трошок за секоја единица Block IIR-M сателит изнесувала од 35-40 милиони долари за секој од дваесет и едниот сателит, додека трошоците за осумте унапредени Block IIR-M сателити изнесувале 70-75 милиони долари.³⁸

³⁸Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 44

Block IIF

Првите шест сателити од Block IIF програмата биле произведени во 1997/1998 год., како први од долгорочно планираните 33 сателити. Подоцна, воздухопловната единица одлучила да се обезбедат сателити преку годишно снабдување со три сателити. По таа одлука се произвеле тринаесет дополнителни Block IIF сателити. Исто така, во 2002 год. буџетот вклучувал финансии за апгрејдирање на сите Block IIF сателити преку додавање на цивилни и воени сигнали и можности за т.н. жичана моќ на Block IIR-M возилата и дополнителен трет цивилен сигнал, назначен за користење од страна на цивилната авијација на нова фреквенција - L5 (1175.42 MHz). Иницијалните планови за лансирање на Block IIF сателитите биле при крај на 2005 год., но подоцна се презакажало за 2007 год. Трошокот за секоја единица Block IIF сателит изнесувал 30 милиони долари за секој од триесет и трите сателити, додека трошоците за апгрејдираните сателити изнесувале 70-80 милиони долари.

GPS III Сателити

GPS III сателитите се проектирани од два тима (водени од Boeing и Lockheed-Martin/Spectrum Astro). GPS III сателитите вклучуваат подобра електроника, високо рангирање на вкрстените податоци (високи фреквенции/ограничено емитување), обезбедувајќи континуиран контакт помеѓу сателитите и високо-моќното точкасто емитување на сигнали за подобрување на анти-блокадите. Првото лансирање на GPS III сателитите се планирало за 2009 год., со целосна констелација до 2016/2017 год. Но, поради недостатокот на финансиски средства, првото лансирање било значително одложено.

Новите можности, додадени на постоечката носивост, претставуваат дополнителен трошок и тежина за GPS III сателитите. Сателитите од GPS Block II верзијата чинеле повеќе од 30 милиони долари. Со подобрувањата на структурата и моќта, сателитите од Block IIR-M и Block IIF чинеле 60-80 милиони долари. И покрај тие цени, воздухопловната воена сила имала тешкотии при обезбедување на доволно сателити и генератори за да се овозможи сателитската констелација во иднина да биде одржлива на високо ниво на изводливост. Block III сателитите чинеле 100-150 милиони долари. Поради големите трошоци, воздухопловната воена сила истражувала алтернативи за да се намалат трошоците на констелацијата. Таквите алтернативи вклучувале,

отстранување на секундарната носивост со значителна тежина и потреба за моќ од некои од сателитите и управување со микс од сателити со точкасто емитување и сл.

Исто така се земал во предвид и трошокот за генераторите. На пример генераторот Delta II, кој се користел за сателитите од Block IIR и IIR-M програмата чинел неполни 60 милиони долари, додека обичното возило - EELV (Evolved Expendable Launch Vehicle - EELV), кое ги лансирало Block III сателитите чинело од 65-70 милиони долари. GPS III била програмирана за обичното EELV возило и единицата за специјални задачи препорачала тежината за GPS III да се организира за да овозможи два сателити да бидат лансирани од еден генератор. Постигнувањето на можност за дуално лансирање, со користење на обичното EELV возило и просечно-средно EELV возило (за кое трошокот изнесува 90-95 милиони долари), драматично ќе ги намали трошоците за GPS III констелацијата споредбено со стратегијата за поединечно лансирање на сателитите.

ГПС сателитска констелација

Според американското Министерство за одбрана, во 2005 год., идниот инвестициски план за ГПС вклучувал голем ризик од одржување на доволен број на сателити за целосна констелација. Во тој период се располагало со 28 сателити на орбитите, но поради неуспех на некои од нив, се очекувало констелацијата да падне на помалку од 24 сателити во периодот од 2007-2012 год.

Воздухопловната воена сила, долгорочно се обврзала да одржува 24 сателитска констелација. Додека оваа бројка била доволна за авијацијата и мисиите на отворен океан, единицата за специјални задачи сметала дека истите не се доволни за урбаните средини и планинските региони во светот. Според единицата за специјални задачи, основната 24-сателитска констелација обезбедува само постојана 4-сателитска покриеност со т.н. прикриен агол (агол до хоризонтот, кој го исклучува приемот на ГПС) над 5 степени височина, која вредност е неадекватна за површинските операции. За мисиите, кои вклучуваат копнени операции, обезбедувањето на употреба од 4 сателити над 15 степени прикриен агол, ќе обезбеди адекватни сигнали за поддршка на операциите во урбаните и планинските подрачја. Да се постигне минимум сателитска покриеност со 4 сателити, над 15 степени висина, потребно е сателитска констелација од минимум 30 сателити. Единицата за специјални задачи смета дека тоа е од

суштинско значење за одржување на најголема воена предност за идните операции и голем фактор при донесување на одлуки за креирање на GPS III системот.

30-сателитската GPS III констелацииска конфигурација вклучува дополнителен сателит на секоја од постоечките 6 рамнини или промена на констелацијата во три-рамнинска конфигурација со десет сателити по рамнина. Единицата за специјални задачи е запознаена со фактот дека биле извршени многу истражувања и во последните четири декади биле водени компјутерски симулации блиски до концептот за ГПС констелацијата. И покрај тоа што истражувањата покажуваат и предности и слабости и за три-рамнинската и за шест-рамнинската конфигурација подеднакво, сепак единицата за специјални задачи смета дека три-рамнинската констелација е поефикасно конструирана. Исто така ако тежината на GPS III сателитите може да дозволи истовремено лансирање на два сателити од обичен генератор, три-рамнинската конфигурација би била поекономична за одржување отколку шест-рамнинската. Бидејќи оригиналната замисла за ГПС констелацијата била три-рамнинска конфигурација, шест-рамнинскиот концепт бил усвоен само кога бројот на сателитите наднал на 18 и покриеноста морала поретко да се простира.

Системски операции, сигнален мониторинг и испитување на изведбата

Системски операции

Оперативниот контролен сегмент на ГПС - ОКС се состои од софтверска главна контролна станица - МЦС (Master Control Station - MCS) во Шривер АФБ, Коларадо, која е поврзана со глобална мрежа од шест мониторинг станици (Schriever, Cape Canaveral, Hawaii, Kwajalein Atoll, Diego Garcia и Ascension Is.) и комуникациски ги поврзува антените во Cape Canaveral, Kwajalein, Diego Garcia и Ascension Is. Дополнителни антени можат да се користат ако се потребни, преку пристап за користење на ГПС, одделно закажан. Главната контролна станица е управувана од страна на втората воздухопловна единица за сателитски операции (Air Force 2nd Satellite Operations Squadron – 2SOPS). Мониторинг станиците се без екипаж и ги одржува персонал според склучен договор. Поради вниманието посветено на ГПС сателитите и сигналната структура од страна на воздухопловната единица, единицата за специјални задачи сметала дека контролниот сегмент бил сериозно запоставен.

Откако системот станал оперативен во периодот 1993-1995 год., како проблем се појавило одложувањето на испораката на софтверот за контролниот сегмент. Оттогаш, повремено се дискутирало за тој проблем, но никогаш не бил решен. Според одговорот за Block IIF се презела одговорност и за Block IIR вселенскиот и за контролниот сегмент, но сепак одложувањата на испораката и понатаму продолжиле, а координацијата помеѓу софтверите на Block II/IIR и Block IIF претставувало дополнителен проблем. Понатаму дошло до промена на одговорностите за договорот, која иницијатива била наречена главна поединечна иницијатива (Single Prime Initiative), која требала да донесе подобрувања, но во реалноста била придружена со дополнителна софтверска сегментација и одложување на можностите, кои биле неопходни за одржување на основните системски перформанси. Контролниот сегмент функционира со комбинација од продукти, кои се адекватни за одржување на интегритет на системот.

Како дополнување на хроничните софтверски проблеми, воздушната вселенска командна единица (Air Force Space Command) го одложила одржувањето на опремата и модернизацијата на мониторинг станиците и копнените антени. Од 2005 год. со Block IIA и Block IIR сателитите од ГПС констелацијата управува контролниот сегмент. Активирањето на можностите за подобрени сигнали во основните Block IIR сателити се одложило за 2012 год. и фокусот паднал врз испораката и тестирањето на потребата софтверот да управува со Block IIR-M и Block IIF верзиите.

Понатаму, финансиските недостатоци ја принудиле воздухопловната единица да ја прекине работата околу договорот за верзијата 6.0 и 6.1 на софтверот, за оперативниот контролен сегмент. Тие софтверски верзии биле неопходни за да се дозволат операции на сигналите, лансирани од Block IIR-M и Block IIF сателитите. Верзијата 6.0 овозможува оперативна контрола на L2C и L5, додека верзијата 6.1 дозволува оперативна контрола на воениот M-код. Со верзијата 6.0 се иницијално имплементација на т.н. жичана моќ и се дозволило смена на моќ меѓу достапните сигнали, како оперативен приоритет. Доставата на двете верзии се одложила од 2009-2010 год, за 2010-2011 год. Со отстранување од договорот на тие елементи од контролниот софтвер, единицата за специјални задачи сметала дека е есенцијално новите сигнали да бидат активирани за лансирање на секој од Block IIR-M и Block IIF сателит и да станат достапни, дури и да не можат во блиска иднина да бидат декларирани како оперативни. Врз основа на овој историјат на хронични проблеми, намерата што се имала, со напорот за GPS III програмата, била да се замени, наместо да се апгрејдира постоечката

контролна инфраструктура. Како и да е, дури и кога GPS III сателитите ќе ја заменат Block II верзијата, искуството покажува дека наследените сателити не би требало да побараат оперативна поддршка пред 2020 год.

Способноста на контролниот сегмент да ги апсорбира идните нови барања и да имплементира дополнителни оперативни промени, не постои во тековните ресурси. Единицата за специјални задачи сметала дека бил неопходен нов пристап колку што е можно побрзо, за да се овозможат конзистентни и навремени операции за подобрени вселенски можности. Поради тоа било неопходно воздухопловната единица да ја реевалуира практиката на операциите во главната контролна станица. Аутсорсингот на дел од оперативните мисии и вклучувањето на одреден персонал за поддршка на договорите, би можеле да бидат од помош на долг рок за континуитетот на операциите, како и за поддршка на конзистентните операции за можностите на сигналите, со цел добивање на декларација за целосна оперативност.³⁹

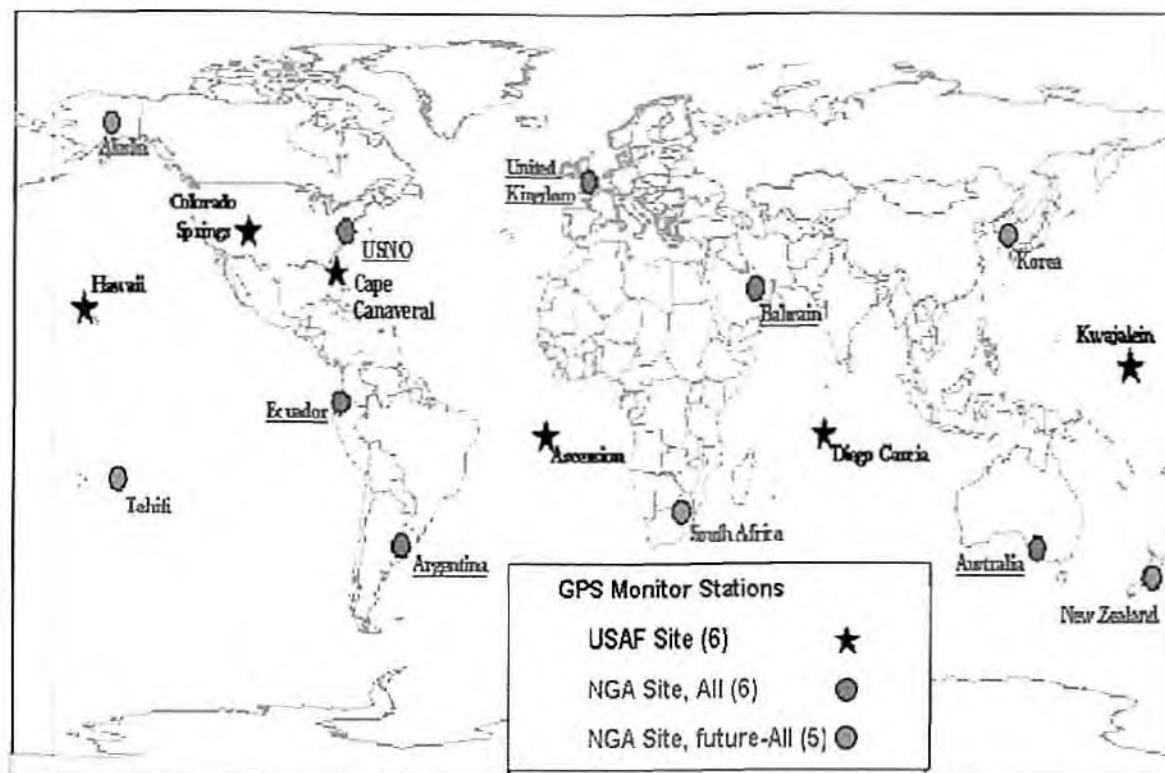
Надзор и испитување на перформансот

Мониторинг на мрежите од страна на Министерството за одбрана - ДоД

Главната контролна станица - МЦС (Master Control Station - MCS) континуирано ги прима информациите поврзани со точните ГПС воени сигнали, преку глобална мрежа од шест назначени мониторинг станици. Секоја од тие мониторинг станици ги прима сигналите на Y- кодот од некој од сателитите, кој е на видик, а поголемиот дел од констелацијата е на видик од барем една мониторинг станица во секое време. Исклучок се само сателитите, чии орбити се под екваторот во источниот Северен Пацифик, кои можат да биде надвор од видик на мониторинг станиците или неповрзаните антени во времетраење од 20 минути или повеќе. Во 1995 год. се презеде иницијатива за да се ублажи оваа ситуација преку присоединување на податоци од мониторинг станиците, управувани од страна на Националната геопросторна разузнавачка агенција - НГА (National Geospatial Intelligence Agency - NGA) во локации кои би ги исполниле

³⁹Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 48

празнините и би ги прошириле другите опсервации. Како и да е, финансирањето на оваа иницијатива, наречена иницијатива за подобрување на прецизноста - АИИ (Accuracy Improvement Initiative - AII), било недоволно за интеграција на податоците од разузнавачката агенција - НГА во софтверот на главната контролна станица - МЦС, се до 2005 год., кога се присоединиле податоците од шесте иницијални НГА станици. Во 2006 год. податоци од уште пет станици биле присоединети.



