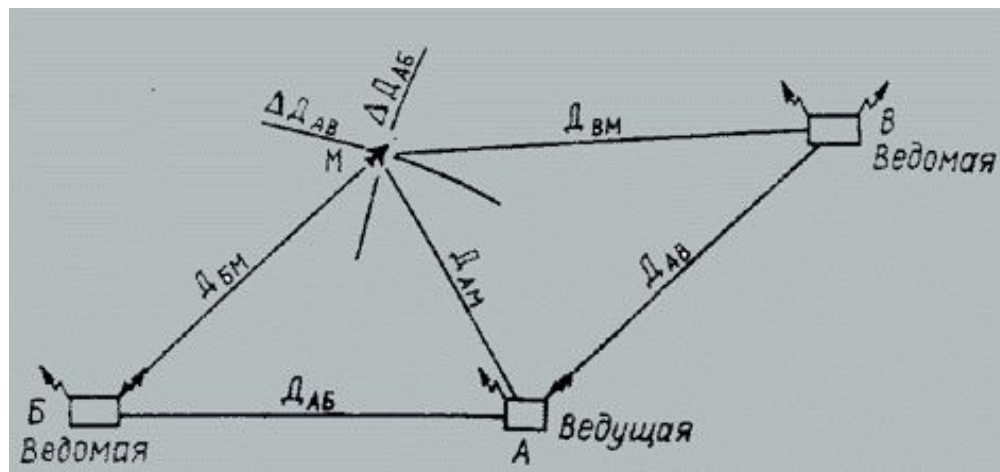
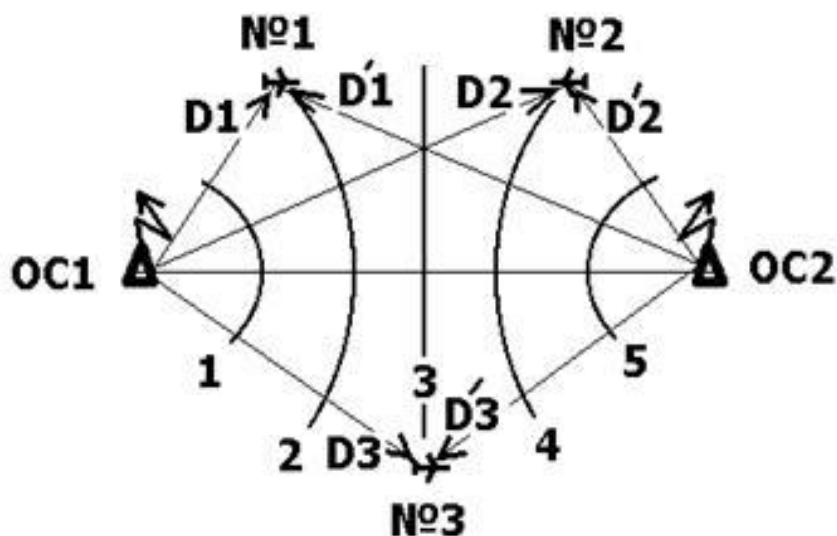


Радиотехнические системы дальней навигации

Радиотехнические системы дальней навигации (РСДН)

- По принципу определения координат местоположения ВС РСДН – это разностно-дальномерная радионавигационная система (РНС), линией положения которой является гипербола (линия равных разностей расстояний), вследствие этого РСДН иногда называют гиперболическими системами.



Классификация РСДН:

- *По принципу действия* РСДН подразделяются на:
 - фазовые– РСДН-20 («Альфа»), «Омега» (выведена США из работы в 1997 году);
 - импульсно-фазовые– РСДН-3/10, РСДН-4, РСДН-5, РСДН-10 и Лоран-С (eLORAN).
- *По принципу базирования* РСДН подразделяются на:
 - стационарные – РСДН-20, РСДН-3/10 (Европейская), РСДН-4 (Дальневосточная), РСДН-5 (Северная и Северо-Западная) и Лоран-С (23 системы);
 - мобильные – РСДН-10 (Северо-Кавказская, Южно-Уральская, Сибирская, Саянская, Ангарская, Забайкальская и Дальневосточная) и «Марс-75» (Балтийского, Баренцева, Черного, Охотского и Японского морей Камчатско-Курильская)

Системы радионавигации наземного базирования:



Omega (США);



Альфа (Россия);



Loran-C (США);



Чайка (Россия);



Decca (Великобритания);



Consol (Великобритания)

Фазовые РНС

- Принцип действия фазовых радионавигационных систем (ФРНС) основан на измерении дальностей или разностей дальностей до нескольких радиомаяков (РМ).
- Наиболее широкое распространение получили ФРНС без ответчика, структура которых во многом напоминает структуру импульсных РНС.
- Опорные РМ излучают колебания, когерентность которых поддерживается специальной системой синхронизации.
- На борту потребителя производится прием и идентификация сигналов нескольких РМ.

