

Модернизация Глобальной Навигационной Спутниковой Системы (ГНСС)

ГУМРФ им. адм. С.О.Макарова,
Маринич А.Н.

ГНСС

Варианты:

- GPS + ГЛОНАСС
- GPS + ГЛОНАСС + Галилео
- GPS + Галилео
- ГЛОНАСС + Галилео
- GPS + ГЛОНАСС + Loran C + ЧАЙКА
- GNSS + Дифференциальные подсистемы

Модернизация GPS

Основные направления модернизации системы следующие:

- исключение режима SA (избирательный доступ);
- использование частоты L2 для гражданских потребителей;
- использование частоты L5 для гражданской авиации;
- увеличение излучаемой мощности КА;
- использование новых видов M-кодов для санкционированных военных потребителей;
- увеличение сроков службы КА;
- увеличение числа КА в созвездии (до 36);
- включение в состав космического созвездия геостационарных или низкоорбитальных спутников;
- автономное эфемеридно-временное обеспечение КА;
- увеличение числа контрольно-измерительных пунктов в наземном сегменте;
- увеличение частоты загрузки данных эфемеридно-временного обеспечения на КА;
- непрерывный мониторинг целостности системы;
- уменьшение стоимости и увеличение надежно—точностных характеристик

Применяемые решения

- Использование специального алгоритма автономного контроля целостности систем (RAIM) для определения номеров неработающих спутников (6 спутников)
- Включение в состав космического сегмента GPS геостационарных спутников

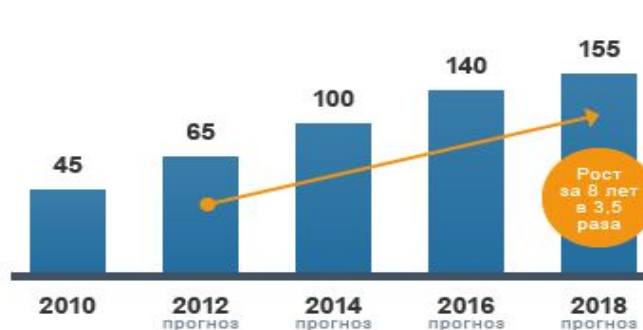
На программу модернизации GPS выделено более 50 млрд. долл. США в 2010 г

Применяемая аппаратура

- ежегодно производят более 1 млн. приемников
- рынок оборудования для различных областей применения GPS оценивался в 8,5 млрд. долл. США в 2000 г.

Развитие мирового навигационного рынка (млрд €)

ДАННЫЕ: ЕВРОКОМИССИЯ, МАЙ 2012



Состояние группировки GPS на 11.09.14 г. по анализу альманаха, принятого в Информационно-аналитическом центре ЦНИИмаш

* 5 КА II-A, 12 КА II-R, 8 КА IIR-M, 7 КА II-F

Состояние группировки КНС GPS на 11.09.14г. по анализу альманаха, принятого в ИАЦ

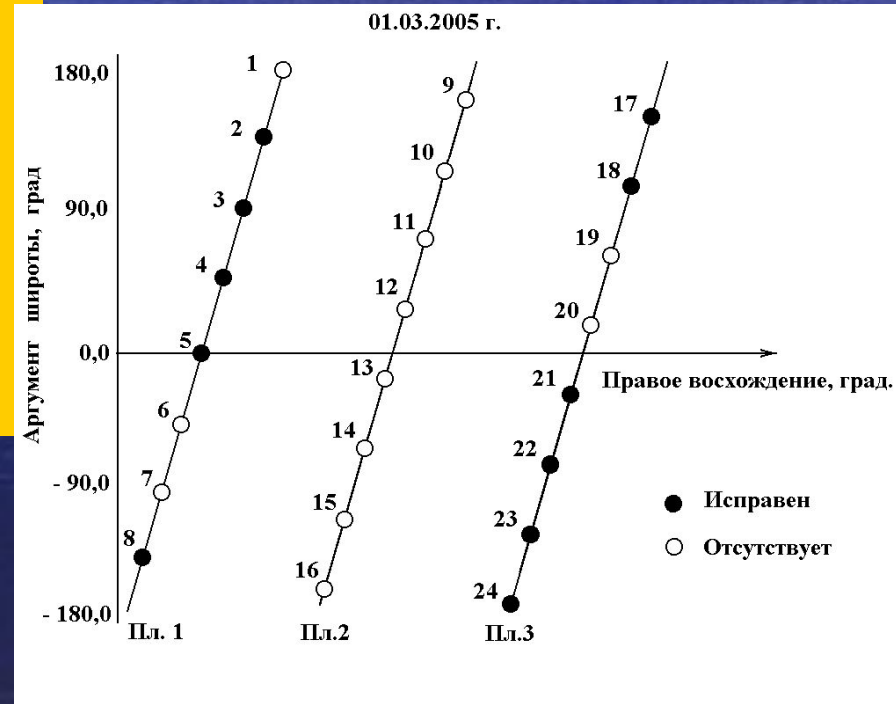
№ пл.	№ точки	ПОП	Номер NORAD	Тип КА	Дата запуска	Дата ввода в систему	Дата вывода из системы	Факт. сущ. (мес)	Примечания
A	2	31	29486	IIR-M	25.09.06	13.10.06		95.0	
	3	8	25030	II-A	06.11.97	18.12.97		200.9	
	4	7	32711	IIR-M	15.03.08	24.03.08		77.7	
	5	24	38833	II-F	04.10.12	14.11.12		21.9	
	6	30	39533	II-F	21.02.14	30.05.14		3.4	
B	1	16	27663	II-R	29.01.03	18.02.03		138.8	
	2	25	36585	II-F	28.05.10	27.08.10		48.5	
	3	28	26407	II-R	16.07.00	17.08.00		168.9	
	4	12	29601	IIR-M	17.11.06	13.12.06		93.0	
	6		34661	IIR-M	24.03.09				На этапе ЛКИ
C	1	29	32384	IIR-M	20.12.07	02.01.08		80.4	
	3	19	28190	II-R	20.03.04	05.04.04		125.3	
	4	17	28874	IIR-M	26.09.05	13.11.05		106.0	
	5	27	39166	II-F	15.05.13	21.06.13		14.7	
D	1	2	28474	II-R	06.11.04	22.11.04		117.7	
	2	1	37753	II-F	16.07.11	14.10.11		34.9	
	3	21	27704	II-R	31.03.03	12.04.03		137.1	
	4	4	22877	II-A	26.10.93	22.11.93		249.8	
	5	11	25933	II-R	07.10.99	03.01.00		176.4	
	6	6	39741	II-F	17.05.14	10.06.14		3.1	
E	1	20	26360	II-R	11.05.00	01.06.00		171.5	
	2	22	28129	II-R	21.12.03	12.01.04		128.1	
	3	5	35752	IIR-M	17.08.09	27.08.09		60.5	
	4	18	26690	II-R	30.01.01	15.02.01		162.9	
	5	32	20959	II-A	26.11.90	10.12.90		285.2	
	6	10	23953	II-A	16.07.96	15.08.96		217.0	
F	1	14	26605	II-R	10.11.00	10.12.00		165.1	
	2	15	32260	IIR-M	17.10.07	31.10.07		82.4	
	3	13	24876	II-R	23.07.97	31.01.98		199.5	
	4	23	28361	II-R	23.06.04	09.07.04		122.2	
	5	26	22014	II-A	07.07.92	23.07.92		265.8	
	6	9	40105	II-F	02.08.14				На этапе ввода в эксплуатацию