Слика 7. Мониторинг станици на Министерството за одбрана - ДоД

Извор: Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, Слика 3, DoD Monitor Stations, стр.50

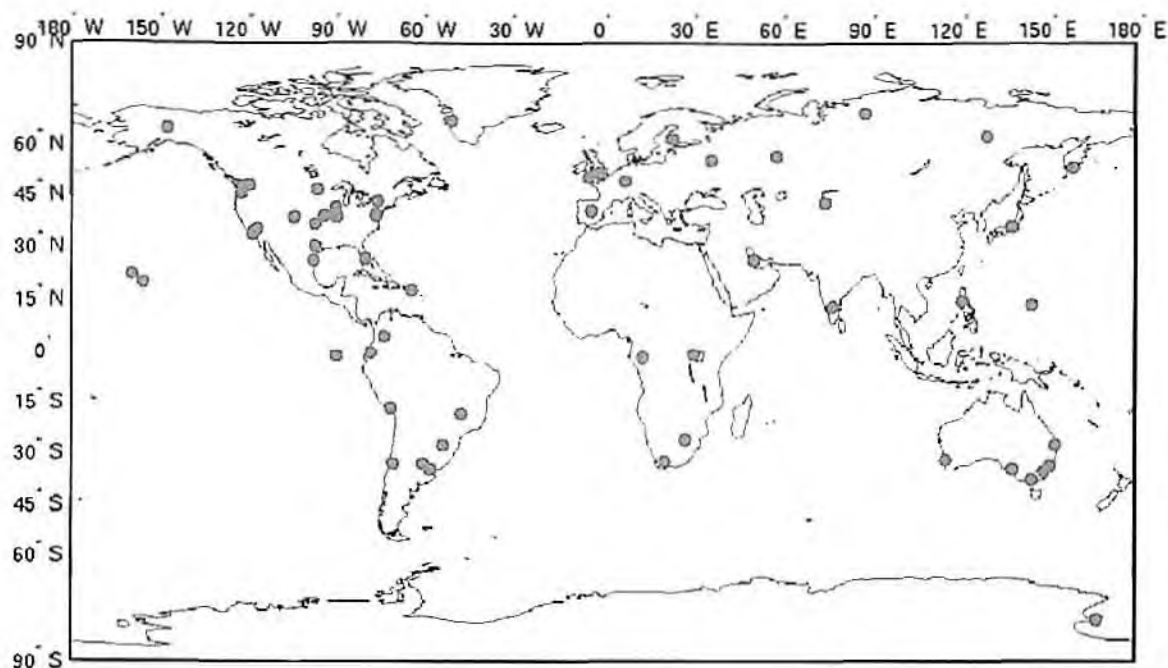
Цивилни мониторинг мрежи

Како дополнување на мониторинг станиците, кои се управувани од страна на Министерството за одбрана - ДоД, постојат и посебни регионални и глобални мрежи на мониторинг станици за цивилни сигнали (C/A-Кодот), управувани од страна на

Владата и научните организации. Глобалните мрежи ги вклучуваат: Глобалниот диференцијален ГПС систем - ГДГПС (Global Differential Global Positioning System - GDGPS) и интернационалните ГПС услуги - ИГС (International GPS Service - IGS).

Глобалниот диференцијален ГПС е управуван од лабораторијата за реактивен погон - ЈПЛ (Jet Propulsion Laboratory - JPL), претежно со финансии на НАСА и собира податоци од преку 60 мониторинг станици, кои се распоредени насекаде низ светот. Сировите податоци од Глобалниот диференцијален ГПС обезбедуваат база за комерцијална диференцијална ГПС услуга наречена Зелена ѕвезда (Green Star).

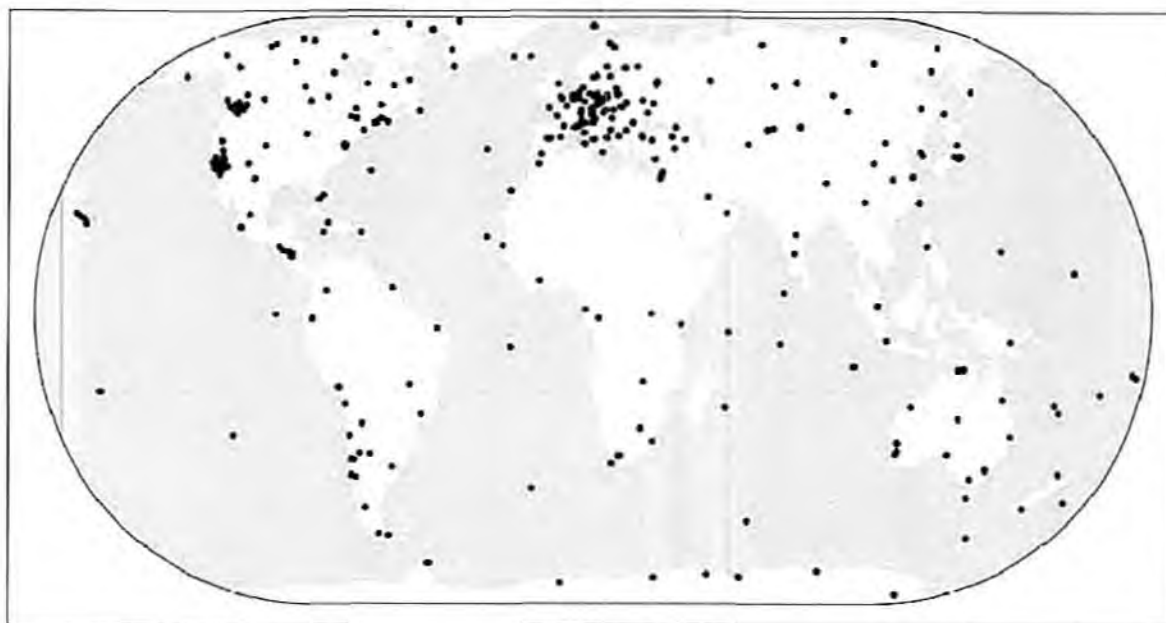
Овој ГДГПС е комплетно независен од инфраструктурата на оперативниот контролен сегмент на ГПС - ОКС, како резултат на што се зголемува можноста за детектирање на аномалии. Системот покажа екстремно висока доверба од својот почеток во 2000 год. Бил развиен интегриран мониторинг прототип, базиран на Глобалниот диференцијален систем, како соработка помеѓу лабораторијата за реактивен погон - ЈПЛ и вселенската корпорација (Aerospace Corporation) и бил лансиран во мај 2003 год. Овозможува безбеден интернет пристап до авторизирани корисници, вклучувајќи ги 2SOPS операторите од спратот на главната контролна станица, како и од нивните домови. Девелоперите од НАСА, односно од лабораторијата за реактивен погон - ЈПЛ и од вселенската корпорација, на секои четири секунди ги имплементираат автентичните крајни безбедносни податоци и автоматизирани аларми. Повратниот одговор од главната контролна станица - МЦС упатува на тоа дека системот претставува корисен алат.



Слика 8. 62-те станици на мрежите на Глобалниот диференцијален ГПС

Извор: Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, Слика 4. Station GDGPS Reference Network, стр.52

Интернационалната ГПС услуга - ИГС била основана од Интернационалната асоцијација за геодезија (International Association of Geodesy) и вклучува над 350 мониторинг станици и 10 аналитички центри, управувани од страна на неколку национални и научно геодетски организации низ светот (слика 9). НАСА го финансира одделот за координација на оваа организација, кој е наречен централно биро, кое е лоцирано во лабораторијата за реактивен погон - ЈПЈ. Интернационалната ГПС услуга - ИГС, ги одржува податоците и продуктите од глобалната мрежа. Резултатите се продукти со огромна веродостојност и прецизна достапност. ИГС е често договарана информациска услуга за аномалии или неуспеси, но овој договор е ад-хок.



Слика 9. ИГС мрежа - 2004 год.

Извор: Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, Слика 5. Station IGS Network - 2004, стр.53

Историски, праксата на воздухопловната воена сила да користи "единствено податоци од доверливи извори" довела до отфрлање на мониторинг информациите од цивилни извори бидејќи интегритетот и веродостојноста на секој индивидуален извор не можеле континуирано да бидат потврдувани, и интернационалните грешки би можеле да бидат претставени како расипувачи на процесот. Како и да е, поради фактот што биле потребни повеќе години за интеграција на НГА мрежната станица и податоците во оперативниот контролен сегмент, единицата за специјални задачи препорачала воздухопловната воена сила да ги преиспитаат овие практики на "доверливи извори" за додадената вредност која, мерките за независен перформанс, може да ги доведе ГПС операциите како дополнување на податоците од 16-те станици на ДоД. Единицата за специјални задачи препознала дека такви дополнителни информации би барале специјални мерки за осигурување на интегритетот. Како и да е, воздухопловната воена сила треба да бара колку што е можно повеќе вредност од достапните ресурси. Понатаму, дури и аргументите за доверливите извори да не дозволуваат користење на тие дополнителни мониторинг единици во калкулациите, тие треба да се користат како дел од вкупните можности за мониторинг на перформансот.

Проценката на перформансот на сателитите или сателитскиот систем бара повеќе податоци, функционалност на системските операции и мерливи параметри за перформансот, кои обезбедуваат рамка за мониторинг и контрола. Поради достапноста на мониторинг станиците и податоците за мерење, исто така неопходно е да се одржуваат стандарди за перформансот, со кои ќе можат да се мерат резултатите. Такви стандарди за перформансот се на располагање повеќе години за цивилната стандардна позициона услуга - СПС (Standard Positioning Service - SPS). Првенствено биле авторизирани од АФ вселенската команда (AF Space Command) и одобрени од ASD (C3I) во раните деведесети години на 20-тиот век како СПС сигнална спецификација и оттогаш е подобрен и реиздаден под закрила на GPS Joint Program Office - JPO како стандард за перформансот на СПС. Овој стандард обезбедува метрички мерки за глобалниот просечен сигнал во вселената за цивилна примена. Како и да е, важно е да забележи дека ГПС оперативниот контролен сегмент не ги собира податоците за СПС мерките преку ГПС или НГА мониторинг станиците, за да се процени СПС перформансот според овој стандард. Контролниот сегмент - ОКС не врши мониторинг над воениот сигнал - прецизната позициона услуга - ППС (Precise Positioning Service - PPS) и не го мери нивниот перформанс во споредба со сателитската трансмисија и спецификацијата за ППС прецизност. Како и да е, до 2005 год. не постоел глобален ППС стандард за перформанс, кој е еквивалентен на СПС стандардот. Единицата за специјални задачи препорачувала да се утврдат постојани можности за мерките за перформанс, како и за проценката, со што ќе се покријат и СПС и ППС. Развојот и одржувањето на СПС и ППС стандардите за секоја проценка на перформансот во иднина треба да биде одговорност на оперативните организации, кои ги претставуваат ГПС корисниците. Исто така се препорачувало организацијата STRATCOM да ги контролира и надгледува тие активности како дел од одговорностите на ГПС раководството, а во име на Министерството за одбрана - ДоД.

Корисничка опрема и подобрувања во анти-попречувачкиот перформанс

Воена ГПС корисничка опрема

Воената ГПС корисничка опрема постепено еволуирала од првата генерација на оперативна опрема, која била одобрена за производство во доцните 80-ти години на 20-тиот век. Во тој период и подоцна во раните 90-ти години, ЈПО бил главниот извор за развој на ресиверот и платформа за интегрирачки активности во ДоД. Последователно ЈПО ја намалило својата улога при развојот и во производството на корисничката опрема за различни апликации на ДоД. Еволутивниот пат на ГПС корисничката опрема прогресирал преку издигање на стандарди. Селективната достапност/модулот против измама - СААСМ (Anti-Spoofing Module - SAASM), која била започната во рните 90-ти години на 20-тиот век, имала за цел да ги замени компонентите на претходните доверливи хардверски приемници и ГПС безбедносниот модул/помошниот аутпут чип (PPS Security Module - PPS-SM/Auxiliary Output Chip - АОС) со финансиски поприфаливи и стандардизирани пакети. Како и да е, недостатокот на финансиски средства и барањата за промена на производството ја одложиле достапноста на работата на СААСМ за неколку години. Во 2006 година СААСМ се барал во новата ГПС опрема. Апликациите PPS-SM/АОС се барале да бидат дел од патните мапи за транзиција на СААСМ, со цел да се продолжи приемот на ЈПО за обезбедување на поддршка.

СААСМ претставувал скап и моќен алат. Како и да е, производството и пресметките за трошоците, кои биле презентирани на единицата за специјални задачи, не упатувале на преголеми трошоци. Постоел силен отпор кон СААСМ во некои тримесечија и многумина веруваат дека иницијално постоеле достапни софтверски солуции, кои би се соочиле со реални закани. Како и да е, понатамошните и интензивните одлуки на раководството на ЈПО и тактичниот радио систем - ЈТПС (JointTactical Radio System - JTRS), идентификувале значајни ограничувања во тогашната софтверска технологија, поврзана и со безбедносните барањата на ГПС и со софтверскиот капацитет, со што не се прави технологијата атрактивна за воена ГПС имплементација.

Значи, СААСМ претставува ресиверска имплементација само за наследените воени сигнали. Новиот М-код, кој се појавува во вселената со првото лансирање на Block IIR-M, ја вклучувал различната безбедносна имплементација, соединувајќи ги карактеристиките за протекција на навигацијата - ПРОНАВ (Protection of Navigation -

PRONAV), кои се дел од архитектурата за осигурување на информациите - ИА (Information Assurance - IA). Првичните планови биле да се развие и употребува М-кодот само за приемници и да се отстранат преостанатите приемници, кои ги користат C/A и P(Y) кодовите. Како и да е, поради трошоците и проблемите со синхронизацијата, тие планови биле модифицирани во првиот развој заедно со употребата на корисничката опрема за примање на наследените сигнали (C/A и P(Y)), како и М-кодот. Тие нови приемници се викаат YМСА приемници. Двофазниот развој започнал во ЈПО и резултирал со верзија на два YМСА приемници, еден за користење во авијацијата и другиот за копнена примена. ЈПО не ги зело за производство тие приемници. Единицата за специјални задачи била загрижена дека дури и преку М-кодот, сигналите биле присутни во вселената. Но, не дошло до производство на YМСА приемниците се до 2009 година, а на вистинското производство и инсталација на подобрената ГПС опрема им било потребно многу повеќе време.

ГПС корисничката опрема се претстави како обезбедувач на најбрзиот пат до системската робусност. Споредбено со сателитите, корисничката опрема е достапна, способна за брза модификација (антени, технологија за процесирање и сл.) и пофлексибилна од поединечно-попречувачка геометриска гледна точка. Поради зголемената моќност од вселената, сателитските решенија се отежнати од страна на временските доцнења и недостатоците на сигналната моќност, што иде во прилог на попречувачите. Како и да е, со почетокот на новиот милениум, поголемиот дел од вниманието и финансиите, алоцирани кон подобрување на робусноста на ГПС, се посветени на поединечната структура и сателитите. Но за жал, целосна расположливост на таквите сателити не може да се очекува се до крајот на 2018 година и буџетскиот притисок би можел да го намали бројот на употребливи сателити. За многу корисници, ова би го имало истиот ефект како и попречувањата, бидејќи се помалку сателити ја лимитираат достапноста на сигналите за корисниците, чии мисии бараат операции во локации каде приемот на сигналите е скриен од теренот и од зградите.

Воени анти-попречувачки можности

Многу е значајна можноста за воените сили да бидат способни за навигација и детерминација на позициите во присуство на непријателските попречувања. Главна

слабост е заканата од широко распространетите мобилни, евтини, ниско-моќни попречувања. Оптималната конфигурација за таквите попречувања е опширна низа, во која попречувањата се вклучуваат и исклучуваат. Насекаде низ светот, може да се предвиди расположливоста на ГПС блокадите до големина од 100 Watt. Попречувачите од оваа големина релативно лесно се создаваат и многу лесно можат да се прошират.

Додека ја демонстриравме технологијата која се бори со блокадите од оваа големина, не претставивме програма за значењето на корисничката опрема. Инаку познато е дека е неисплатливо и непрактично за ДоД да земе во предвид замена на ГПС корисничката опрема. Како и да е, треба да се земе во предвид инсталација на пософистицирани анти-попречувачки ГПС приемници на селектирани платформи за критични мисии, кои бараат голема прецизност. Најдобрата техника за ГПС корисничката опрема, за да ги надмине таквите блокади е да користи антени за насочување на светлосните зраци. При ГПС истражувањата успешно се развиле прототипи. Оваа технологија за вклучување во производство на YMCA опремата станува достапна од 2008 год.