ОНЧ Наземные радионавигационные системы:

- РСДН-20 («Маршрут») или «Альфа»
- «Омега» (выведена США из работы в 1997 году)

Фазовая радионавигационная система «Альфа» (РСДН-20 (Маршрут))

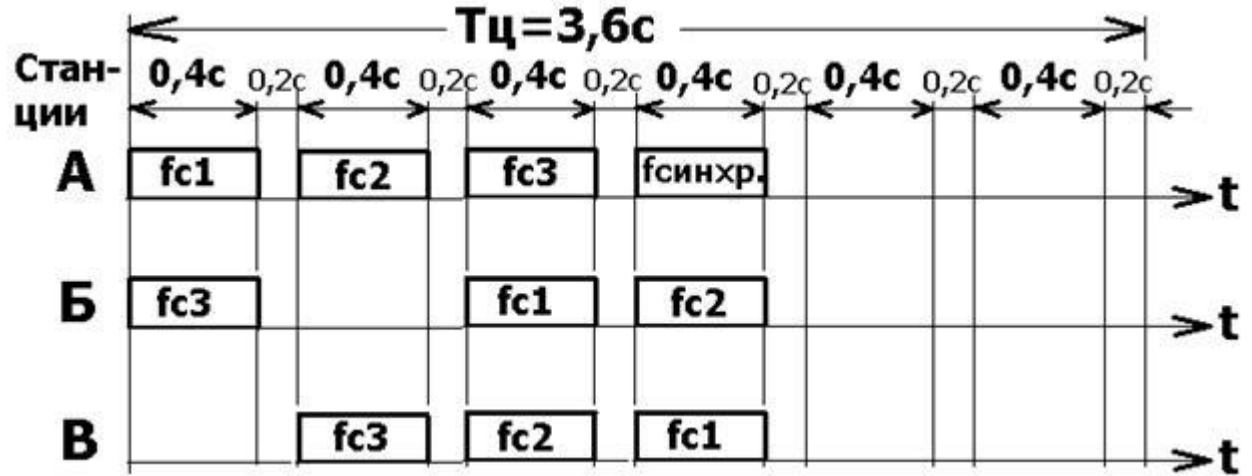


- Предназначена для определения координат самолётов, кораблей и подводных лодок (в подводном положении).
- Дальность действия — 10 тыс. км от ведущей станции.
- Точность местоопределения 2,5...7 км.
- Приёмник измеряет разность фаз сигналов от навигационных передатчиков и строит семейство гипербол. Подвижный объект всегда может определить своё местоположение, если не теряет способность слежения за сигналами навигационных передатчиков.
- Мачты «Альфы» очень высоки.

Система «Альфа» состоит из пяти передатчиков, которые расположены в районе:

- Новосибирск ($55^{\circ}45'31''$ с. ш. $84^{\circ}26'45''$ в. д.)
- Краснодар ($45^{\circ}24'12''$ с. ш. $38^{\circ}09'30''$ в. д.)
- Комсомольск-на-Амуре (п. Эльбан) ($50^{\circ}04'21''$ с. ш. $136^{\circ}36'34''$ в. д.)
- Ревда, Мурманская обл. ($68^{\circ}02'13''$ с. ш. $34^{\circ}40'43''$ в. д.)
- Сейда ($67^{\circ}03'09''$ с. ш. $63^{\circ}04'16''$ в. д.)