УЯЗВИМОСТЬ ПРИЕМНИКОВ GPS

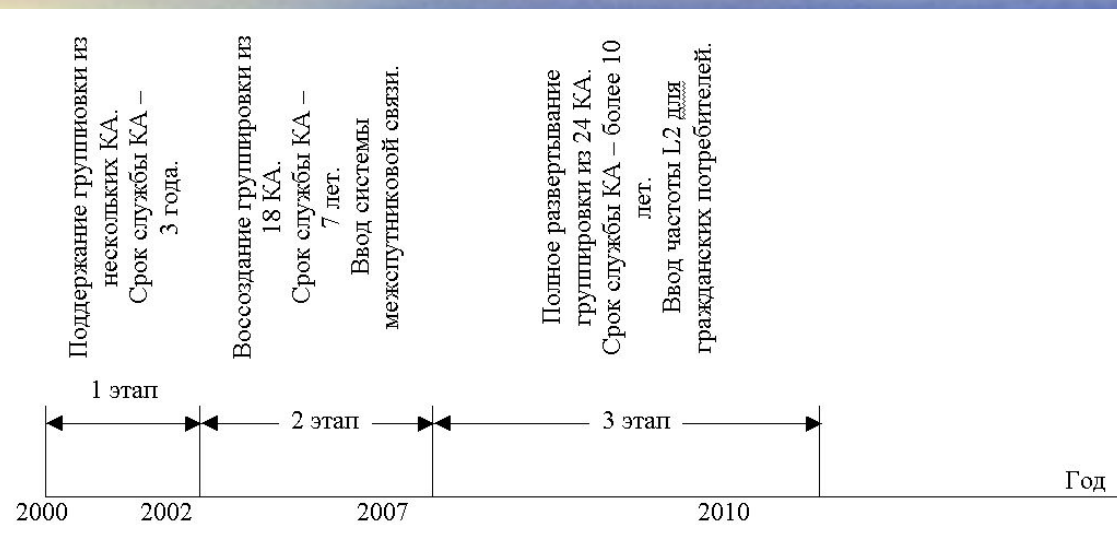
- Уязвимость приемников GPS от наличия целостности системы (18 часов в год на спутник)
- Уязвимость приемников GPS от состояния ионосферы (до 20 м, двухчастотный режим)
- Уязвимость приемников GPS к неумышленным помехам (1 Вт – 10 км)
- Уязвимость приемников GPS к умышленным помехам
- Уязвимость приемников GPS от других электронных средств, работающих в диапазоне УВЧ (ГЛОНАСС, Галилео, суд. УКВ)
- Уязвимость приемников GPS при планируемом выводе системы из строя (зональная работа системы)
- Комбинирование причин и др.

ПЛАН ВОССТАНОВЛЕНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ ГЛОНАСС

Для глобального обеспечения должны быть сформированы три орбиты с общим числом спутников не менее 18.



Государственная долгосрочная программа по восстановлению и модернизации системы ГЛОНАСС



- Замена спутников «Глонасс-М» и «Глонасс-К»;
- Использование двух диапазонов L1 1600 МГц и L2 1250 МГц ;
- Использование радиосигнала в диапазоне L3 1200 МГц ;
- Использование диапазона L5 1176 МГц;
- Использование дифференциальных поправок;

Точность (СКП) определения положения, м	ГЛОНАСС-М	ГЛОНАСС-К
	3,5	1,4

Состав спутниковой группировки ГЛОНАСС на 11.09.14 г.