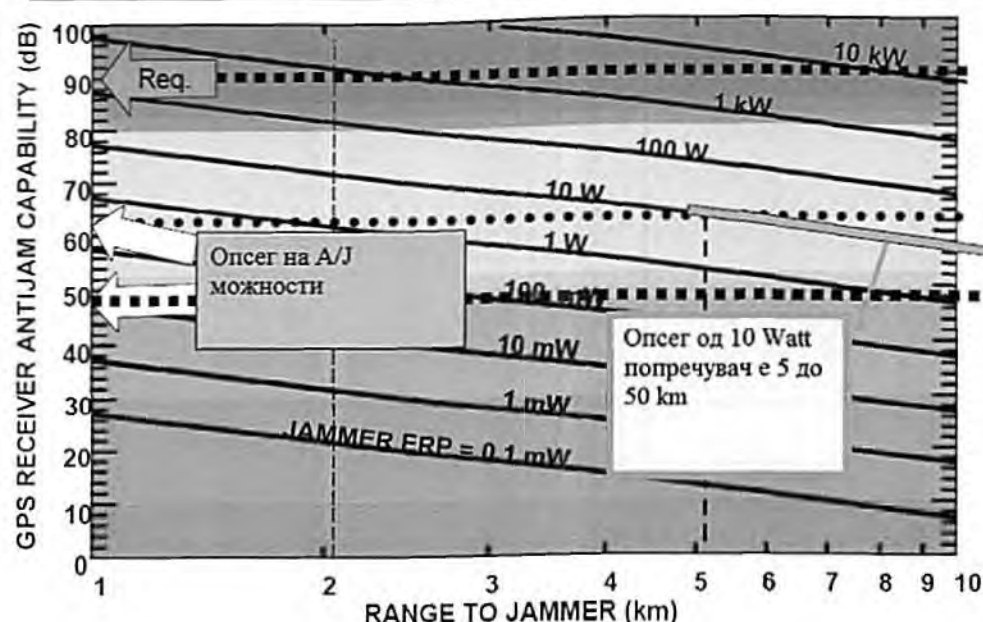
Единицата за специјални задачи ја поддржува стратегијата за анти-попречувања, која била дизајнирана за постојаните воени непријатели. Стратегијата се однесувала на тоа да се зголеми офанзивна моќ, која била потребна за напад. Имено:

- Би било многу скапо и тешко за непријателот да се нападнаат унапредените ГПС приемници со пролиферација на релативно евтини и ниско-моќни попречувачи.
- Моќноста на попречувачите придонесува за полесно лоцирање и напад.
- Целосната видливост на оваа стратегија, откако била објавена и реализирана, делумно придонела за намалено трошење на ресурси за проширување на блокирачките капацитети.

Како и да е, постои загриженост дека програмата не би обезбедила значителни анти-попречувачки оперативни можности минимум до 2020 година.

Постои т.н. трејд-оф односно размена помеѓу анти-попречувачките можности, попречувачката моќност и ефикасниот попречувачки делокруг. Воената ГПС корисничка опрема се предвидува дека би била блокирана во опсег од 5 до 50 километри од страна на 10-ватен попречувач. Всушност, копнените воени корисници бараат цивилна ГПС опрема, која би била блокирана на многу поголем радиус, од страна на истиот 10-ватен попречувач.

ИНСТАЛИРАНИ МОЖНОСТИ

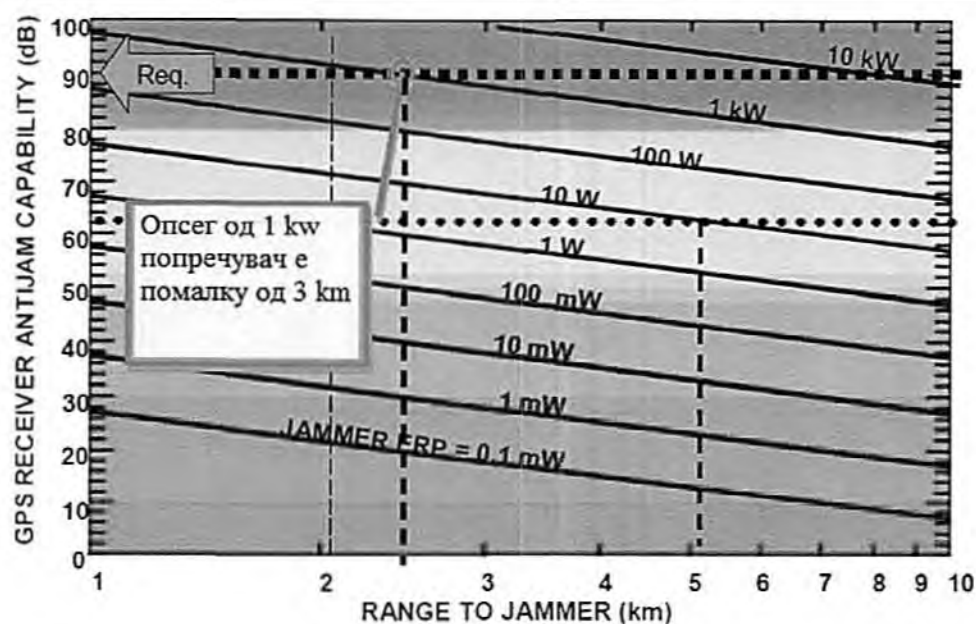


Слика 10. Можности во 2005 година

Извор: Defense Science Board, (2005). *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, Слика 6. Current Capabilities, стр.58

Инаку, разумно очекување е дека идните конфликти ќе се соочуваат со распоредени и мобилни попречувачи од 100 или повеќе вати. Поради тоа, се верува дека барањата за спротивставување на попречувањата на корисничката опрема би требало минимум да бидат поставени на 90 dB. Ова би го обезбедило минималното прифатливо ниво за заштита на корисниците, кои би оперирале во делокруг на непријателските блокади. Како што се гледа од слика 11, ова би дало 1 киловат неефикасно попречување над километарски радиус.

Способности на ефекти од 90 dB



Слика 11. Подобрувања

Извор: Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, Слика 7. Improvements Possible, стр.59

Корисничка опрема

Подобрувањата на корисничката опрема можат да настанат многу полесно и порано од сателитските унапредувања (поради придонесот на т.н. жичаната моќ и идното зголемување на трансмитираната моќ од сателитите). Како што потенциравме, многу од овие подобрувања веќе се демонстрирани. Како прв чекор, имплементацијата на УМСА приемниците ја олеснао иницијалната транзиција кон нова, поробусна, воена сигнална структура. Отпорот на попречувањата е најважна цел за подобрувањата. Подобриот отпор на попречувањата обезбедил достапност на ГПС за многу прецизни операции, која прецизност е есенцијална за современите вооружени сили. Ако се реализираат соодветно, овие можности би ги поразиле непријателските

попречувања. Инаку, битно е да се напомене дека унапредувањата се и долгорочни (каде постојаното инвестирање од страна на R&D е есенцијално) и краткорочни (спремни за дејствување и операции во наредните неколку години). Единицата за специјални задачи смета дека ДоД треба да ги подржува овие подобрувања, финансиски и преку соодветни директиви. Препораките на ДоД ги вклучуваат следниве специфични примери:

На краток рок

- Интегрирани, мрежно подготвени присмници, кои овозможуваат да домашните системи можат да си подадат и време и позиција за муницијата опремена со ГПС. Како пример може да се земе F-16 домашното подавање на четри- димензионалните координати на Join Direct Attack Munitions. Ова би дозволило побрзи придобивки, попрецизно позиционирање и подобра можност за управување на операции придружени со непријателски попречувања. Постојат уште многу други примери, посебно за воените корисници, каде брзите придобивки помагаат за намалување на моќта и подобрување на комуникацијата.
- Присмниците за голема прегледност, т.н. "all in view" присмници, овозможуваат автоматско следење и користење на сите сателити, кои не се скриени. Ова ја зголемува прецизноста, интегритетот и достапноста.

На среден рок

- ГПС приемниците треба да се креирани на тој начин да ги примаат сите ГПС сигнали, и цивилни, како и воени.
- Длабинска интеграција со внатрешните компоненти, што значително би го зголемил отпорот кон попречувањата, како и подобрување на прецизноста на системот во периоди кога ГПС приемниците се попречувани.
- Евтините антени за насочување на светлосните зраци, можат да обезбедат многу значајни подобрувања при спротивставување на попречувањата. Побрза и финансиски подостапна дигитална електроника ќе ги направи овие уреди поевтини и со тоа поатрактивни за воените корисници.
- Паметните приемници за голема прегледност, т.н. "all in view" присмниците можат постепено да ги унапредат сите ГПС сигнали и да ги одбијат или ослабнат оние сигнали, кои се деградирани или попречени.

На долг рок

- Чип градираните автоматски часовници (Chip Scale Atomic Clock - CSAC), кои ќе овозможат подобра претстава за тајмингот и оттука ќе придонесат за иницијални побрзи и поверодостојни придобивки. Овие мали часовници, со ниска моќност, исто така ќе обезбедат подобра прецизност на краток рок кога ќе се спојат со новиот Lm сигнал.⁴⁰

Сателити со точката емисија (spot-beam) на сигнали

Главниот план на ДоД за намалување на ранливоста од ГПС попречувањата е да се зголеми сателитската моќ за ГПС воените сигнали и воглавно за следните генерации сигнали, како на пример М-кодот. GPS III планот вклучувал голема антена, која била додадена на нормалната копнена антена. Големата антена може да предизвика огромна сигнална сила во ограничен регион или т.н. "точка-место" (spot) на Земјата, минимум 1000 километри во дијаметар. Сите ГПС приемници на сигнали со М-код во оваа "+20 dB точка" ќе имаат придобивки од зголемената сигнална моќ. Со планот од 2005 год. се предвидувало да се постигне целосна констелација до 2019 година, под услов да не се случат понатамошни одложувања.

Единицата за специјални задачи ги потенцирала следниве предности и грижи за GPS III пристапот со точката емисија:

Предности:

- Сите авторизирани ГПС корисници на М-кодovi во области на конфликти имаат корист од значително зголемената сигнална моќ.
- Ова подобрување на ГПС системот вклучува само една поголема програма наспроти потребата за справување со повеќе ГПС индивидуални програми, што е неопходно за да се унапредат оперативните воени ГПС приемници.

⁴⁰Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 60

Слабости:

- Распоредот на GPS III е долг и веројатно способен да стане уште подолг оставајќи неприфатлива чувствителност на ГПС корисниците ако точкастата емисија е единствената опција за подобрување на анти-попречувачкиот перформанс.
- Комплексноста и трошоците за GPS III сателитите се малку веројатно благовремено да растат.
- Тежината на сателитите може да расте до тој степен да два сателити не можат да бидат лансирани на поединечен среден генератор, што би придонело за драматична ескалација на трошоците за одржување на констелацијата.
- 1000 километарското дијаметарско место може да е премало за покривање на големи конфликтни области.

Зголемување на сателитските точкасти сигнали (spot-beam)

Вистинската големина на точкастата емисија на Земјата не е се уште финална. Постои т.н. трејд-оф помеѓу големината на точката (додадената антена) и радијационата RF моќ. Главна, поголема емисија на Земјата би го покренала прашањето за покрисноста и претставува значајна конфигурација во трејд-офот на GPS III системот.

Како и да е, главната загриженост, според единицата за специјални задачи е проширениот распоред за GPS III и неговиот пристап за вклучување на точкастата емисија. Поради ранливоста од попречувањата, се јавила потреба од зголемување на точкастата емисија (spot-beam) и најдобар начин да се изведе тоа е унапредување на индивидуалните ГПС приемници со засилување на анти-попречувањата. Таквите техники денес се достапни и можат да се инсталираат. Тајмингот е поволен бидејќи раководството на вооружените системи има започнато големи промени со нивните приемници за сместување на сигналите со М-код. Единствено што загрижува е трошокот за унапредување на милиони воени приемници.

Единицата за специјални задачи смета дека ризикот, кој го носи GPS III програмата е реален и дека долгиот распоред остава голема ранливост од попречувањата, која не може да се толерира. Како што тече GPS III програмата, овие слабости упатуваат на пристап со кој се подобруваат воените приемници. Додавање на подобрени анти-попречувања на индивидуалните приемници ќе ја заштити севкупната програма, преку обезбедување на критични анти-попречувачки можности, намалување на ризикот и создавање на резерва во случај да GPS III програмата е дополнително одложена или

евентуално не се реализира. На долг рок, со некоја форма на онлајн GPS III "точка" или препорачаните подобро индивидуални приемници, дополнителните 40-60 dB анти-попречувачки моќности, ќе ги направат ГПС попречувањата речиси безнадежна тактика за непријателот.

Безбедносна политика - заштита и ексклузивност

ГПС се претставува како "воздух на воено поле". Како и да е, за разлика од воздухот, ГПС услугите не се подеднакво достапни на сите на военото поле. Воените ГПС сигнали, прецизната позициона услуга - ППС (Precise Positioning Service - PPS), се за ексклузивна употреба на Соединетите Држави и нивните сојузни и пријателски воени сили. Тие сигнали ги примаат само оние воени сили за заедничка интероперабилност и исто така за да се единствени сигнали кои остануваат достапни треба генерано достапната цивилна еквивалентна услуга да биде одбиена од навигациските воени мерки во центарот на конфликтот. Најважно е тоа што тие обезбедуваат до 100 пати повеќе отпор од мешањето отколку цивилните ГПС сигнали и со планираните подобрувања во иднина ќе обезбеди од 1000 до 10000 пати повеќе отпор. Одржувањето на оваа асиметрична предност над непријателот во позиционирање, движење и тајминг, бара пристап до ексклузивен фреквенциски спектар и користење на сигнално процесирање, кодирање и мерки за физичка заштита, што ги прави воените ГПС приемници покомплексни и поскапи споредбено со цивилните приемници. Концептот на ексклузивност во последните три декади го поткрепува ГПС системот и креирањето на сигналите и одлуките за безбедносната политика. Критичен елемент на таа безбедносна политика, навигациска борба, е сет од стратегии и можности, креирани да ги зачуваат асиметричните предности, кои ги дозволува ГПС на военото поле. Ексклузивен пристап до сетот на воени ГПС сигнали е една од главните намери на Наввар (Navwar), чие значење се има издигнато во ДоД и националната безбедност со дирекциите на заменик министерот за одбрана и во Директивата на ГПС националната политика, потпишана од претседателот на САД.

Следната генерација на воените ГПС сигнали, наречени М-кодови, значително го имаат подобро ексклузивниот пристап бидејќи како дополнување на кодирањето дошло до одделување од цивилните сигнали. М-кодот дозволува помоќни операции отколку претходните креирани сигнали и го олеснува лоцирањето, тактично одбивање на ГПС цивилните сигнали, за да се спречи истите да бидат користени од страна на

непријателските воени сили. Инаку, воените ГПС приемници, кога ги следат кодираните воени сигнали, се многу поотпорни на попречувања отколку комерцијалната ГПС опрема. Многу платформи исто така ангажираат адаптивни, анулирачки антени за да се справат со попречувањата. Наредната генерација на воени ГПС приемници, кои имаат директен пристап до воените ГПС сигнали, се уште поотпорни на попречувања. Како и да е, идните подобрувања на сигналната достапност, како и унапредувањата на перформансот на приемниците (на пример напредно процесирање, дигитални антени), во иднина ќе продолжат да бидат неопходни. Наредните воени ГПС приемници се управувани од безбедносната парадигма, позната како заштита на навигацијата - ПРОНАВ (Protection of Navigation - PRONAV). ПРОНАВ бил имплементиран од страна на ЈПО за да ги вклучи концептите на осигурување на информациите - ИА (Information Assurance - IA) и перформансот на приемниците, за да се обрати на двете централни компоненти на ИА на ГПС, и тоа, воениот интегритет и воената ексклузивност. Воениот интегритет им обезбедува на овластените корисници пристап и користење на автентичните, модерни ГПС сигнали во вселената, во сите средини во кои системот е определен да обезбеди целосен мониторинг на позициските, навремените и временските услуги. Воената ексклузивност штити од неовластени користење и обезбедува употреба на автентични, модерни, воени ГПС сигнали во вселената, само од страна на овластени корисници. ПРОНАВ не ги заменува претходните техники како што се кодирање или користење на отпорни технологии, но се шири преку опцијата за интегрирана услуга и веродостојност, кои се достапни на ГПС операторите и корисниците, и обезбедува пофлексибилна имплементација според барањата на специфичните ИА мисии.