Частоты



Старая
последовательность
передачи по частоте

NEW RSDN-20 sequence by transmitter site

	1	2	3	4	5	6
Novosibirsk	F1	F2	F3	F3p		
Krasnodar	F3		F1	F2		
Khabarovsk		F3	F2	F1		
Revda	F2	F4		F3p	F1	F3
Seyda		F1	F5	F3p	F3	F2

- F0 744 1/21 Hz = 1MHz / 1344
- F1 11904.76190 Hz = 16 x F0
- F2 12648.80952 Hz = 17 x F0
- F3 14880.95238 Hz = 20 x F0
- F3p 14881.09127 Hz = F3 + (5/36)
- F4 12090.77381 Hz = (260/16) x F0
- F5 12044.27083 Hz = (259/16) x F0
- F6 12500.00000 Hz = 16 x 781.25 Hz
- F7 13281.25000 Hz = 17 x 781.25 Hz
- F8 15625.00000 Hz = 20 x 781.25 Hz

Импульсно-фазовые РНС

- Для определения координат потребителей используются, как правило, разностно-дальномерные измерения, хотя не исключается возможность применения дальномерных и квазидальномерных измерений.
- Измерение РНП производится импульсно-фазовым методом: грубое измерение разности дальностей основано на оценке интервала времени между огибающими импульсов ведущей и ведомых станций, а точное — на оценке разности фаз несущих колебаний тех же импульсов.
- Высокая точность и однозначность измерений.

Низкочастотные ИФРНС:








-  Loran-C
-  Чайка
-  Деcca
-  Consol
-  Марс-75
-  Брас
-  РС-10



Рис. 2.40. Рабочая зона РНС «ЧАЙКА» и LORAN-C

2.2. Тактико-технические характеристики РНС

Характеристики	«ЧАЙКА»	LORAN-C
Рабочая частота, кГц	100	
Дальность действия, км:		
суша	1400...1800	
море	1800...2000	
Мощность излучения передающих станций, кВт	150...1000	200...1000
Среднеквадратическая погрешность, м:		
определения местоположения в гиперболическом режиме	100...700	Не более 230 (расчётная величина)
повторного выхода в заданную точку		10...45
Вероятность безотказной работы одной станции	0,999	
Относительная суточная нестабильность стандартов частоты передающих станций	$5 \cdot 10^{-12}$	$3 \cdot 10^{-12}$

LORAN-C (eLORAN)



Особенности

- Работает на частоте 100 кГц.
- Обеспечивает навигацию гражданских и некоторых видов военных потребителей различных государств в море, воздухе и на суше.
- В мире в эксплуатации находятся 34 цепи РНС LORAN-C, каждая из которых содержит от 3 до 5 станций; некоторые станции работают одновременно в двух цепях.
- В каждой цепочке одна из станций является ведущей, а остальные — ведомые. Все они точно синхронизируются.
- Приёмник измеряет точность прихода импульсов с точностью 0,1 мкс, и, если используется земная волна, местоположение может определяться с точностью 150 м на расстояниях до 1500 км.
- Общая площадь рабочих зон цепей РНС LORAN-C превышает 95 млн. км²

- Пользователям системы LORAN-C было рекомендовано для навигации использовать систему GPS. С 1 августа 2010 года была прекращена работа американских станций LORAN-C в составе российско-американской цепи, а с 3 августа 2010 года и в составе американо-канадской цепи. Таким образом в настоящее время работа системы LORAN-C на территории США полностью завершена.
- Предполагается, что некоторые объекты старой системы LORAN будут использоваться в обновленной системе **eLORAN**, которая отличается использованием аппаратуры нового типа с цифровой обработкой сигнала, обеспечивающей точность определения координат, сравнимую с СНС. eLORAN так же будет включена в систему передачи сигналов единого времени. Систему eLORAN планируется развивать и использовать в будущем как вспомогательную совместно с глобальными спутниковыми системами навигации.
- Одно из важных качеств системы eLORAN по мнению специалистов - устойчивость к помехам, связанная с использованием диапазона длинных радиоволн для передачи сигналов. В то время как для спутниковой системы GPS подтверждена возможность постановки преднамеренных помех и нарушения нормальной работы системы.