Состояние КА группировки КНС ГЛОНАСС на 11.09.2014г. по анализу альманаха от 17:00 11.09.14 (UTC) и текущих эфемеридных сообщений, принятых в ИАЦ

№ точки	№ пл.	№ лит.	НКУ	Дата запуска	Дата ввода в систему	Дата вывода из системы	Факт. суц. (мес.)	Пригодность КА по сообщениям		Примечание
								альманаха	эфемерид (UTC)	
1	1	01	730	14.12.09	30.01.10		56.9	+	+ 15:59 11.09.14	Используется по ЦН
2	1	-4	747	26.04.13	04.07.13		16.5	+	+ 15:59 11.09.14	Используется по ЦН
3	1	05	744	04.11.11	08.12.11		34.3	+	+ 15:59 11.09.14	Используется по ЦН
4	1	06	742	02.10.11	25.10.11		35.3	+	+ 16:01 11.09.14	Используется по ЦН
5	1	01	734	14.12.09	10.01.10		56.9	+	+ 17:01 11.09.14	Используется по ЦН
6	1	-4	733	14.12.09	24.01.10		56.9	+	+ 17:15 11.09.14	Используется по ЦН
7	1	05	745	04.11.11	18.12.11		34.3	+	+ 17:01 11.09.14	Используется по ЦН
8	1	06	743	04.11.11	20.09.12		34.3	+	+ 15:59 11.09.14	Используется по ЦН
9	2	-2	736	02.09.10	04.10.10		48.3	+	+ 15:59 11.09.14	Используется по ЦН
10	2	-7	717	25.12.06	03.04.07		92.6	+	+ 15:59 11.09.14	Используется по ЦН
11	2	00	723	25.12.07	22.01.08		80.6	+	+ 15:59 11.09.14	Используется по ЦН
12	2	-1	737	02.09.10	12.10.10		48.3	+	+ 15:59 11.09.14	Используется по ЦН
13	2	-2	721	25.12.07	08.02.08		80.6	+	+ 15:59 11.09.14	Используется по ЦН
14	2	-7	715	25.12.06	03.04.07		92.6	+	+ 17:15 11.09.14	Используется по ЦН
15	2	00	716	25.12.06	12.10.07		92.6	+	+ 17:01 11.09.14	Используется по ЦН
16	2	-1	738	02.09.10	11.10.10		48.3	+	+ 17:14 11.09.14	Используется по ЦН
17	3	04	746	28.11.11	23.12.11		33.5	+	+ 15:59 11.09.14	Используется по ЦН
18	3	-3	754	24.03.14	14.04.14		5.6	+	+ 15:59 11.09.14	Используется по ЦН
19	3	03	720	26.10.07	25.11.07		82.6	+	+ 15:59 11.09.14	Используется по ЦН
20	3	02	719	26.10.07	27.11.07		82.6	+	+ 17:01 11.09.14	Используется по ЦН
21	3	04	755	14.06.14	03.08.14		2.9	+	+ 17:01 11.09.14	Используется по ЦН
22	3	-3	731	02.03.10	28.03.10		54.4	+	+ 17:00 11.09.14	Используется по ЦН
23	3	03	732	02.03.10	28.03.10		54.4	+	+ 17:06 11.09.14	Используется по ЦН
24	3	02	735	02.03.10	28.03.10		54.4	+	+ 15:59 11.09.14	Используется по ЦН
21	3	-5	701	26.02.11			42.5			На этапе ЛИ
17	3		714	25.12.05	31.08.06	11.04.14	104.6			Орбитальный резерв
21	3		725	25.09.08	05.11.08	02.08.14	71.6			На исследовании ГК
8	1		712	26.12.04	07.10.05	22.11.12	116.6			Орбитальный резерв

ЕВРОПЕЙСКАЯ СИСТЕМА ГАЛИЛЕО

- в 1999 г. начата разработка Европейской космической системы ГАЛИЛЕО
- комбинацию глобальной спутниковой системы местоопределения и мобильной связи, включая стандарты сотовой связи GSM, UMTS

Система Galileo – это европейская глобальная навигационная спутниковая система под гражданским управлением. Орбитальная группировка системы Galileo будет состоять из 30 навигационных спутников, расположенных в трех плоскостях на высоте около 23222 км с наклоном орбит 56 градусов. Система Galileo будет совместима с системами GPS и ГЛОНАСС.



Режимы работы системы ГАЛИЛЕО

- режим общего доступа (General Purpose) - каждый, имеющий приемник системы ГАЛИЛЕО;
- коммерческий режим (Commercial)
 - дополнительные услуги за плату (доступ с использованием ключей), возможно получить:
 - сертификацию гарантированной работы;
 - предупреждение о целостности системы;
 - сигналы точного времени;
 - данные модели ионосферных задержек;
 - дифференциальные поправки и др.

Характеристики системы

- Погрешность местоположения 8 м в пространстве, 4 м – на плоскости, скорости - 20 см/с, времени - 0,1 с... 50 нс
- Стоимость разработки ГАЛИЛЕО совместно с EGNOS оценивается в 3250 млн.евро
- Расходы на эксплуатацию систем EGNOS и ГАЛИЛЕО составят, соответственно, 25 млн. и 250 млн.евро
- Ввод в эксплуатацию системы ГАЛИЛЕО возможен к 2012 г.