Подобрувањата на ГПС функционалноста, како резултат од ПРОНАВ, се прикажани во табела 6.

БАРАЊА	GPS COMSEC	PRONAV (IA)	КРИПТОГРАФИЈА
Мониторинг/прекин	5	5	
Клучно полнење	5	6	
Анулирање	5	7	
Проверки	5	5	
Карактеристики на безбедно	5	6	

паѓање			
Анти-расипување/обратно инженерство	5	5	
Достапност - J/S	1	6	СПЕЦИФИЧНИ НАВИГАЦИСКИ И КАРАКТЕРИСТИКИ
Достапни попречувања - Плава воена сила (Blue Force)	1	5	
Интегритет на податоците	5	7	
Интегритет на сигналите	1	6	
Непричински	1	5	
Конзистентност	1	5	
Надворешен додаток	1	5	
Автентичност	5	7	

Табела 6. Споредба помеѓу ГПС перформансот во COMSEC наспроти PRONAV архитектурата (Скала 1-7, каде 1 е најниско ниво на осигурување, а 7 е највисоко ниво)

Извор: Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, Табела 8. Споредба помеѓу ГПС перформансот во COMSEC наспроти PRONAV архитектурата, стр. 65

Во овие услови, предностите кои произведуваат од цивилните сигнали, во комбинација со подобрениот воен перформанс, претставуваат можности за поразлични стратегии за сигнален прием, што во повеќето ситуации би можело да ја зголеми робусноста на услугите. Единицата за специјални задачи не препорачува да се напушти ексклузивноста или можностите, кои ги има овозможено Наввар. Како и да е, единицата за специјални задачи смета дека треба ригидната примена на ексклузивноста да биде ограничена до корист од потенцијален сигнален прием, што може да биде резултат од идните различни миксови на сигнали. Последователно, единицата за специјални задачи препорачува прилагодување на придобивките од тековните ГПС приемници со цел да дозволи пофлексибилно снабдување со ГПС корисничка опрема во одобрените воени мисии. Единицата за специјални задачи исто така препорачува да се вклучи зголемена сигнална флексибилност во сателитите, со цел да се дозволат оперативни избори и при тоа да се земе во предвид долгорочната ексклузивност. Онаа

одлука, која според единицата за специјални задачи е есенцијална за подобрување на можностите за идната флексибилност во ГПС сателитите и корисничката опрема е постојано да се елиминираат барањата за селективна достапност и да се избришат хардверските и софтверските трошоци за имплементација на системот.⁴¹

Конкуренција, владеење и оперативен менаџмент

ГПС и глобалниот пазар

На многу начини, ГПС системот е сличен со автомобилите и кочиите или со калкулаторите и логоритмите. Како и да е, во тие случаи, еволуцијата на пазарните производствени линии обезбедува стабилна, но растечка функционалност во споредба со претходните алтернативи. Прифаќањето од страна на пазарот било постигнато и биле донесени одлуки за унапредување на системот за корисниците затоа што свесноста за вредноста била издигната на високо ниво преку рекламирање. Од друга страна пак, ГПС нуди различна примена за различни корисници од повеќе радио сигнали, кои се обезбедени од Владата за национална безбедност и како јавно добро. Примената на ГПС креира пазар за национална безбедност и цивилни/комерцијални и научни можности. Како и да е, сепак недостасува поширока пазарна свесност и еволуцијата на примената е ограничена поради две области и тоа: свесноста и способноста на Владата да ги подобри или додаде сигналите. Достапноста и подобрувањето на сетот сигнали е предмет на дискусија при одлучување за средствата на годишните буџети на неколку нивоа помеѓу различните владини агенции и неколкуте комитети на Конгресот. Инаку, ефикасноста во позиционирање, движење и тајминг, која се добиваат благодарение на распространетите ГПС сигнали, виртуелно дозволува секое ниво од националната инфраструктура да се прошири до тој степен да не можеме повеќе да се вратиме назад на претходните начини на решавање на работите, притоа без да платиме огромна цена. Сите компоненти на мисиите и инфраструктурата, потенцирани од единицата за специјални задачи, се веќе заразени

⁴¹ Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 65

до одреден степен од оваа тенденција и се смета дека ефектите со тек на време ќе станат повидливи. Дилемата, која настанува како резултат на тоа е невообичајна за ГПС системот. Широко распространетата зависност од тие барања, е цврсто застапувана од воените и цивилните лидери за идната еволуција и унапредување. Како и да е, извршната и легалната основа, каде мора да се донесат такви одлуки е скептична, недостасува силна порака од пазарот (оперативните корисници) и таквите одлуки се одложени поради фискалните ограничувања и конкурентните преоритети. Оваа ситуација е директен резултат од институционалните одлуки, кои се однесуваат на ГПС операциите и управувањето, кои ги водат оригиналниот дизајн и имплементацијата. Како и да е, сега откако ГПС стана оперативен и доверлив поради својата вредност, структурата креирана од неговата внатрешна имплементација треба повторно да биде преиспитана. Внатрешните конфликти, кои го зафатиле ГПС во областа на националната безбедност и глобалниот пазар мора да се разберат и ублажат од страна на одговорните владини лидери за ГПС, на сите нивоа бидејќи тие одлуки имаат реални ефекти врз националната безбедност и економската конкурентност.

Предности од европскиот систем - Галилео

Од самите почетоци на ГПС, цивилните и комерцијалните сектори како и интернационалната заедница се конфликтни за очигледната воена доминација при носење на одлуки за ГПС. И покрај тоа што министрите за одбрана и транспорт, претседателот и Конгресот создале политика и легислатива за нагласување на мултиагенцискиот менаџмент на ГПС и неговата мултикорисничка примена, сепак останува фактот дека ГПС е примарно финансиран од Министерството за одбрана - ДоД и претставува критична компонента на националната воена стратегија на Соединетите Држави. Реалноста ја истакнува перцепцијата, според која војската на Соединетите Држави може да го одземе ГПС од другите корисници во било кое време. Во такви услови, потребата од Галилео, систем сличен на ГПС, креиран од страна на Европската Унија, мотивира за реevaluација на политиката на Соединетите Држави, како и нивните практики поврзани со ГПС. Фундаментално на ова се организациите и владините структури, според кои Соединетите Држави управуваат со ГПС како "национална" програма и како дел од "националната и интернационалната" ПНТ инфраструктура.

Европа нуди и безбедносни и економски причини за оправданоста за создавање на Галилео паралелно со ГПС. Една фундаментална причина, која се истакнува е загриженоста за европската зависност од инфраструктура, која е критична за европското општеството поради целосната контрола од страна на Соединетите Држави.

Во тој контекст битно е да се потенцира дека европскиот влез во оваа област ја смени светската перспектива за составот на глобалниот ПНТ систем. Повеќе од очигледно е дека Европа имаат за цел да управуваат со Галилео како иницијатива, која генерира приход и чии проектирани бизнис модели за цивилна и воена примена, можат да влијаат врз интернационалното користење на ГПС. Евентуалната улога на Галилео, како потенцијален европски конкурент на ГПС, треба допрва да се докаже, но останува фактот дека го зголемува значењето на еволуцијата на цивилниот перформанс на ГПС. Исто така, во воената област е започната иницијатива за можно заедничко користење на ГПС и Галилео, од страна на НАТО партнерите. Но, сепак е рано да се предвиди имплементацијата на Галилео, а од друга страна пак Европската Унија се уште ги нема целосно утврдени неопходните финансии за да го доведе Галилео во одржлива оперативност.

Јунскиот договор помеѓу САД и ЕУ од 2004 година, во однос на соработката помеѓу ГПС и Галилео, охрабрува бидејќи се решаваат повеќето технички проблеми и се создаваат услови за идна соработка. Другата перцепција, која што се добива за време на преговорите, во однос на компарацијата на услугите на двата системи, останува да биде решена како кооперативна дискусија, која ќе биде вклучена во договорот. Дури и покрај договорот, сепак останува несигурноста во однос на способноста на Европа да реализира целосна оперативност на Галилео. Во овој контекст, со потпишаната Претседателска директива се утврдува да Соединетите Држави обезбедат цивилни ГПС услуги и да се додадат преостанатите конкурентни, странски цивилни системи. Кога Галилео ќе биде целосно оперативен, неговите дополнителни сателити треба да ја зголемат сигналната достапност и севкупниот системски интегритет за ГПС. Ова треба да биде особено корисно за корисниците во урбаните средини и попречуваните области. Во поотворени средини еден приемник може да биде доволен за сателитите да овозможат потврда за сигнален интегритет во приемникот. Со кооперативните дискусии се предвидува дека и Европската Унија треба да има за цел такви подобрувања на системот.

Сите овие прашања ги принудуваат Соединетите Држави да заземат проактивна улога со Европа и со остатокот од светот, за да се обезбеди позитивен исход со кој ќе се заштитат целите на САД и целите за ГПС додека позитивно се придонесува за интернационалните односи. И покрај тоа што е корисно да се продолжи дијалогот за заседничките технички интереси, договорот од 2004 година не обезбедува механизам за постигнување на таков исход.⁴²

Национално управување со ГПС и со ПНТ инфраструктурата

ГПС претставува "национална" програма и има огромно значење за сите аспекти на животот во САД. Како и да е, товарот од имплементација на можностите кои ги нуди, историски припаѓа на Министерството за одбрана - ДоД. Цивилните, комерцијалните и научните корисници од целиот свет, кои сега веќе се зависни од ГПС, не се институционално организирани за да ги оправдаат и да платат за карактеристиките на системот и чии индивидуални потреби дури и ги надминуваат и оние на војската.

Во последните две декади, неколкуте добиени препораки обезбедиле појасна и постручна структура за соочување со повеќето проблеми на ПНТ националната инфраструктура. И покрај тоа што, меѓудепартменската владеечка структура сака да ги поддржи цивилните и војните корисници без предрасуда, постои видување дека војската има неоправдано влијание во одлуките, што има директно влијание врз цивилниот ГПС. Оваа перцепција се користи како главен аргумент од страна на оние кои би барале напредни конкурентски технологии или услуги за замена или "зголемување" на ГПС во некои случаи каде недостасува техничка или економска оправданост. Исто така обезбедува потенцијална поткрепа за неколку иницијативи за комерцијализација на ГПС или со цел да се подобри неговата финансиска основа и да генерираат необдобрени ресурси за системската оперативност и унапредувања.

Инаку, постојат две различни гледишта, кои се овластени од страна на заменикот министер за одбрана, за истражување на изводливоста на алтернативните владеечки структури за менаџирање и финансирање на ГПС, за да се одржат и подобрат неговите

⁴²Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 69

услуги и за негово целосно комплетирање, во корист на домашните и интернационалните корисници. Единицата за специјални задачи примила инструкции за пределиминарната фаза од гледиштата (студиите), наречена проект Атлас, која ги согледува заедничките концепти за финансирањето и примената на ГПС. Наредната студија (истражување), наречена проект Херкулес, била завршена во април 2005 година и се фокусирала на посспецифичен сет алтернативи. Двете студии упатуваат на тоа дека алтернативните, владеачки стратегии се изводливи. Како и да е, неопходно е дополнителна работа пред имплементација на некакви промени. Било какви позначајни промени при управувањето со ГПС би барале поширока соработка и поддршка меѓу извршните и легислативните гранка на Владата на Соединетите Држави. И уште, поради крајот на "природниот монопол" за ГПС, и со новиот видик за променета и конкурентна средина, единицата за специјални задачи смета дека Владата треба да остане отворена кон владините прашања, кои ги потенцира проектот Херкулес. Како резултат на имплементацијата на ГПС, Владата на Соединетите Држави се уште нема ставено во функција јасна и заеднички прифатлива стратегија, за целиот национален капитал, кој е вложен за решавање на проблемите, кои ги зафаќаат придобивките и оперативноста на системот. Слично на тоа, не постои симетрично конструирана и заеднички прифатлива архитектура за прифаќање на концензус меѓу повеќето агенции, кои се одговорни за имплементација на ГПС и неговите компонентни и комплементарни делови. Потпишаната Претседателска директива од 2004 год. имала за цел да го поткрепи интерагенцискиот менаџерски процес и барала подготовки и унапредување на пет-годишниот вселенски план, базиран на ПНТ, што може да обезбеди основа за таква стратегија. Но за жал, единицата за специјални задачи сметала дека имплементацијата на нови менаџерски структури од страна на сите вклучени министерства, би довела до значително задоцнување на целиот распоред, кој бил дефиниран во Претседателската директива.

Вршење на ГПС менаџерски одговорности во Министерството за одбрана - ДоД

Извршни одговорности во програмата

Од самиот зачеток на ГПС, министерот за одбрана бил ефикасен извршен агент за придобивките од и операциите на ГПС на ниво на Соединетите Држави. Исто така, воздухопловната воена сила, при неколку можности во текот на постоењето на

програмата била назначена како извршен агент за придобивките од и операциите на ГПС во Министерството за одбрана. STRATCOM е исто така одговорен да обезбеди достапност на барните ГПС услуги за корисниците и системот да се користи во мисиите на Министерството за одбрана. Другите министерства и агенции се одделно одговорни за користење на ГПС при нивните уникатни мисии.

И покрај ова специфично дефинирање на одговорностите, политиката и оперативните надлежности за ГПС во ДоД се мешаат подари донесените менаџмент одлуки. Понекогаш доаѓа до преклопување, а понекогаш има неповрзаност на персоналот во канцеларијата на министерот за одбрана, како и кај воздухопловната воена сила. Може да се заклучи дека при менаџирање на ГПС постои голема конфузија за одговорностите.

Конфузијата исто така влијае и врз цивилната и интернационалната перцепција за значењето на Соединетите Држави во ГПС системот и нивната обврзаност за одржување и еволуција на ГПС. Многу е значајно министерот за одбрана да рedefинира авторитет и одговорности за системот и во ДоД да ги утврди лидерските позиции за ГПС, кој систем претставува срцевина на вселенско-базираната ПНТ инфраструктурата, на домашно и интернационално ниво. Единицата за специјални задачи препорачува Министерството за одбрана да остане раководител на сите ГПС сателитски услуги и исто така смета дека е од есенцијално значење одговорностите за системот да бидат јасно назначени и опишани во ДоД. Исто така единицата за специјални задачи препорачува министерот за одбрана да обезбеди такво јасно водство, кое ќе може во иднина да се примени на сите воени и цивилни ГПС сигнални услуги.

ГЛАВА IV: Глобален навигациски спутников систем - ГЛОНАСС и европскиот систем за позиционирање - ГАЛИЛЕО

Глобален навигациски спутников систем - ГЛОНАСС

Истовремено со создавањето на ГПС системот, се развива и рускиот Глобален навигациски систем - ГЛОНАСС. Настнувањето на овој систем е во средината на седумдесетите години на 20-тиот век односно во 1976 година. Русите првиот сателит го лансираат во 1982 година, а во наредните три години, се лансираат уште девет сателити, кои биле во целосна функција. Веќе во 1995 година може да се каже дека ГЛОНАСС системот скоро целосно се комплетира. Русија го создава овој систем како алтернативен систем на американскиот Глобален навигациски систем - ГПС. И покрај тоа што настанува на тло на СССР, по распадот на Советскиот Сојуз, Русија го презема истиот, но до почетокот на новиот милениум, ГЛОНАСС станува неупотреблив. Согледувајќи го тоа Русија почнува да финансира и да инвестира во оваа програма, со цел да го ревитализира системот и тоа во интервалот од десет години се инвестираат во рускиот систем четири милијарди долари. Според проекциите до 2020 година се предвидува дека ќе се инвестираат вкупно 16 милијадри долари. Овие трошоци пред се, се за новите сателити. Се планираат нови 35 сателити, со поголема прецизност и со поголем рок на употреба од претходните (кои имале рок не поголем од три години). Понатаму, дел од инвестираните средства ќе бидат употребени за изградба на копнени контролни станици, кои ќе даваат попрецизни позиции. До 2020 година се планира изградба на 16 копнени станици во Русија, над 30 станици на јужната хемисфера и 2 контролни станици на Антарктикот. Инаку, Русија има прецизно позиционирање на северната хемисфера, пред се благодарение на распоредот на контролните станици, додека од друга страна има слаба контрола на јужната хемисфера и тоа е еден од проблемите кој мора да го решава во иднина, со цел да се зголеми севкупната прецизност на рускиот систем - ГЛОНАСС.

Инаку, двата глобални навигациски системи првенствено биле за воени цели - за воздухопловните и поморските воени сили, но со тек на време почнува да се употребува и за цивилни цели. Поточно ГЛОНАСС откако беше претставен на пошироката јавност, од 1987 година започна да се користи за геодезија, а малку покасно почнува да се користи и од страна на цивилите и од страна на цивилната авијација. Во однос на компонентите односно сегментите на глобалните системи,

постои огромна сличност. За нив заедничко е постоење на контролен (контролни копнени станици), вселенски (сателити) и кориснички-приемници (смартфони, апарати, таблети и сл.) сегмент. Копнениот односно контролниот сегмент на ГЛОНАСС го сочинувале прво осум контролни станици, кои пред се имаат задача за мониторинг на орбитите, а од кои главната контролна станица е во Москва, а другите се распоредени во седум различни градови. Слично е и со распоредот на сателитите, лансирани на орбити, како и функционирањето на системот преку сигнали, кои се праќаат од сателитите до приемниците. Инаку, ГЛОНАСС системот има сателити на висина од 19 100 километри, а истите се под агол од 120 степени. Орбиталниот период пак изнесува 11 часа и 15 мин. Исто како и кај ГПС системот, неопходни се минимум четири сателити, за определување на 3Д положба односно неопходна е видливост од приемникот на најмалку три сателити за одредување на 2Д позиција. Инаку, видливоста на бројот на сателитите од приемникот иде правопрпорционално со прецизноста на позиционирањето. Друга заедничка црта на двата системи се кодовите, кои ги содржат сигналите, испратени од системот, поточно C/A и K-кодовите. Сигналите исто така содржат и навигациска порака. Овие кодови се за сите сателити, но C/A и K-кодовите се пуштаат со различни брзини. Сигналите се пренесуваат преку две фреквенции - L1 и L2 фреквенција. Со новите сателити на ГЛОНАСС системот - Глонасс-К и Глонасс-М се очекува да се подобри прецизноста и се предвидува дека рускиот систем ќе има дуplo подобра точност од ГПС. Инаку, Русија активно работи на постигнување на целосна компатибилност на својот систем со ГПС. За да го постигне тоа, Русија лансираше втора генерација на сателити наречена Глонасс-М во 2005 година (со дуplo поголем рок на траење и со многу поголема моќност од првата генерација сателити), а потоа лансираше и трета генерација - Глонасс-К.

Покрај големиот број на сличности помеѓу американскиот и рускиот систем има и неколку суштински разлики. Тука пред се мора да се спомне времетраењето на сателитите. На пример американските сателити од првата генерација имале рок на траење околу седум години, додека руските сателити од првата генерација имале употребливост од само една до две години. Втората генерација на руските сателити пак - Глонасс-М, имале рок на употреба седум години, додека сателитите од третата генерација - Глонасс-К, имаат век од десет, па и до дванаесет години.⁴³

⁴³Милески Т., Спасов Н. (2012) *Систем за сателитска навигација и глобално позиционирање*, "Филозофски факултет", Скопје, стр. 46-51

ГАЛИЛЕО - европски систем за позиционирање GALILEO (Galileo Positioning System)

Именуван по познатиот астроном од Италија - Галилео Галилеј, Галилео системот претставува проект на Европската вселенска агенција - ЕСА и Европската Унија - ЕУ за сателитска навигација и за позиционирање, наменет за цивилна и воена употреба. Покрај нив, во овој проект се вклучени и други земји, како на пример: Индија, Украина, Кина, Мароко, Јужна Кореја и Саудиска Арабија. Инаку, овој систем почнува да се креира по настанокот на ГПС, односно првите идеи за ваков систем во Европа се јавуваат во 90-тите години на XX век, а веќе во 1999 година е донесена првата резолуција за европски позиционен систем, кој ќе биде пред се независен од ГПС и ГЛОНАСС, а потоа ќе биде комплементарен на истите системи, со цел да се подобри навигацијата на светско ниво. Во тој контекст, во 2004 година се склучува и Даблинскиот договор помеѓу САД и Европа во Даблин, Ирска.

За Галилео системот се предвидува целосна функционалност до 2019 година. Инаку, интересен е фактот дека лансираните сателити се именувани според победниците на натпреварот "Детски цртежи на Галилео", кој натпревар е под раководство на Европската вселенска комисија.

Слично на системите во САД: WAAS системот (Wide Area Augmentation System - WAAS) и Диференцијалниот ГПС - ДГПС (Differential Global Positioning System - DGPS), во Европа се креира т.н. европска услуга за покриеност на геостационарната навигација - ЕГНОС систем (European Geostationary Navigation Overlay Service - EGNOS), со слична намена и начин на функционирање. Овој проект претставува прв обид на Европа за навигација на сателити, кој има за цел унапредено позиционирање (вертикално до пет метри и хоризонтално до два метри), а потоа и вградување на истиот во Галилео системот. И покрај тоа што првенствено бил создаден за подобрување на сигналите на рускиот систем - ГЛОНАСС и американскиот систем - ГПС, ЕГНОС системот обезбедува и: емисија на сигнали, кои имаат голема прецизност, од т.н. геостационарни сателити и информирање на корисниците ако се случи некава грешка кај овој систем или американскиот ГПС и тоа во најбрз можен рок, до максимум шест секунди.

Главна разлика помеѓу американскиот и европскиот систем е цивилната употреба на ваков навигациски и позиционирачки систем. Имено, Галилео е цивилен проект, додека ГПС системот става акцент на воената употреба, а потоа на достапноста за секого. САД, на почетокот на Галилео проектот, силно се противеле на европскиот системот токму поради оваа причина, со што според нив се попречуваат нивните интереси на национално ниво преку неможнoста за попречување на сигналите од нивна страна во вонредни и итни ситуации. Поради стравот на САД од губење на ексклузивните права, доаѓа до големи несогласувања на двете страни и можност европскиот проект да не успее на самиот старт, при првите две, три години од зачетокот на Галилео.

Инаку, според почетните проекции, се предвидувало Галилео да чини неполни 5 милијарди долари. Галилео бил стартуван првенствено од приватни организации, кои релативно брзо се откажале од истиот. Потоа на нивно место доаѓаат Европската вселенска агенција - ЕСА и Европската Унија - ЕУ. Се планирале два контролни центри, од кои едниот би бил во близина на Рим, Италија, а пак другиот во Минхен, Германија. Двата центри имаат мрежи од антени, кои се составен дел од копнениот контролен сегмент - ГЦС, кој има главна функција да се грижи за самиот Галилео систем и за неговите сателити и Галилео, сегмент на мисија - ГМС, кој пак има главна функција да го одржува навигацискиот систем и оној за мерење на времето, а користи сензорни станици преку L фреквенција, за контрола на испратените од сателит, навигациски сигнали. Инаку, сите станици поседуваат референтен приемник. Податоците, преку сателитите, се испраќаат до контролните станици, каде се обработуваат истите, а потоа се создаваат т.н. навигациски пораки, кои се праќаат до сателитите преку S фреквенција. Понатаму таа навигациска порака преку сателитите се праќа по L фреквенција до крајните корисници.

Значајна карактеристика на европскиот систем е прецизноста во позиционирање (грешка од максимум еден метар), точно мерење на времето, можност за брзо информирање при нефункционалност на некој од сателитите и бесплатна навигација за корисниците. Што значи се планира далеку поголема прецизност од американскиот систем, кој има грешки и до десет метри. Но, оваа екстремно висока прецизност на Галилео се предвидува за воените и комерцијалните корисници со дополнителни плаќања.

Инаку, Галилео претставува долгогодишен проектот, кој се развива и расте во повеќе етапи и тоа: развојна, производствена и оперативна етапа. Во првата, развојна етапа се

определува главната суштина на системот, односно потврдување на орбитите преку лансирање на неколку пробни сателити, од кои прв бил т.н. GIOVE-A сателитот (Galileo in Orbit Validation Element A). Целта на пробниот сателит била преку него да се изврши тестирање, корегирање, тест на атомските часовници, движењата на орбитите, фреквенциите и сл., се со цел подобра реализација на европскиот систем Галилео. Потоа се лансирал и вториот пробен сателит, т.н. GIOVE-B сателитот (Galileo in Orbit Validation Element B). Втората етапа, пак се однесува на производство, лансирање и разместување на сите сателити од сателитската констелација, а воедно и создавање на копнени контролни станици. Третата етапа се однесува на целосна функционалност и оперативност на Галилео проектот.

Елементи на Галилео

Галилео системот има три главни елементи и тоа:

- Глобален елемент, претставува главен елемент на системот, составен од:
 - Сателитска констелација, од 30 сателити, секој со соларни колектори и креирани на тој начин да можат повеќе пати да бидат лансирани.
 - Копнен, контролен сегмент - ГЦС (Ground Control Segment - GCS).
 - Галилео, сегмент на мисија - ГМС (Galileo Mission Segment - GMS).
- Регионален елемент, составен од :
 - Регионални провајдери, кои поседуваат мрежа од сензорни станици, кои имаат цел обработка на сигналите на тој регион.
- Локален елемент, составен од мрежи на копнени радио конекции, со конкурентни перформанси и цена.
 - терминали
 - кориснички приемници

Инаку, слично и на другите два глобални навигациски системи, кај Галилео системот сателитите се распоредени во орбити, на височина од 23.222 километри, која височина осигурува солидна видливост на сателитите од една страна, а од друга страна со истата се заштитува од резонанца при гравитација, што значи дека кога орбитите се спојуваат се осигурува сателитската позиција во рокот на траење на сателитот. Орбиталениот период изнесува 14 часа, а сателитите се во средишната орбита на Земјата, во три орбити, по десет сателити, од кој едниот е резервен и би се користел доколу некој од

другите станe нефункционален, со што всушност се скратува времето за замена на сателитите, од месеци на денови.

Улога на Галилео во современото живеење и негова примена

Според проекциите, се очекува до 2020 год., Галилео да има над 3 милијарди свои корисници. Овој систем се очекува да има широка примена во многу области на секојдневното живеење, како на пример:

1. Транспорт (воздухопловство, поморски, копнен, железнички и патнички)

Галилео системот ќе има широка употреба во сите видови на транспорт, почнувајќи од воздухопловство, до примена кај пешаците. Во воздушниот транспорт, Галилео ќе се користи во сите сегменти на летањето. Во водениот сообраќај ќе се применува во маневрирање на пристаништата, навигација на отворена вода, навигација на крајбрежје и слично. Применатата пак во копнениот сообраќај се однесува на навигација на автомобили, автобуси, камиони, како и помош, која системот им ја нуди на управувачите на возилата. Во железничкиот сообраќај исто така се очекува голема примена на системот и тоа при: мониторинг на пруги, контрола и мониторинг на возовите, управување, известување на патниците и слично.

2. Премерување на земја

Благодарение на големата прецизност, која ја овозможува овој систем, ќе може да се добиваат истите услуги, кои ги обезбедува диференцијалниот ГПС, само со помали трошоци, преку Галилео и тоа во ситуации како на пример: геодезија, правење на карти, сеизмички анализи, хидрографија и друго.

3. Наука

4. Рекреација

Се предвидува широка употреба и примена на Галилео кај цивилните корисници при рекреација како на пример: пловидба и летање за рекреација.

5. Банкарство и финансии

Со овој систем ќе се зголеми безбедноста на електронското банкарство со точно обележување на времето на трансакциите.

6. Осигурување

Надзор над материјалните добра, како што се: прнос на финансиски средства, злато, уметнички слики и друго.

7. Управување при кризни ситуации

Преку Галилео системот од една страна поефикасно ќе стане управувањето на ресурсите, а од друга страна ќе се намали времето потребно за интервенција, што е многу битно во кризни ситуации како пожари, земјотреси, излевање на нафта, поплави, морски несреќни случаи, и слично.

8. Земјоделство

Ќе може да се вградат приемници во комбајните, тракторите и другите земјоделски инструменти, а од друга страна Галилео системот ќе придонесе и за навигација, преку која ќе се врши надзор над приходите и менаџментот со прскање на штетниците.

9. Рибарство

Системот ќе овозможи надзор над рибниот фонд, мониторинг над бродови, со што ќе се зголеми безбедноста, лична и на животната средина.

10. Персонална навигација

Галилео системот ќе биде интероперабилен со американскиот систем ГПС, а се предвидува и да биде попрецизен од истиот. Поради тоа, личната навигација ќе биде многу атрактивна за цивилните корисници, а посебно многу алтернативи ќе се отворат по поврзувањето на Галилео со мобилна технологија.

11. Енергетика

Преку Галилео системот, благодарение на точното и прецизно време, во овој конкретен сектор ќе се добијат користи како на пример: подобар пренос преку далноводите на електрична енергија и преку надзор на мрежата ќе се олесни управувањето со далноводите.

12. Мерење време

13. Инженерство

14. Спасување и тракирање при несреќни случаи

Галилео ќе придонесе и при тракирање на поединци, надзор над медицински екипаж и полиција, ќе придонесе за подобра безбедност на децата во училиште и друго.

15. Управување со животната средина

Во овие ситуации Галилео ќе придонесе за мерење на јоносферата, предвидување на земјотреси и временска прогноза, следење на животни, тракирање на санти мраз и слично.

Со ова во значајна мера ќе се влијае на подобрување на бизнисот во земјоделството, банкарскиот и финансискиот сектор, туризмот, комуникацискиот сектор и нафтената индустрија и природните гасови, каде овој систем, преку точното позиционирање, ќе придонесе за анализа на други поморски лежишта и за анализа на ризици од геофизички и геоморфолошки карактер.

Делови на сателитите на Галилео

Сателитите на Галилео системот се составени од следниве делови:

1) Апарат за мерење на времето со атомски, прецизни часовници

(овој уред, преку прецизните часовници се наоѓа во центар на сателитот. Часовникот е со минијатурни димензии и со тежина малку поголема од три килограми. На секои два саати се вршат корекции.)

2) Направа за генерирање сигнали

(оваа направа е одговорна за да се обезбедат навигациските сигнали, кои се составени од кодови за определување на оддалеченост, кои откако ќе се искомбинираат со навигациските пораки, се трансформираат, па се пренесуваат до апаратот за емисија)

3) Апарат за емисија

оваа направа е одговорна за појачување (има две појачувања, едни за ниски, а други за високи фреквенции) на носачите на навигациските сигнали, кои по тоа се комбинираат во мултиплексерот. На крај се доставуваат во антената за емисија

4) Антена за пронаоѓање и тракирање, при несреќи

(преку комбинација на две фреквенции)

5) Фреквенциски трансформатор (конвертор)

6) Станица за прием на емисија

Иднината на Галилео системот

Овој систем е управуван од страна на Европската вселенска агенција и Европската Унија, Европската инвестициона банка, како и повеќе високопрофитабилни компании, кои имаат обрт од над пет милијарди евра, на годишно ниво. Значи за системот е одговорен и приватниот и јавниот сектор, кои со заеднички сили и финансии придонесуваат за развој и напредок на овој проект. Бидејќи трошоците се огромни,

проектот се финансира од приватни и јавни фондови, со цел да се максимираат придобивките од системот.