Compass (Beidou 2)



Спутниковая группировка:

- 5 спутников на геостационарной орбите (ГСО),
- 3 спутника в трех плоскостях (высота 36000 км, наклонение 55 град) и
- 27 спутников в трех плоскостях на средних орбитах (высота 21500 км, наклонение 55 град).

Всего 35 спутников.

Наземный сегмент:

- Главная станции управления;
- Станций закладки информации и станций мониторинга.

Информации о количестве и местонахождении станций не приводится.

В Compass-M1 использовалось 5 командно-измерительных станций.

Отслеживать менее 35% дуги спутника.

Система будет полностью совместима с ГЛОНАСС, Galileo и GPS.

2 этапа:

- 1 этап (план к 2015 г.) для региональных -12 спутников (5 ГЕО, 3 КА на 36 тыс.км, 4 КА на 21,5 тыс.км.
- 2 этап – (по плану к 2020 г.) расширяется до 35 КА.

Аппаратура потребителей

- независимые навигационные определения по сигналам ГЛОНАСС, GPS, ГАЛИЛЕО, Китайской системы КОМПАС;
- совместное использование систем
- использование широкозонных дифференциальных систем WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN (Индия), СДКМ (Россия) (СДКМ – Система Дифференциальной Коррекции и Мониторинга).

«Интеграция» работает по сигналам ГЛОНАСС, GPS, «LORAN-C», «Чайка», EUROFIX и RTCM SC-104.

GNSS-приемник R1 фирмы Trimble



Двухантенный GNSS-приемник FlexPak6D фирмы NovAtel



СДКМ – Система Дифференциальной Коррекции и Мониторинга

Состав:

- центр управления;
- сеть опорных измерительных станций;
- подсистема доведения корректирующей информации до потребителей;
- наземные закладочные станции;
- подсистема информационного обмена.



13 опорных станций : Ленинградская обл. (Пулково и Светлое), Москва (ЦДКМ, Менделеево, 32 ГНИИ), Геленджик, Кисловодск, Красноярск, Норильск, Новосибирск, Иркутск, в Петропавловск-Камчатский. Планируется расширение.

Дальнейшее развитие системы в пунктах за рубежом: Антарктида (Новолазаревская), Австралия (Брисбен), Никарагуа (Манагуа), Бразилия (Натал) и Индонезия (Джакарта).



ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ ДГНСС (ГНСС=GPS+ГЛОНАСС+ГАЛИЛЕО)

Система ГНСС должна обеспечивать (ИМО А.815(19)):

- - в первой зоне (открытое море и прибрежные воды) точность судовождения не хуже 4% от расстояния до ближайшей навигационной опасности с максимумом 4 мили при наибольшем времени от момента последней обсервации;
- - во второй зоне (подходы к портам и портовые воды, а также устья, в которых ограничена свобода маневрирования судов) погрешность определения координат места должна быть менее 10 м с вероятностью 0,95 ($\delta < 5$ м).
- - задержка в оповещении выхода из строя ИСЗ системы ГНСС должна быть менее 10с.