Навигација и мерење на време преку системот Галилео

Сателитската навигација се постигнува преку мерење на далечината на објектот од минимум три Галилео сателити. Сигналите, кои ги емитува сателитот, доаѓаат до приемникот, каде преку соодветни алгоритми се трансформираат во далечина. За точно мерење на времето неопходни се прецизни часовници на сателитите - атомски часовници (кои прават најмали отстапувања при временските мерења), но и на приемниците, како и нивно меѓусебно усогласување. Сателитските часовници се далеку поточни од оние на приемниците и секој сателит има 2 водородни, хидрогенски мејзери⁴⁴ и 2 радиумови часовници. Од сите четири часовници, само еден работи во одреден момент. Радиумовите часовници се прецизни до степен на правење грешка од три секунди на временски период од милион години, додека водородните, хидрогенски мејзери се прецизни до степен на правење грешка од една секунди на временски период од три милион години. Од 2001 година започнато е со дизајнирање на водородните, хидрогенски мејзери, кои се поточни од радиумовите часовници (што значи дека корекции се вршат само еднаш на секоја поединечна орбита) и се со поголеми димензии и поголема тежина односно 18 килограми по часовник. И покрај се ова, водородните, хидрогенски мејзери се сепак соодветни за вградување во сателитите. Во сите овие часовници, кои се вградени во сателитот, Галилео обезбедува создавање на сигнали за навигација.

Функционирање на Галилео, неговите фреквенции и сигнали

По емисија на сигнали од Галилео сателитите, приемниците ги апсорбираат истите тие сигнали и преку нив ја определуваат положбата на тој начин што ја читаат далечината од сателитите.

За функционирање на Галилео системот има фреквенции во распон од 1,1 GHz до 1,6 GHz. Инаку, сигналите имаат податоци за информативни пораки (кои содржат информации за ефемерисот, статусот на сателитот, информации за часовниците на

⁴⁴Направи за создавање на електромагнетни бранови, кои се кохерентни.

сателитите и името односно ознаката на сателитот) и за определување на далечината. Секој сателит на Галилео системот смитуваа десет сигнали од неколкуте видови и тоа:

1. Сигнал за безбедност на поединците "SOL - Safety of Life"

Овој сигнал е сличен на сигналот за постојана услуга "OS - Open Service", во однос на мерењето на времето, како и на прецизноста и ќе се употребува во ситуации каде прецизноста има круцијално значење, односно во ситуации како на пример: водениот, железничкиот и воздушниот сообраќај. За разлика од сигналот за постојана услуга "OS - Open Service", сигналот за безбедност на поединците "SOL - Safety of Life", гарантира за веродостојноста на испратените податоци, што е многу важно во вакви ситуации, каде животите на луѓето се ставаат под знак прашалник, доколку системот е непрецизен. Овој сигнал ќе добие соодветен сертификат и ќе може да се користи само за посебни приемници, кои исто така имаат сертификати, и имаат две фреквенции. Благодарение на се тоа, ќе се зголеми безбедноста, особено во рурална средина, ќе се подобри способноста на организациите, посебно транспортните глобални фирми и компаниите од областа на авијацијата.

2. Сигнал за јавна регулатива "PRS - Public Regulated Services"

Целосно функционален сигнал, дури и во кризни ситуации, постојано ќе работи, во секакви услови и ќе биде отпорен на попречувања. Инаку, овој сигнал е наменет за институции како на пример крајбрежна стража, полиција, царина и други државни институции.

3. Комерцијален сигнал "CS - Commercial Services"

Претставува сигнал со поголема прецизност од онаа која ја нудат сигналот за безбедност на поединците "SOL - Safety of Life" и сигналот за постојана услуга "OS - Open Service" и поради тоа ќе чини повеќе од нив. Овој сигнал ќе се користи во ситуации каде се бара поголема прецизност. Во овој случај се додаваат уште два сигнали, дополнително достапните - слободни сигнали. Овие два сигнали, односно правото за нив ќе се купува од Галилео системот.

4. Сигнал за траирање и спасување "SAR - Search & Rescue Services"

Сигналот за траирање и спасување ќе има огромен придонес при барање и спасување на луѓе на глобално ниво, во случај на несреќни ситуации. Со овој сигнал од една страна ќе се придонесе за бројни спасувања во случај на несреќа, а од друга страна ќе се овозможи да се намали бројот на лажни тревоги. Придобивките се особено значајни бидејќи ќе се обезбеди: точно определување на локации од кои се бара помош, подобра достапност на вселенскиот сегмент,

примање на повици за итна помош од било кој дел на Земјата, поголема сателитска покриеност, со што ќе се оневозможи блокада во тешки услови и слично.

5. Сигнал за постојана услуга "OS - Open Service"

Овој сигнал е наменет за слободно користење, без да се плаќа за истиот. Придобивки од оваа услуга ќе има широката јавност во урбаните средини. Приемниците ќе користат и Галилео и ГПС сигнали, но нема да даваат толку голема прецизност како при користење на воени сигнали, бидејќи во овие случаи ќе се користат и свтини приемници, кои немаат доволно прецизни часовници.

Од десетте сигнали кои ќе ги емитува секој поединечен Галилео сателит, шест ќе бидат сигнали за постојана услуга "OS - Open Service", два сигнали за јавна регулатива "PRS - Public Regulated Services" и два комерцијалени сигнали "CS - Commercial Services".

Инаку, иста фреквенција се емитува од сателитите, а секој сигнал има свој код, со тоа приемникот одредува кој сигнал стигнува до него. Колку што се посложени кодовите, полесно се разликуваат и не се мешаат, а со тоа и се олеснува процесот на идентификување на сателитот кој го емитувал сигналот.⁴⁵

⁴⁵Милески Т., Спасов Н. (2012) *Систем за сателитска навигација и глобално позиционирање*, "Филозофски факултет", Скопје, стр. 31-45

ГЛАВА V: Препораки

Пред да се премине на детално објаснување на препораките, неопходно е да се објаснат преоритетите на корисниците на ГПС, односно за воените сили од целиот свет, како и за цивилните, комерцијалните и научните корисници, кои имаат корист од услугите на ГПС и кои се потпираат на системот.

Преоритети на корисниците на ГПС

ПРЕОРИТЕТИ НА КОРИСНИЦИТЕ	ВОЕНИ ГПС КОРИСНИЦИ	ЦИВИЛНИ, КОМЕРЦИЈАЛНИ И НАУЧНИ ГПС КОРИСНИЦИ
Достапност (на краток и долг рок и покрај попреките/мешањата)	√	√
Прецизност	√	√
Настаната непрецизност	√ (Минимум колатерална штета)	√ (Осигурување на интегритет на услугата)
Одрекување на ПНТ изворите на непријателите	√	
Значајна улога при одредување на системската конфигурација	√	√
Компатибилност со другите услуги (на пр. Galileo, QZSS, GLONASS)	√	√

Табела 7. Преоритети на корисниците на ГПС

Извор: Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, Табела 2. Преоритети на корисниците на ГПС, стр. 73

Како што може да се види од табела 7, преоритетите на корисниците на ГПС се генерално заеднички.

Препораки за системот и програмата

ГПС сателити и констелација (подобро достапност и прецизност)

- Одржување на сателитска констелација од 30 сателити
 - Зголемување на т.н. скрисн агол од 5 на 15 степени, со цел да се подобри перформансот во планински терен, како и во урбани средини.
- Конфигурирање на констелацијата во три рамнини со 10 сателити по рамнина (ова би го поедноставило одржувањето на констелацијата и би овозможило дуалното лансирањето на сателити да биде поефикасно управувано).
 - Започнување на транзиција од шест-рамнинска констелација е подобро отколку да се чека лансирање на GPS III.
- Ограничување на тежината на GPS III сателитите, со цел да се овозможи лансирање на два сателити на единствено EELV возило со средна големина.
 - Ако сателитите ја надминуваат тежината или прагот на моќност, што би придонело за загрозување на двојната видливост, ќе мора да се преиспита отстранувањето на секундарната носивост/јачина. Во овој случај ќе мора да се истражат модификации и алтернативи на NSD мисиите.
 - Треба да се земе во предвид регионален сигнал (поголема зрачна емисија) како помалку тежинска и понекомплексна алтернатива на точката емисија, која се планирала со GPS III програмата.
- Продолжување на напорот за добивање на веродостојни и вселенско-базирани часовници и навигациска јачина, со цел да се овозможи директна, многу веродостојна воена прецизност во опсег од 2 до 4 метри за прецизно таргетирање и испорака на оружје.
(осигурување дека индустриската основа за оваа технологија е обезбедена).

Како дел од стратегијата за проширување на GPS III програмата, се вклучува опцијата за обезбедување на моќна земјина сателитска покривност без притоа ГПС напонскиот систем да дозволи операции на измешани констелации со високи трошоци, (високо

функционални сателити) и корисни сателити со ниски трошоци, зголемувајќи ја сигналната робусност и достапност, додека се намалуваат трошоците за севкупниот животен век на констелацијата. Ова исто така ќе овозможи и значајно глобално олеснување за ГПС против тенденциозните и нетенденциозните мешања. Потребно е вклучување на целосно репрограмирачки навигациски напон во ГПС сателитите чим се овозможи флексибилност на сигналната структура како и содржина.

ГПС контролен сегмент и сателитски операции
(подобрување на функционалноста, акцелераторните можности)

- Оперативниот контролен сегмент - ОЦС, развил свои проблеми.
 - Користењето на цивилните сигнали на почетокот носело определен ризик бидејќи се чекало објавување на целосен оперативен статус од страна на АФ.
- Како решение на долго постоечките проблеми за развој на ОЦС се предложило паралелен развој на функционалноста на ОЦС, базирана на контролни инженерски принципи со јасно дефинирана примена на мешањето меѓу компонентите на софтверот. Претходната инженерска методологија се покажала како нефункционална.
- Модифицирање на оперативниот концепт за сателитските операции.
 - Персоналот на воздухопловната воена единица продолжува да ги води и управува сателитските операции.
 - За ублажување на прскините и нарушувањата, причинети од страна на личниот профит и за обезбедување со искусен кадар, треба селективно да се интегрира техничкиот персонал со позиции кои вклучуваат мониторинг на сателитскиот систем и вршење на командите. Како дополнување на другите користи, имплементацијата на оваа пракса би требало да резултира со заштеда на оперативни трошоци за воздухопловната воена единица.
- Имплементирањето на директен, независен и постојан мониторинг на воените и цивилните оперативни можности. Ова треба да вклучи проекции за можностите да ги исполнат потребите на корисниците во нормална и стресна средина, а исто така и ако е потребно историските податоци да обезбедат оценување на претходните перформанси.

- За воената анализа и оценување, треба да се комплетираат преостанатите податоци од мониторинг сатницата на Националната геопросторна разузнавачка агенција во оперативниот контролен сегмент - ОЦС.
- Да се вклучи директна конекција со WAAS мониторинг системот. Со ова се обезбедува многу веродостоен примерок на ГПС достапноста, интегритетот и прецизноста во Соединетите Држави.
- За цивилна анализа и оценување, треба да се земе во предвид користењето на постоечките светско распространети цивилни, комерцијални и научни ГПС мониторинг мрежи.

За да се подобри ГПС глобалната конкурентност, перформансот на цивилниот ГПС треба да се апгрејдира. Треба да се утврди независна т.н. "цивилна карта за извештај", базирана на WAAS мониторинг мрежата. Ова треба да е вклучено во неделните анализи на перформансот.

Придобивки од ГПС воената корисничка опрема и инсталација
(акцелирање на анти-попречувачките можности)

- Секоја услуга треба да биде финансирана од својата програма за истражување и развој (R&D програма), за да се обезбеди позициони и навремени информации во опремата и оперативните можности. Понатаму следи развој на STRATCOM патна мапа за заеднички, интегрирани, прецизни операции и да се обезбедат операции во координација со утврдените стандарди на STRATCOM за PPS перформанс.
- ГПС опремата за мисии се применува во доменот на селективно достапниот модул против измама - CAACM (Selective Availability Anti-Spoofing Module - SAASM) и го вклучува М-кодот и другите модерни карактеристики.
- Колку што е можно побрза еволуција на ГПС корисничката опрема од SAASM до YMCA конфигурација.
 - Промена на политиката за водството при обезбедување на идната ГПС корисничка опрема, со цел да се дозволи минимум три нивоа на изведба и заштита и тоа:
 - Целосна можност за управување со "воената ексклузивност" на ГПС сигналите.

- Целосна можност за управување со "воената ексклузивност" на ГПС сигналите, со дополнителна можност за примање и искористување на другите цивилни и странски сателитски навигациски сигнали.
- Корисничката опрема не е конфигурирана за ексклузивни воени сигнали, но може да прима и да користи од целиот ранг достапни сигнали за да се овозможат поевтини операции во средини со помалку мешања.
- Паралелно со развојот на YMCA и корисничката опрема со M-код, се инвестира во комплементарна технологија, која ветува значајни подобрувања во анти-попечувачкиот перформанс. Најбрзо можно интегрирање на овие карактеристики во дизајнот на YMCA и SAASM приемниците. Таквите технологии вклучуваат, но не се ограничени на:
 - Адаптивно мултиемитувачко управување за броење на проширените мобилни попечувања.
 - Дигитално процесирачки антени.
 - Тесно врзани, адаптивни филтери.
 - Векторско следење.
 - Мрежно асистирање на придобивките/подобра платформа за поддавање.
 - Целосна видливост.
 - Атомски часовници со надоградба на чипови.
- Претпазливо планирање на рана интеграција на технологијата за анти-попечувачки приемници како главен приоритет/високо исплатлив вооружен систем.
 - Развивање на т.н. сребрен-куршум единица (silver-bullet force), која вклучува специфични типови на платформи за испорака, опремени со апгрејдиран ГПС, способен за операции во средини, каде има попечувања од страна на непријателите.
 - Обезбедување концепти на операциите, преку кои ќе се рефлектираат придонесите на ГПС и апгрејдирање на концептите на операциите, за да се дефинираат работни концепти за ангажирање на т.н. сребрен-куршум (silver-bullet) ресурси.
- Продолжување на напорите за развој на тековната безбедносна архитектура во поразлична и поробусна PRONAV безбедносна структура.

Една одлука, која според единицата за специјални задачи е есенцијална за подобрување на можностите за идната флексибилност на ГПС сателитите и корисничката опрема, е перманентно да се елиминира барањето за селективната достапност во дизајнот на целокупната идна опрема, со цел бришење на надземниот хардвер и софтвер.

Подобрување на анти-попечувачкиот перформанс

- Иницирање на агресивна програма за претставување на подобрувањата во анти-попечувачката на соодветните воени приемници, имено:
 - Приемници кои се редизајнираат за да го сместат М-кодот.
 - Приемници, кои се развиваат во новиот вооружен систем.
 - Селектирана т.н. сребрен-куршум (silver-bullet) подгрупа на приемници во воената опрема.

Продолжување со GPS III програмата со цврста одлучност и контролирање на тежината на сателитите на тој начин што два сателити можат да бидат лансирани од единствен генератор. Имено: контролирање на барањата преку постојани вежби за надзор на програмата, од страна на ASD (NII) и USD (AT&L), одржување на доволна тежина и маргини на моќта преку развој, како и постојана подготвеност за отстранување на другите делови или цела носивост/јачина, како на пример NSD, ако е неопходно.

Соочување со Галилео

- Постојана отвореност кон можностите за кооперација (според договорот САД-ЕУ) и според потпишаната Претседателска директива.
- Силна промоција на вистинската, цивилна интероперабилност - добро дефинирана геодетска и временска трансформација, која лесно може да биде имплементирана во корисничката опрема.
- Инсистирање за целосно обелоденување на отворената сигнална структура.
- Продолжување со имплементација на посебна стратегија за обезбедување на супериорни воени и прифатливи цивилни ПНТ можности за интересите на Соединетите Држави и за глобално користење на воениот ГПС, како суштинска можност.

- Одржување на ПНТ системската конфигурација, која ќе дозволи вредноста на Галилео да ги зголеми можностите и да се овозможи комбинација на двата системи за цивилните корисници.
- Подготвување за НАТО дискусии поврзани со потенцијалнта корист од услугите на Галилео за воени цели на земјите членки на НАТО.