Виды дифференциальных подсистем ГНСС

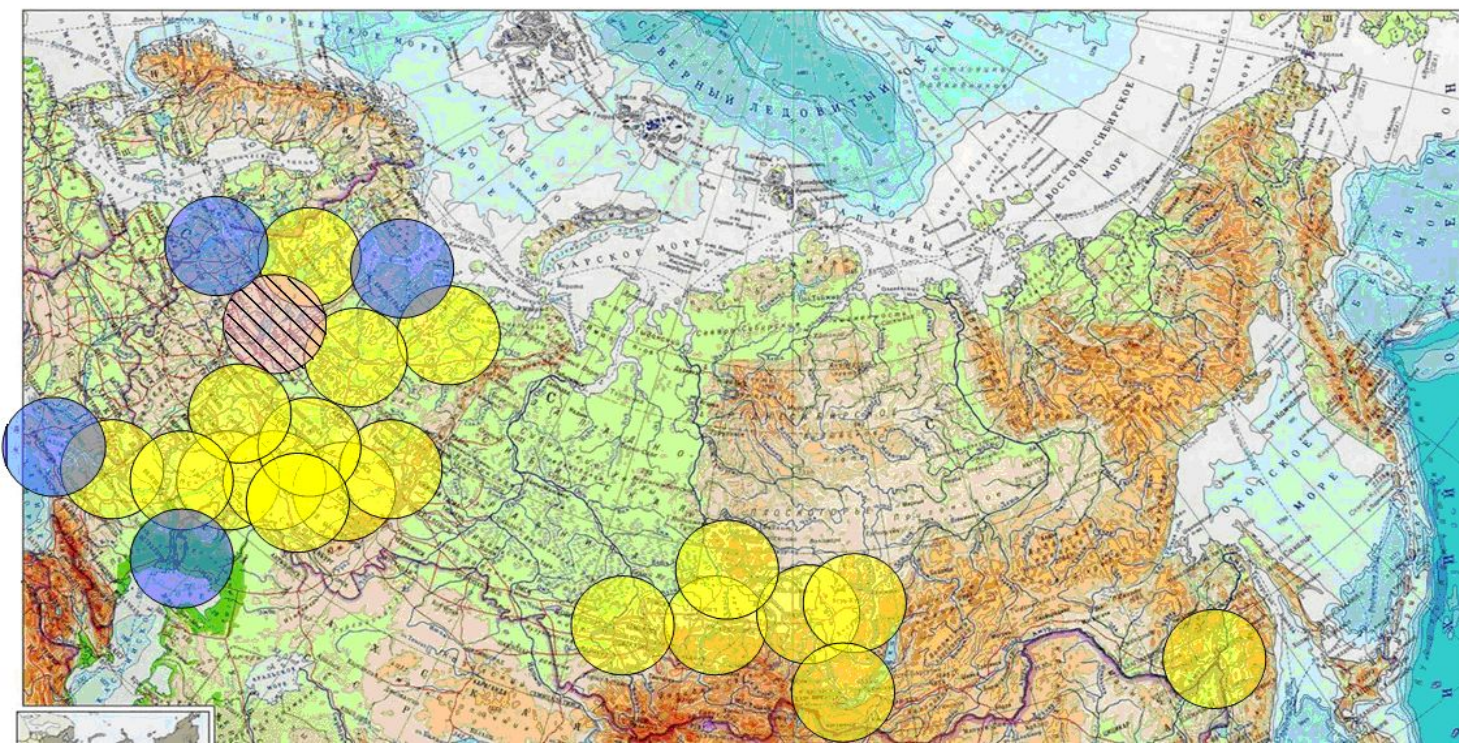
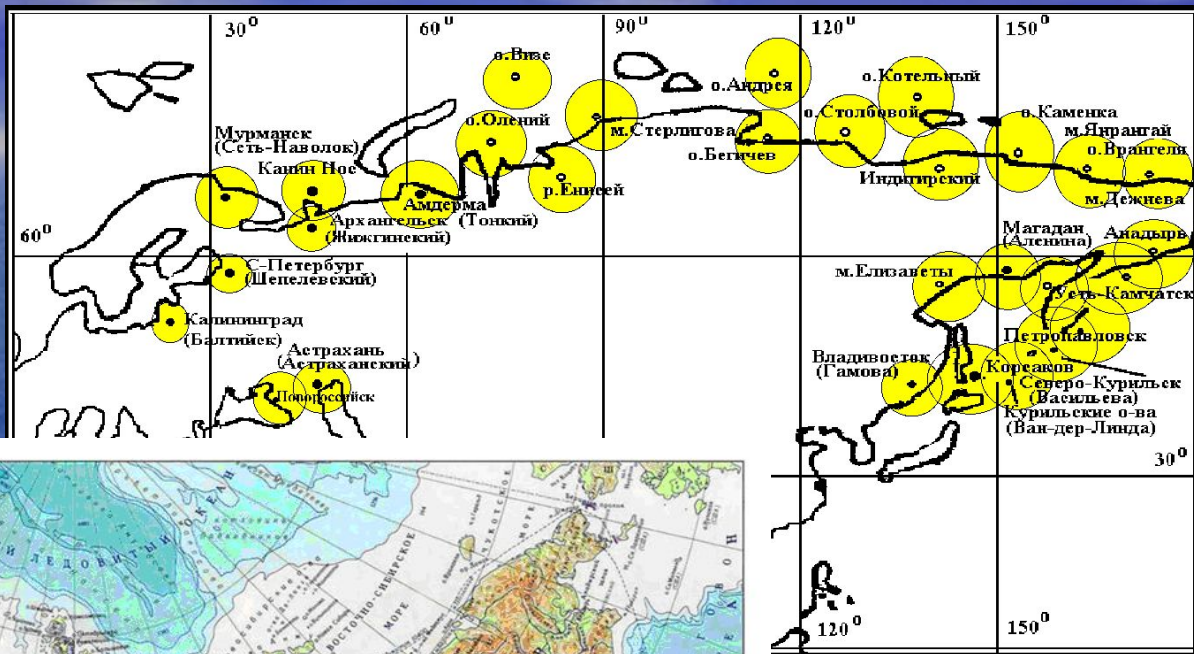
подразделяются на:

- - локальные дифференциальные подсистемы на базе круговых радиомаяков;
- - локальные дифференциальные подсистемы на базе наземных станций автоматической идентификационной (информационной) системы (АИС);
- - региональные дифференциальные подсистемы на основе объединения в общую цепь локальных дифференциальных подсистем и передачи поправок и альманаха цепи в СВ диапазоне;
- - региональные дифференциальные подсистемы на основе сети наземных контрольных пунктов и передачи поправок и альманаха сети с помощью системы связи ИНМАРСАТ-С;
- - квазиглобальная дифференциальная система на основе широкозонных дифференциальных систем с передачей поправок с помощью геостационарных спутников с форматом сигналов GPS;
- - глобальная дифференциальная система на основе широкозонных дифференциальных систем с передачей поправок с помощью низкоорбитальных спутниковых систем связи.

Локальные дифференциальные подсистем ДГНСС на базе круговых радиомаяков

- Контрольно-корректирующие станции передают поправки в СВ диапазоне волн.
- Дальность действия в пределах 100...300 км.
- Информация в стандарте RTCM-104 версия 2.0.
- В DGPS используются кадры 1, 2, 3, 5, 6, 7, 16 типов, в ДГЛОНАСС - кадры 31, 32, 33, 34, 35, 36 типов.
- в DGPS координаты контрольных пунктов в WGS-84, а в ДГЛОНАСС - в ПЗ-90.

Планируемое размещение контрольно-корректирующих станций



Морские станции дифференциальных поправок

ККС на январь 2010 года :

- Финский залив (маяк Шепелевский);
- Новороссийская на мысе Дооб;
- Темрюкская на РЦ ГМССБ Темрюк;
- Туапсинская ККС на мысе Кодош;
- подходах к портам Балтийск и Калининград, в порту Балтийск;
- Астраханская , пост №2 Волго-Каспийского канала;
- Каспийская, п. Махачкала;
- Баренцева моря, п-ов Рыбачий, маяк Цып-Наволок;
- Архангельская , маяк Мудьюгский.
- Залив Петра Великого, мыс Поворотный;
- маяк Ван-дер-Линда;
- п. Петропавловск Камчатский;
- Сахалинская , в п. Корсаков;
- на острове Олений;
- на р. Енисей, Липатниковский пережат;
- на мысе Сторлигова

Контрольно-корректирующие станции:

- изделие «СН-3500», «СН-3510», ЗАО «КБ «НАВИС»;
- изделие «14Ц840», ОАО «НИИ КП»;
- изделие «АКВА-Станция», ЗАО «Транзас»;
- передающие устройства - радиомаяки «Янтарь-2М-200», «Янтарь-2М-400» и «Янтарь-1000».

Приемники корректирующей информации «ПКИ-2», ЗАО «Техномарин» и ПКИ изделие «14Ц815» ЗАО «КБ «НАВИС».

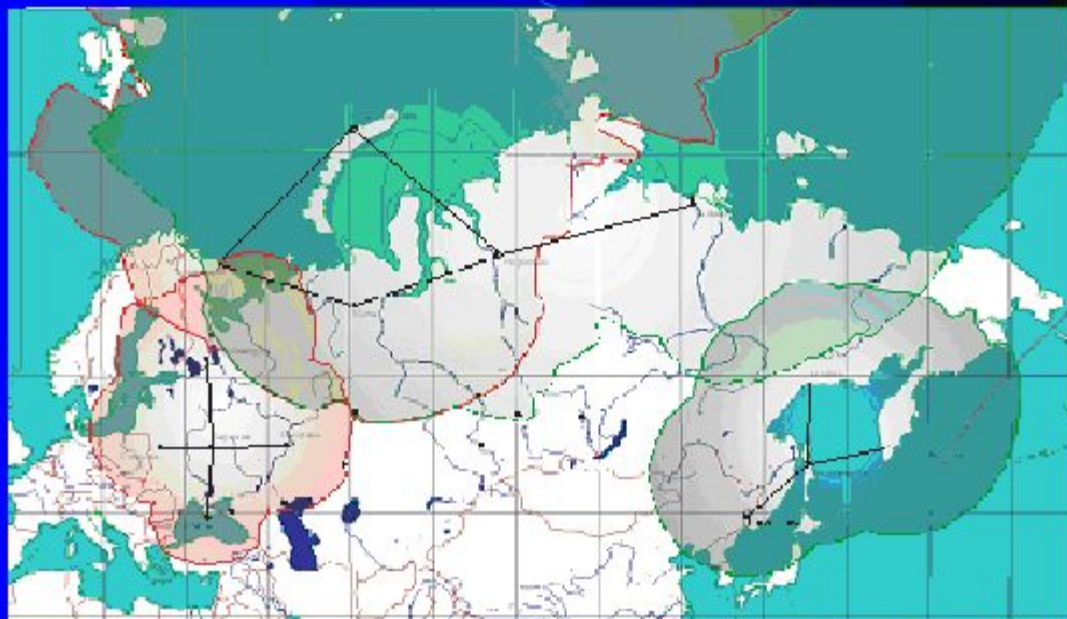
Речные ККС в Волгограде, Ростове-на-Дону, Нижнем Новгороде, Казани, Саратове, Самаре, Перми, Красноярске, Иркутске, Омске, Ханты-Мансийске, Печоре, Подкаменной Тунгуске.

Локальная дифференциальная подсистема на базе наземных станций АИС

- Наземная станция АИС в ОВЧ диапазоне передает циркулярное сообщение № 17. В соответствии с RTCM-104 вер. 2.0, передаются дифференциальные поправки. По запросу судовой станции (сообщение № 15) в циркулярном сообщении № 17 содержатся данные для работы судовых приемников в дифференциальном режиме
- Дальность действия около 80 км при высоте установки антенны 100 м

Станции ККИ на базе Loran-C, Чайка

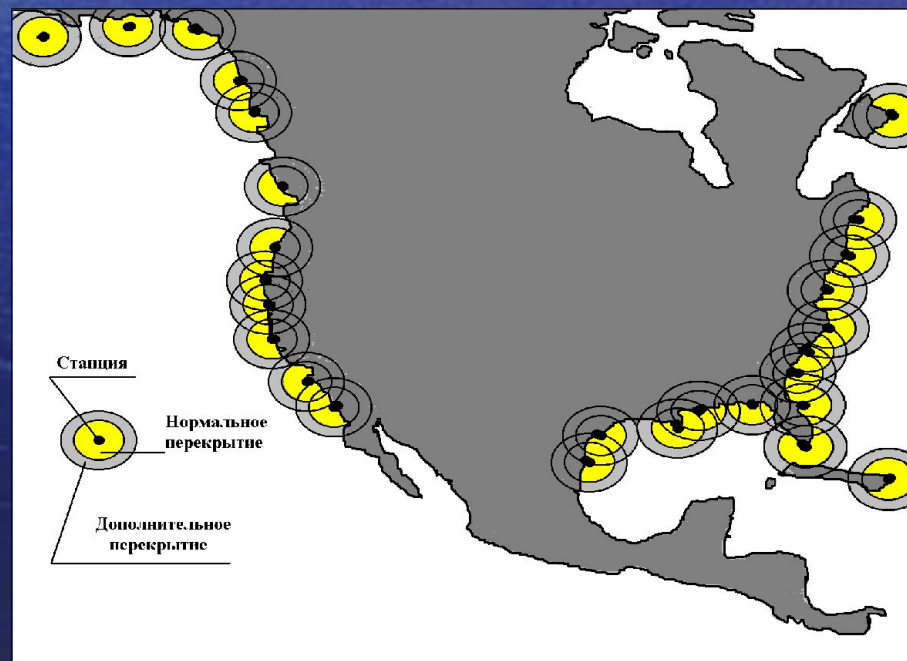
Calculated reception regions for differential corrections from CHAYKA Chains