Истражување на пристап за соработка помеѓу САД и Европа, со кој ќе се одржи независноста и суверенитетот на двете страни додека се дозволува создавање на поголеми можности, со помали трошоци отколку било која од двете страни може да ги постигне сама за комерцијални користи. Потребно е и истражување на кооперативна размена на мониторинг информации.

Организација и владеење

- Потпишаната Претседателска директива од 2004 година за вселенскиот ПНТ систем, создала можност да се поправат недостатоците на претходниот интерагенциски ГПС извршен одбор. Следниве препораки упатуваат на ефикасноста на новата структура:
 - Ако замениците не учествуваат рутински, тогаш назначените претставници на Националниот вселенски ПНТ извршен комитет - НПЦЕ (National Space - Based PNT Executive Committee - NPCE) мораат формално да бидат овластени да зборат и да дејствуваат во име на нивните назначени заменици, за сите работи кои излегуваат пред NPCE.
 - Зајакнување на ефикасноста на Националното вселенско ПНТ биро за координација - НПЦО (National Space - Based PNT Coordination Office - NPCO), преку формално назначување на технички фокусни точки во секој оддел, кој ќе ги известува управителите на НПЦО за сите работи поврзани со ПНТ, кој ги развива НПЦО до извршно ниво.
 - Акционерите можат да го користат овој форум за истражување на остварливоста на алтернативните методологии, за менаџирање и финансирање на ГПС, за решавање на тековните проблеми и поефикасна одржување и подобрување на услугите, за во иднина да дојде до целосно дополнување на домашните и интернационалните корисници.

- Исто така, министерот за одбрана треба да ги дефинира авторитетите и одговорностите во министерството, за да се елиминираат сите двосмислености и нејаснотии во врска со одговорностите за ГПС, кои двосмислености го забавуваат донесувањето на одлуките и ја одржуваат надворешната перцепција дека ДоД нема увид во одговорностите на ГПС раководството.
 - Назначување на поединечни фокусни точки во Министерството за одбрана за целокупната ГПС политика и другите работи поврзани со јасно дефинирање на односите меѓу заедничкиот персонал и услугите (вклучувајќи ја воздухопловната единица), поврзани со ГПС операциите и придобивките.
 - Користење на методи во ПНТ извршниот комитет на Министерството за одбрана, за целосно управување со препораките за развој на ПНТ улогите во организациската структура на Министерството.
 - Спонзорирање и водење на интерагенциски развој на детална, национална ПНТ архитектура, за да се водат идните инвестициски одлуки и одлуки за имплементација, во врска со ГПС и неговите комплементарни системи и технологии.
 - Министерот за одбрана треба повторно писмено да ги нагласи критиките за ГПС операциите, што е сличен процес на неговото претходно истакнување на придобивките од ГПС.
- Командантот на STRATCOM може брзо да ги демонстрира подобрените операции преку поддршка на задачите на командантот на 14-та AF, за формирање на ГПС центар за заедничка поддршка на услугите (Joint GPS Service Support Center), кој е дел од Центарот за заеднички вселенски операции (Joint Space Operation Center). Примарна оперативна задача на овој центар е подобрување на позиционата и временската услуга за воените корисници. Ова иницијално се постигнува преку собирање и анализа на ГПС мониторинг информации од веродостојни, независни, глобални извори и на долг рок преку докажување оперативно водство за унапредување на софтверот на контролниот сегмент. Овој центар исто така може да претставува извори на информации за достапноста на сите странски GNSS системи (GLONASS, Galileo и другите системи) и за вселенските операции.

При исполнување на своите раководствени задолженија за обезбедување на цивилна и воена ПНТ инфраструктура, командантот на STRATCOM треба да биде насочен од

министерот за одбрана, за да се развие и одржи магистрална мапа за постигнување на заеднички, интегрирани, прецизни и воени операции, за да се координираат магистралните мапи, како корисничка опрема за компатибилност, за утврдување и за одржување на SPS и PPS стандардите за перформанс. Тек тогаш STRATCOM ќе може да ги зададе своите компоненти за имплементација на стандардите и да даде извештај за критериумите, во склад со перформансот на заедничкиот систем. Потребно е вклучување на назначени претставници од STRATCOM и интерагенциските извршни комитети и работни групи, во менаџментот и во ГПС операциите.

ГПС за малокалибарски бомби - СДБ (Small Diameter Bomb - SDB) и за F-22

Поради својата мала тежина и компактна конфигурација, малокалибарските бомби - СДБ ветуваат подобра ефикасност на мисиите, која се согледува преку помалку напади и поиниски логистички трошоци отколку било кога порано. Според единицата за специјални задачи, за постигнување на оптимална ефикасност, целите на малокалибарските бомби треба да ги вклучуваат сите временски дено-ноќни испораки на било која прецизност од минимум 2 метри. Техниките за постигнување на овие нивоа на прецизност се демонстрирани за многу цивилни примени, вклучувајќи и роботско земјоделие и прецизни машински операции со прецизност подобра од 10 сантиметри. Целите на малокалибарските бомби се реални и возможно е да се постигнат, но за успешна имплементација, треба барем на четири проблеми да се обрне поголемо внимание и тоа:

1. Мора да се осигура F-22 постојано да бидат достапни на ГПС. Ова укажува дека мора да се вклучат во анти-попечувачките ГПС приемници и антенска технологија. Барем 90 dB од отпорот на попечувањата е есенцијален и ќе се бара од антените, кои се управувани од зраци, да ги бројат блокираните попечувачи.
2. Платформата на F-22 мора да биде конфигурирана за директно да се справува со комплетните ГПС позициони, брзински и временски решенија за напуштање на претходните малокалибарски бомби. Со ова се осигурува дека ГПС приемниците во малокалибарските бомби можат веднаш да се заклучат при ослободување од военото летало. Оваа можност е есенцијална за правење на отпор кон попечувањата и за одржување на прецизност.

3. Програмата за малокалибарски бомби треба да бара опции за подобрување на т.н. "ГПС- внатрешните парови" за зголемување на отпорот кон попречувањата над оној обезбеден од страна на основниот т.н. "ГПС - внатрешен пакет".
4. За постигнување на најголемиот оперативен ефект, проблемот околу прецизно лоцирање на таргетот мора да се земе во предвид. Тоа бара поголема прецизност од онаа која била според барањата од 2005 година. За постигнување на прецизно таргетирање со оружје на 2 метри, алокацијата на т.н. грешка при локација на таргетот, треба да биде помалку од 1 метар. Единицата за специјални задачи смета дека во денешно време има технологии и техники за постигнување на ова и дека НГА треба да координира т.н. систем на системи, за да осигура реализација на овој перформанс.⁴⁶

⁴⁶Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 89

Вселенска интероперабилност

Во овој специфичен случај на поддршка при воздухопловно испорачување на оружјето на копнените воени сили, користите од прецизното бомбардирање како можности на заедничката мрежа, кои ги овозможува ГПС, не можат да се земат како предност или напредок. За да се осигура дека ГПС заедничката мрежа се применува при поддршка на воздухопловното испорачување на оружјето, се бара промена во заедничката доктрина, при користењето на алфа-нумеричкото позиционирачки систем, т.н. воениот мрежен систем (Military Grid Reference System - MGRS), за сите 2-Д позициони, навигациски и цели за таргетирање, како и за 2Д компонентите на 3Д операциите. Универзалното користење на воениот мрежен систем за сите вселенски операции, ќе ја отстрани конфузијата во врска со тоа кој координатен систем се користи за навигација, позиционирање и таргетирање. Исто така ќе ја елиминира праксата на барање од копнениот персонал, електронски или мануелно да ги конвертира позициите и таргетите од воениот мрежен систем на географска должина и ширина, само со цел да се одржи поддршката од авијационите компоненти.

Во било која вонредна ситуација, било во воена зона или во домашна средина, вселенската интероперабилност е подеднакво важна како и комуникациската интероперабилност. Поедноставно кажано, конфузијата при идентификација на инцидентни локации може да биде подеднакво опасна како и неможноста за трансмисија на таа локација на потенцијален распоред. ГПС може да го реши тој проблем, но само ако е соодветно и паметно употребуван. ГПС овозможува операции со заедничка мрежа, но само ако учесниците однапред се согласуваат за тоа кои од многуте достапи координатни мрежи ќе ги користат за определување на значајните локации за операциите. Координатните мрежи се јазикот на локацијата, и користењето на различни мрежи во иста операција е слично со обидување да се комуницира со различни јазици.⁴⁷

⁴⁷Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 91

Воената вселенска интероперабилност

Во средина со воени мисии, вселенската конфузија во заедничките операции може од различни учесници да резултира со изразување на локации на операциите, преку користење на сферни, географски координати (географска ширина и должина) и мрежни рамнински координати (воениот мрежен систем). Постојат добри причини за користење на секој од нив, првенствено поврзан со патувачко растојание, но гледано низ призма на вселенската интероперабилност, ова е како дискутирање на копнените операции на англиски и воздухопловни операции на кинески. Кога двете страни ќе мораат да работат заедно, преводот е критичен, а под стрес грешките се пречести. Товарот кој произлегува од рутинската комуникацијата паѓа врз копнените трупи, кои веројатно се и онака со премногу задачи и во стресна средина, а многу често и во опасност од непријателот. Поради оваа причина се препорачувало ревизија на заедничката оперативна доктрина, која е објаснета во делот "Испорака на оружјето".

Безбедносни цивилни/домашни операции

Денес луѓето имаат голема потешкотија при наоѓање на работи на мапи (дури и на оние работи, кои се обезбедени од страна на дигитални извори), кои содржат координатни мрежи, кои можат да се користат со ГПС опрема. Тие продукти на мапите, кои вклучуваат мрежи, можат да користат некој од неколкуте мрежни системи за идентификација на локациите, а недостатокот на стандардизација може да создаде временска конфузија во итни и вонредни ситуации. Многу од комерцијално поседуваните мрежи не дозволуваат определување на прецизна локација и виртуелно никаква работа со ГПС опрема. Како и да е, поради акцијата од декември 2001 год. во врска со проблемите на домашната (внатрешната) безбедност, федералниот географски комитет на податоци на Соединетите Држави (U.S. Federal Geographic Data Committee), одобри нова стандардна мрежа за таква примена, со цел да се елиминира оваа просторна конфузија. Наречена национална мрежа на Соединетите Држави - УСНГ (U.S. National Grid - USNG), овој стандард овозможи лесна претстава за позициите до 10 метри или помалку, било каде во Соединетите Држави, преку користење на алфанумерички назначувач за големината на телефонскиот број. Оваа национална мрежа на Соединетите Држави, е базирана на глобалната стандардна мрежа, но не е проширена на глобално ниво. Исто така е создадена да биде идентична на

координатниот систем на MGRS мрежата, која ја користи армијата и морските трупи, што значи дека може директно да овозможи просторна униформираност во заедничките цивилни и воени операции за одговор.

Недостатокот на униформиран метод за опишување на жаришните локации, долго време претставувал голема пречка за брз и ефикасен одговор за вонредните ситуации, во различни градски и рурални средини. Се до присвојувањето на националната мрежа на Соединетите Држави - УСНГ, не постоел стандард, кој би овозможил создавање на униформирани продукти во вид на мапи, кои би можеле да се користат директно со ГПС опремата и би се применувале преку границите на националната јурisdикција. Национална мрежа на Соединетите Држави - УСНГ ја поправа очигледната контрадикција, но и покрај тоа што е официјално прифатена, сепак мора да се користи за да биде ефикасна. Едукациската и тренинг програмата, која започнува на ниво на средно училиште е од голема помош за јавноста. Појасно водство од страна на федералната власт за промоција на таквата базична едукација, како и тренинг за еднообразната примена на ГПС на федерално и локално ниво, како одговор во вонредни ситуации, со што би се платил данокот за домашната (внатрешна) безбедност.

Брзото, внатрешно влијание на националната мрежа на Соединетите Држави - УСНГ, ќе придонесе за осигурување дека ГПС е директно применлив со соодветно вмрежени мапи за брзо обезбедување на мултиагенциски и мултијурисдикциски одговор во кризни и вонредни ситуации и генерално за јавноста, за прецизна идентификација на геолокации во реалниот свет. Поврзано со технологиите на надземното прикажување и диференцијалниот ГПС, низ целата територија на САД, со прецизност од еден метар, националната мрежа на Соединетите Држави - УСНГ може да го олесни директното создавање на вмрежени, многу прецизни мапи, кои се веднаш применливи со ГПС приемници. Овие мапи се многу корисни за реакција во вонредна ситуација бидејќи ја прикажуваат таквата средина како да постои. Производителите на ГПС комерцијални приемници започнале да ја вклучуваат националната мрежа на Соединетите Држави - УСНГ во нивните најнови производи. Како што свесноста за користа расте, пред се благодарение на едукацијата, националната мрежа на Соединетите Држави - УСНГ, станува главен интегрирачки механизам за создавање на просторна интероперабилност низ целата земја. Инаку, еднакво е ефикасна во мултијурисдикциските цивилни организации, за одговор во вонредни услови и помеѓу тие организации и при поддршка на војската во домашните операции.

Трошоци за унапредување на корисничката опрема
(можности на т.н. "сребрениот куршум" - "silver bullet")

Груба проценка на трошоците за унапредување односно апгрејдирање на многу значајните воени приемници со поправка на анти-попечувањата е дадена во наредната табела. Тие унапредувања всушност вклучуваат технологии како на пример: адаптивни антени, напредна процесирачка структура на приемниците и минијатурни прецизни часовници.

Трошоците всушност го вклучуваат и индивидуалниот анти-попечувачки хардвер и трошоците, кои произлгуваат од интеграција на платформата во оние случаи каде се претпоставува модификација и модернизација. Во случаите како на пример муницијата за директен напад - JDAM и артилериските гранати, не се вклучуваат трошоците за интеграција бидејќи унапредувањата би биле инсталирани во иницијалното производство.

Унапредувањето на анти-попечувањата (т.н. AJ) до ГПС муниција - како муницијата за директен напад - JDAM може да чини 4.000 \$, артилериските гранати 1.000 \$, воените летала за напад 50.000 \$, плус дополнителни 50.000 \$ за модификација - т.н. трошоци за интеграција. Некои платформи, како на пример: артилериски гранати, водени од ГПС и муницијата за директен напад - JDAM, бараат само дел од унапредувањето-апгрејдирањето (т.н. пристап "сребрениот куршум" - "silver bullet").⁴⁸

⁴⁸Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 95

ПЛАТФОРМА	ТОТАЛЕН БРОЈ	АПГРЕЈДИРАН БРОЈ	ТРОШОЦИ ЗА АПГРЕЈДИРАЊЕ НА АНТИ- ПОПРЕЧУВАЊАТА (АЈ)	ЦЕЛОСНИ ТРОШОЦИ
Восните летала за напад	2.000	2.000	50.000 \$ + 50.000 \$ за интеграција	0.2 B \$
Неколку типови на крстаречки проектили	2.500	2.500	20.000 \$ + 20.000 \$ за интеграција	0.1 B \$
Муницијата за директен напад - JDAM	230.000	50.000	4.000 \$	0.2 B \$
Артилериски гранати	500.000	100.000	1.000\$	0.1 B \$
Рачни приемници	100.000	100.000	1.000 \$ +1.000 \$ за интеграција	0.2 B \$
Други платформи	5.000	5.000	20.000 \$ + 20.000 \$ за интеграција	0.2 B \$
ВКУПНО:				1.0 B \$

Табела бр.8: Трошоци за унапредување на корисничката опрема

Можности на т.н. "сребрениот куршум" - "silver bullet"

Извор: Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140, стр. 96

ЗАКЛУЧОК

Системот за глобално позиционирање - ГПС има широка примена и овозможува секој дел од земјината топка да добие точна адреса, што значи дека овозможува сите држави ефикасно и ефективно да ги менаџираат своите ресурси. Од широката примена произлегува значењето и оправданоста на ова истражување, а која примена се огледува во следниве области:

- позиционирање (одредување на основаната позиција),
- следење (се однесува на следењето на движењето и на поединците и на предметите),
- креирање на карти,
- навигација (водење од една локација до друга) и
- одредување на прецизно време во светот.