Поправки передаются на частоте 100 кГц. Радиус действия 1000 км от одной станции. Скорость передачи данных 70, 175 бит/с. Информация передается в последних шести импульсах систем Loran-C/Чайка. Точность определения места будет составлять около 5 м. Опытная станция в г. Брянск. Погрешность определения места на расстоянии 1000 км - составила 3,37 м (2 СКО), на расстоянии 500 км - составила 2,48 м.

Региональные дифференциальные подсистемы ГНСС на основе объединения в общую цепь локальных дифференциальных подсистем и передачи поправок и альманаха цепи в СВ-диапазоне

- Три сети контрольных пунктов по Атлантическому (13), Юго-Восточному (7) и Тихоокеанскому (8) побережьям США.
- Сеть в районе Великих озер США (10 ККС)
- Передается информация о десяти ближайших ККС



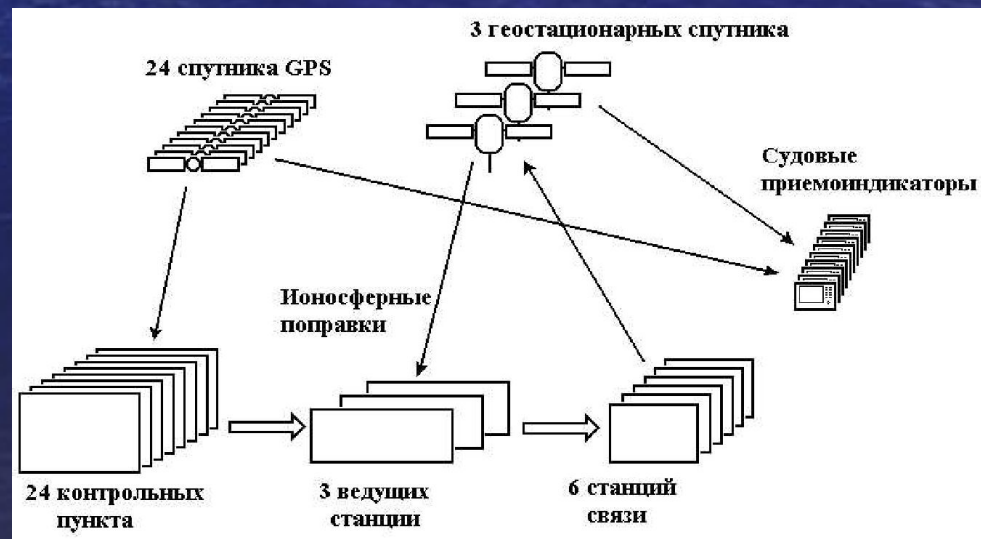
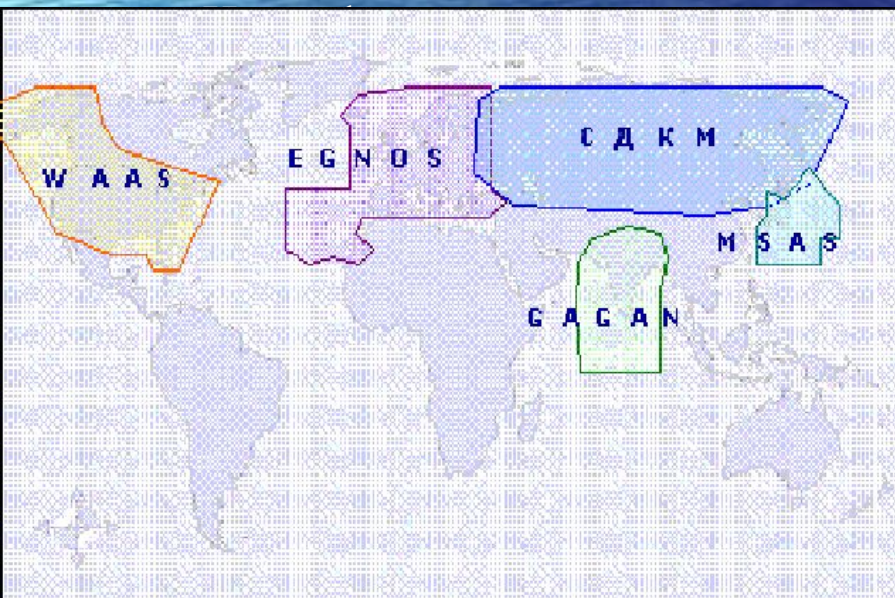
Региональная дифференциальная подсистема ГНСС на основе сети наземных контрольных пунктов и передачи поправок, и альманаха сети с помощью системы связи ИНМАРСАТ-С