И покрај тоа што првичната намена била целосно различна, денес бенефитите од ГПС системот ги согледуваат и научниците, спортистите, пилотите и целокупниот авиосообраќај, војската, поморскиот сообраќај, возачите, железничкиот сообраќај, пожарникарите, земјоделците, вселената, здравството, животната околина и многу други. Благодарение на напредокот на технологијата, развиени се приемници, кои се финансиски многу достапни и кои се со минијатурни димензии, а воедно се и со многу голема прецизност, едноставни за користење и можат да се користат при секакви временски услови. Тековно, сите современи армии применуваат дигитални компаси, кои всушност претставуваат ГПС приемници бидејќи главна потреба на армиите е добриот систем за навигација. На тој начин армиите едноставно ги одредуваат координатите, а цената по која се набавуваат уредите е незначителна во однос на бенефитите што ги ностат. ГПС системот исто така се користи и за следење на целите на копно и во воздух, за наведување на проектили и ракети при гаѓање на цели, овозможува прецизно стрелање, со што се намалува ризикот од гаѓање на невоени цели. Битни сегменти во кои, вооружените сили наоѓаат употреба на ГПС системот се и разузнавањето, пронаоѓањето на соборени пилоти, изработка на мапи, откривањето на нуклеарни детонации и сл. Последново се однесува на фактот дека ГПС сателитите имаат детектори за откривање на нуклеарни детонации. Попрецизни ГПС приемници се користат и во топографијата и центрите за изработка на карти односно ГПС системот се користи за топографска поддршка на воените активности како на пример

лоцирање на минирани и контаминирани области, позиционирање на артилериски точки за оган, позиционирање на радиските системи на единиците за врски, проверка на положбата на границите итн.

Употребата на ГПС приемниците е се поголема, бидејќи напредокот на технологијата овозможува истите да бидат со ниски цени и мали димензии, што ги прави лесно достапни за секого, тргнувајќи од употребата во мерење на времето, следење на мобилните објекти, заштита на животната средина, вселенски истражувања, безбедноста на патничкиот, авио, поморскиот и железничкиот сообраќај, јавната безбедност, рекреација, здравствени и комунални служби, па се до премер на земјиштето, проектирање и градежни работи на копно и вода. Во однос на рекреацијата, ГПС приемниците овозможуваат определување на локацијата во сите временски услови, што значи дека при планирањето, велосипедизмот, ловот и риболовот можат да се отстранат опасностите од губење.

Во денешни услови се поголема е примената на ГПС системот во:

- **Морскиот сообраќај** - ГПС се користи за цивилна бродска навигација, за точно определување на положби, посфикасно и поекономично управување на пристаништата, поголема безбедност на истите и поголема безбедност при пловидба, определба на идеалната брзина на движење со која се постигнува поголема економичност, од аспект на трошење на гориво и се разбира ГПС пред се во морскиот сообраќај се користи за точно и навремено лоцирање на поморските објекти.
- **Воздухопловниот сообраќај** - ГПС се применува во цивилната авио навигација, придонесува за намалување на трошоците, намалено доцнење на авионите, поефикасно авио управување, постојано следење на авионите, лоцирање на урнати авиони, поекономично летање, определување на безбедни и сигурни рути и друго.
- **Автомобилскиот-патниот сообраќај** - ГПС придонесува за намалување на патниот застој, следење на возилата, поголема безбедност за патниците и автомобилите, намалување на трошоците за гориво, определување на состојбата на патиштата, гужви на патарините на граничните премини, определување на оние патишта кои се вон употреба и кои се под реконструкција, намалување на сообраќајни несреќи, инсталирање на вградени ГПС приемници во автомобилите,

преку кои ќе се определува позицијата на возилото, а со тоа и на возачот при секакви услови и во сите ситуации.

- **Железничкиот сообраќај** - ГПС системот пред се овозможува голема безбедност на возовите, а со тоа голема безбедност на многу патници низ светот, кои секојдневно патуваат со железницата, а исто така се осигурува и надзор на состојбите на шините.
- **Земјоделството** - податоците добиени преку глобалниот систем - ГПС, во оваа област се користат за одредување на густината на поседот, определување на квалитетот на земјата, вршење на земјоделската работа при ограничена видливост, зголемување на ефикасноста и ефективноста и многу други бенефити за земјоделците.
- **Креирање односно изработка на географски карти**
- **Животната околина** - информациите кои се добиваат преку ГПС, се користат за: GIS (Географскиот систем за информирање - ГИС)⁴⁹, понатаму за предвидување на разни природни непогоди, пожари, земјотреси и слично.
- **Вселаната** - ГПС системот ја прецизира положбата на сателитите и орбитите, се употребува и за тракирање на вселенски летала и слични активности, со кои се придонесува за значителен напредок на истражувањата во Вселената.
- **Цивилна безбедност и заштита** - ГПС се употребува во ситуации како на пример: пронаоѓање на поединци од автомобилски и други несреќи, прогноза за поплави, достава на помош во подрачја погодени од природни непогоди, прогноза на земјотреси и друго.
- **Мерење на земјиштето** - со што се отстрануваат сите недостатоци, кои се јавуваат од конвенционалниот начин кој се користи за мерење на земјиштето.
- **И многу други останати области**

⁴⁹GIS (Geographic Information System), претставува географски систем за памтење и прикажување на разни податоци и информации.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА:

1. Котовчевски М. (2013) *Национална безбедност*, "Филозофски факултет", Скопје.
2. Милески Т., Спасов Н. (2012) *Систем за сателитска навигација и глобално позиционирање*, "Филозофски факултет", Скопје.
3. Талески Ј. (1999) *Воена топографија*, Киро Дандаро, Битола.
4. Kraak M. J. Ormeling F. J. (1997), *Cartography-Visualization of Spatial Data*, Longman.
5. *US Global Positioning System and European Galileo System* (2002), US Department of State.
6. Змејковски М., Талески Ј., Милески Т., Ѓорѓиевски Г., (2002), *Практикум по основи на картографија и топографија*, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", Скопје.
7. Allan D.W., (1998) "Fine-Tuning Time in the Space Age", *IEEE Spectrum* 35(3), pp. 43-51
8. Allan D.W. (1993) "Time-Domain Spectrum of GPS SA", *Proceedings of the 6th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation (ION) GPS-93* (Salt Lake City, UT), ION, Alexandria, VA, pp. 129-136.
9. Allan D. W., Ashby N., Hodge C. C., (1997), *The Science of Timekeeping*, Hewlett-Packard Application Note 1289, Palo Alto, CA.
10. Anderson B.D.O., Moore J.B., (2006) *Optimal Filtering*, MIT Press, Cambridge, MA, (реиздадно од 1979 едиција, издадено од Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ).
11. Reilly P. James, *A Review of the Evolution of the Russian GLONASS System*.
12. Robinson A., Morrison L., Muennhreve P., Kimerling J., Gupta S., (1995), *Elements of Cartography*, John Wiley and sons, New York, Toronto, Singapore.
13. Никодоновски Б., (2001), *Географски информациски системи, научни сознанија и апликативни можности*, Скопје.
14. Parkinson W.B., "GPS Eyewitness: The Early Years", *GPS World*, September 1994, pp. 42.
15. Eissfeller B., at all *Performance of GPS, GLONASS and GALILEO*.
16. Милојкови Б., (2003) *Топографија*, Полициска академија, Белград.
17. Jones C. (1997) *GIS and Computer Cartography*, Longman.
18. Змејковски М., Талески Ј., (2000), *Основи на картографија и топографија*, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", Скопје.
19. Ogrizovic B., (2012), *Merne metode fizick egeodezije*, Faculty of Civil Engineering, Belgrade.

20. *US Global Positioning System Policy* (1996), Office of Science and Technology Policy, The White House.
21. Hasik J.M., (2001), *GPS at Wars A Ten Year Retrospective*, Michigan State University, USA.
22. Sturdevant W.R., *NAVSTAR, The Global Positioning System - A Sampling of Its Military, Civil and Commercial Impact*.
23. Darling D., Tairbairn D., (1997), *Mapping: Ways of Representing The World*, Longman-Essex.
24. Keates J., (1989), *Cartographic Design and Production*, Longman-Singapore.
25. Palacio de L., *The first System of Navigation and Positioning by satellite designed for civil purpose*.
26. Seynat C., Hunt C., Hrag H., Leonard A., *Analysis of the Navigation Performance of a Combined GPS-GALILEO Receiver by Means of Simulation with the GALILEO System Simulation Facility*, (2002), VEGA Informations-Tehnologii GmbH, Darmstadt, Germany.
27. Ahmadi R., Becker G. S., Peck S. R., Choquette F., Gerard T. F., Mannucci A. J., Iijima B. A., Moore A.W., (1998) *Validation Analysis of the WAAS GIVE and UIVE Algorithms, Proceedings of the Institute of Navigation, ION '98*, (Santa Monica, CA), ION, Alexandria, VA.
28. Allan D. W., (1975) *The Measurement of Frequency and Frequency Stability of Precision Oscillators*, NBS Technical Note 669, pp. 1-27.
29. Barbour M., (2001) *"Inertial Components-Past, Present and Future"*, *Proceedings of 2001 Guidance, Navigation and Control Conference*, Montreal, American Institute of Aeronautics and Astronautics.
30. Barker B. C. (2000) et al., *"Details of the GPS M Code Signal"*, *Proceedings of the ION2000 National Technical Meeting*.
31. Barnes T., (1995) *"Selective Availability via the Levinson Predictor, " Proceedings of the Institute of Navigation (ION), GPS '95* (Palm Springs, CA), Alexandria, VA.
32. Bate R.R., Mueller D.D., White J.E., (1971) *Fundamentals of Astrodynamics*, Dover, New York.
33. Battin R.H., (1964) *Astronautical Guidance*, McGraw-Hill, New York.
34. Bernstein J., (2003) *"An overview of MEMS Inertial Sensing Technology"*, *Sensor Technology and Design* 20(2).

35. Bertiger W.I. et al., (1999) "A Real-Time Wide Area Differential GPS System", *Institute of Navigation "Redbook", Global Positioning System: Selected Papers on Satellite Based Augmentation Systems (SBASs)*, Vol. VI, Alexandria, VA.
36. Betz J.W., (2002) "Binary Offset Carrier Modulations for Radio navigation", *Navigation (Institute of Navigation)* 48(4), p. 227-246 .
37. Bierman G.L., (1977) *Factorization Methods for Discrete Sequential Estimation, Mathematics in Science and Engineering*, Vol. 128, Academic Press, New York.
38. Biezad D.J., (1999) *Integrated Navigation and Guidance Systems*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, New York
39. Bletzacker F.R., Eller D. H., Gorgette T.M., Seibert G.L., Vavrus J. L., Wade M. D., (1988) "Kalman Filter Design for Integration of Phase III GPS with an Inertial Navigation System", *Proceedings of the Institute of Navigation (Santa Barbara, CA)*, ION, Alexandria, VA, pp. 113-129.
40. Blewitt G., (1990) "An Automatic Editing Algorithm for GPS Data", *Geophysical Research Letters* 17(3), pp. 199-202.
41. Braasch M.S., (1993) "Improved Modeling of GPS Selective Availability", *Proceedings of the Institute of Navigation (ION) Annual Technical Meeting*, ION, Alexandria, VA.
42. Braasch M.S., (1990) "A Signal Model for GPS", *Navigation: Journal of the Institute of Navigation* 37(4), 363-379.
43. Britting K. R., (1971) *Inertial Navigation Systems Analysis*, Wiley, New York.
44. Carvalho H., Moral P. Del., Monin A., Salut G., (1997) "Optimal Nonlinear Filtering in GPS/INS integration", *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems* 33(3), p. 835-850.
45. Carolipio E. N., Pandya N., Grewal M. S., (2002) "GEO Orbit Determination via Covariance Analysis with a Known Clock Error", *Navigation: Journal of the Institute of Navigation* 48(4), pp. 255-260.
46. Chairman of Joint Chiefs of Staff, U.S. Department of Defense, (2003) *CJCS Master Positioning, Navigation and Timing Plan*.
47. Chao Y., Parkinson B. W., (1993) "The Statistics of Selective Availability and Its Effects on Differential GPS", *Proceedings of the 6th International Technical Meeting of the Satellite Division of (ION) GPS-93* (Salt Lake City, UT), ION, Alexandria, VA, pp. 1509-1516.
48. Chatfield A. B., (1997) *Fundamentals of High Accuracy Inertial Navigation*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, New York.

49. Cooper S., Durrant-Whyte H., (1994), "A Kalman Filter Model for GPS Navigation of Land Vehicles", *Intelligent Robots and Systems*, IEEE, Piscataway, NJ.
50. Copros E., Spiller J., Underwood T., Viallet C., (1996) "An Improved Space Segment for the End-State WAAS and EGNOS Final Operational Capability", *Proceedings of the Institute of Navigation*, ION GPS-96 (Kansas City, MO), ION, Alexandria, VA, pp. 1119-1125.
51. Counselman C. C., III, (1999), "Multipath-Rejecting GPS Antennas", *Proceedings of the IEEE* 87(1), pp.86-91
52. Daum P., Beyer J., K'ohler T. W. F., (1994) "Aided Inertial And Navigation System (ILANA) with a Minimum Set of Inertial Sensors", *Proceedings of IEEE Position, Locations and Navigation Conference*, Las Vegas.
53. Dierendonck A. J. Van., Hegarty C., (2000) "The New L5 Civil GPS Signal", *GPS World* (Advanstar Communications, Eugene, OR) pp. 64-71.
54. Defense Science Board, (2005), *The future of the Global Positioning System*, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, Washington, D.C. 20301-3140.
55. Fontana R. D., et al., (2001) "The Modernized L2 Civil Signal", *GPS World* (Advanstar Communications, Eugene, OR) pp. 28-32.
56. Grewal M. S., Andrews A. P. (2000), *Kalman Filtering: Theory and Practice Using MATLAB*, 2nd ed., Wiley, New York.
57. Grewal M. S., Andrews A. P., (2000) *Application of Kalman Filtering to GPS, INS, & Navigation*, Short Course Notes, Kalman Filtering Consulting Associates, Anaheim, CA.
58. Grewal M. S., Habereeder H., Schempp T. R., (2003) "Overview of the SBAS Integrity Design", *Proceedings of ION Conference*, Graz, Austria.
59. Grewal M. S., Pandya N., Wu J., Carolipio E., "Dependence of User Differential Ranging Error (UDRE) on Augmentation Systems - Ground Station Geometries", *Proceedings of the Institute of Navigation's (ION) 2000 National Technical Meeting* (Anaheim, CA), Jan. 26-28, 2000, ION Alexandria, VA, 2000, pp. 80-91.
60. Grewal M. S., Hsu P., Plummer T. W., (2003) "A New Algorithm for SBASGEO Uplink Subsystem (GUS) Clock Steering", *ION GPS/GNSS Proceedings*, pp. 2712-2719.
61. Grewal M. S., Carolipio E., (2002) "Comparison of GEO and GPS Orbit Determination", *Proceedings of ION/GPS 2002*, Portland, OR, pp. 790-800.
62. Grewal M. S., Weill L. R., Andrews A. P., (2001) *Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration*, Wiley, New York, pp. 71-76.

63. Harris C. M., Piersol A. G., (2002) *Harris' Shock and Vibration Handbook*, 2nd ed., McGraw-Hill, New York.
64. Hudnut K. W., TimsB., (2004) *GPS L1 Signal Modernization (LIC)*, The Interagency GPS Executive Board, Stewardship Project #204, sponsored by the Department of the Interior, U.S. Geological Survey, and the Navstar Global Positioning System Space and Missile Systems Center.