- Подсистема DGPS StarFix (фирма Fugro) - 60 ККС охватывает район радиусом до 2000 км. Район охвата - все континенты за исключением части Африки и азиатской части России. Поправки и альманах сети передаются четырьмя геостационарными ИСЗ на частотах ИНМАРСАТ-С в диапазоне частот 1626,5... 1646,5 МГц, скорость передачи данных 1200 бит/с. Информация передается в стандарте RTCM-104 версия 2.0. Для передачи используются кадры 1, 3, 16 типов, цикл передачи данных ~ 3 с. Прием поправок производится с помощью СЗС ИНМАРСАТ-С
- Региональная подсистема DGPS SkyFix предназначена для обслуживания районов, в которых ведется добыча, использование, наблюдение и исследование природных ресурсов. Фирма Racal Survey Limited арендует каналы передачи на четырех спутниках систем связи ИНМАРСАТ-С

Квазиглобальная дифференциальная система на основе широкозонных дифференциальных систем с передачей поправок с форматом сигналов GPS с помощью геостационарных спутников

- WAAS (США)
- EGNOS (Россия, Германия)
- MTSAS (Япония)
- GAGAN (Индия)
- СДКМ (Россия)

3 ведущих станции
24 разнесенных контрольных пункта,
три геостационарных спутника,
6 станций связи
24 спутника GPS



Глобальная дифференциальная система ГНСС на основе широкозонных дифференциальных систем с передачей поправок с помощью низкоорбитальных спутниковых систем связи

- Использование низкоорбитальных спутниковых систем связи, например, ГЛОБАЛСТАР, для передачи поправок широкозонных систем позволит обеспечить глобальные местоположения судов с высокой точностью без исключения северных и южных широт выше 75°C
- Использование альтернативных систем ТУРАЙЯ, АЙКО, ИРИДИУМ, АРГОС, ОРБКОММ, ГОНЕЦ

Производители оборудования

Предприятие, страна, город	Наименование изделия
FURUNO ELECTRIC CO.,LTD, Japan, Nishinomiya	ПИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ GPS И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ DGPS ТИПА GP-37
	ПИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ GPS И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ DGPS ТИПА GP-90
	ПИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ (ГНСС) GPS (DGPS) ТИПА GP-150
JAPAN RADIO CO.,LTD, Japan, Tokyo	ПИ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ GPS, ТИП GP-32
	ПИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ GPS (DGPS), ТИП JLR-7700 MKII
	ПИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ GPS (DGPS), ТИП JLR-4331 W/E/J & NWZ-4551
	ПИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ GPS, ТИП JLR-4330 W/E/J & NWZ-4551 (NWZ-4570/4570B)
KODEN ELECTRONICS CO.,LTD, Japan, Yamanashi	ПИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ GPS, ТИП KGP-913/913D
	ПИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ GPS, ТИП KGP-920
SAAB TRANSPONDERTECH AB,	ПИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ (ГНСС) GPS ТИПА SAAB R4 GPS/DGPS NAVIGATION SYSTEM
SAMYUNG ENC CO.,LTD, Korea, Pusan	ПИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ GPS ТИП NAVIS-640/640F
	ПИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ GPS, ТИП NAVIS-800/800F
	ПИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ GPS, ТИП NAVIS-500
	ПИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ GPS, ТИП NAVIS-3700
	ПИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ GPS, ТИП SPR-1400
"РАДИО КОМПЛЕКС", ООО, Россия, Москва	СУДОВОЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ ПИ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ GPS/ГЛОНАСС, ТИПА ФАРВАТЕР РК-2006
	СУДОВОЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ ПИ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ GPS/ГЛОНАСС, ТИП ФАРВАТЕР РК-2106
"РОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ РАДИОНАВИГАЦИИ И ВРЕМЕНИ", ОАО, Россия, Санкт- Петербург	СУДОВОЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ ПИ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ GPS/ГЛОНАСС, ИМПУЛЬСИВНО-ФАЗОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ЛОРАН-С/ЧАЙКА, ТИП ИНТЕГРАЦИЯ
	СУДОВОЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ ПИ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ GPS/ГЛОНАСС, ТИП АКВА-БОРТ-12
"ТЕХНОМАРИН", ЗАО,	ПРИЕМНИК ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ DGPS/ДГЛОНАСС ТИПА ПКИ-2

Точности систем

- Суммарная погрешность измерения квазидальности GPS без учета ионосферной погрешности - 2,5 м
- Суммарная погрешность измерения квазидальности при работе приемников в дифференциальном режиме - 2,28 м
- Среднеквадратическая погрешность измерения квазидальности ГАЛИЛЕО – 2,5 м
- Среднеквадратическая погрешность измерения квазидальности ГЛОНАСС (на начальной стадии после развертывания системы) - 5,0 м
- Суммарная погрешность измерения квазидальности при работе в широкозонных системах WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, СДКМ - 1,6 м

Интегральная вероятность погрешности положения объекта	Погрешность положения				
	GPS	GPS + ГЛОНАСС	GPS + ГАЛИЛЕО	ГЛОНАСС + ГАЛИЛЕО	GPS + ГАЛИЛЕО + ГЛОНАСС
0,9	2,1	1,9	1,4	1,5	1,3
0,95	2,4	2,2	1,6	1,7	1,5
0,99	3,1	2,7	2,0	2,1	1,9

Новая космическая навигационная система

XNAV (X-ray Source-based Navigation for Autonomous Position Determination) - система мгновенного позиционирования (для спутников), в которой в качестве источников сигналов будет использоваться рентгеновское излучение пульсаров;

- роль спутников в будущем будут выполнять высокостабильные сигналы рентгеновских пульсаров.