Чайка



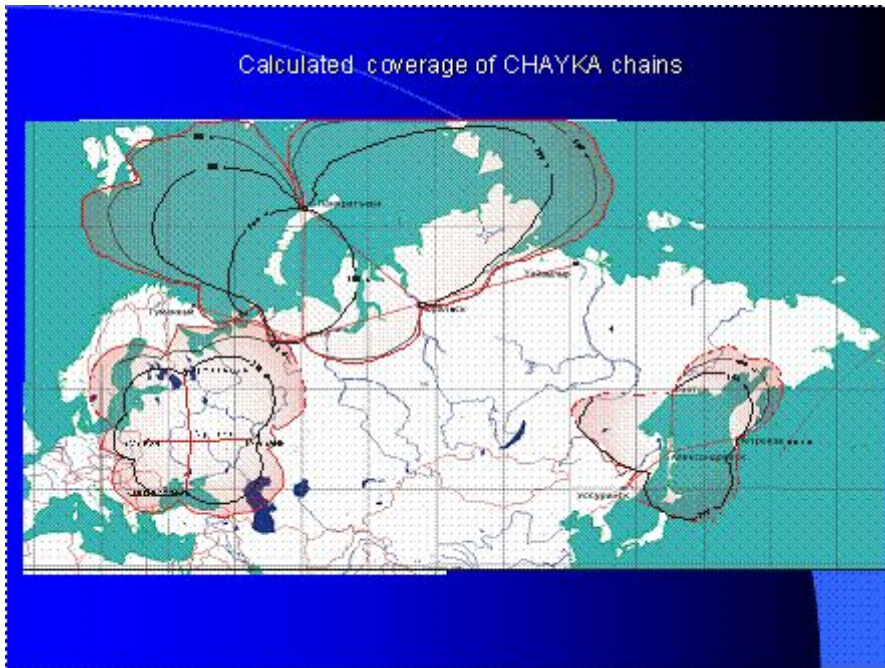
Особенности

- Импульсно-фазовая радионавигационная система длинноволнового диапазона, предназначенная для определения координат самолётов и кораблей с погрешностью 50...100 м.
- Система была разработана в 1958 г. по заказу ВВС СССР и является российским аналогом американской системы Loran-C.
- Общая площадь рабочих зон всех цепей РНС «ЧАЙКА» составляет около 20 млн. км²
- Каждая цепь состоит из одной «ведущей» и двух–четырёх «ведомых» передающих станций.
- Передающие станции ИФРНС «ЧАЙКА», излучающие группы (пачки) из восьми («ведомые» станции) или девяти («ведущие» станции) импульсов на несущей частоте 100 кГц, объединены в цепи – группы станций, излучающих синхронизированные импульсные сигналы с одинаковой частотой повторения.
- Интервалы повторения пачек импульсов используются для опознавания цепей и уменьшения взаимных помех между ними

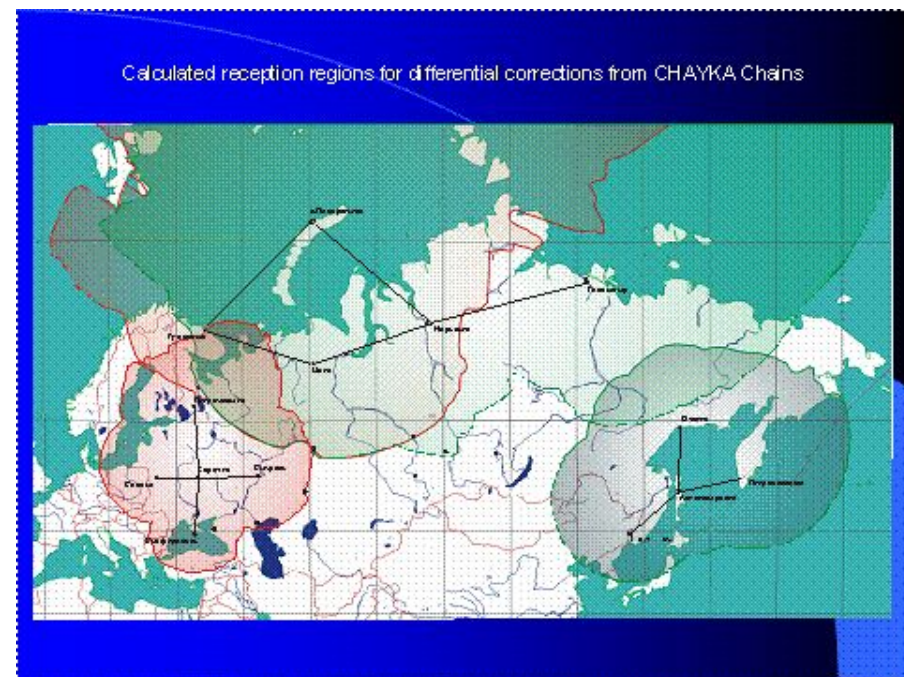
В России в эксплуатации находятся пять цепи системы

«ЧАЙКА»:

- GRI 8000 — Европейская цепь (1969, РСДН-3/10)
«Тропик-2»
- GRI 7950 — Восточная цепь (1986, РСДН-4)
«Тропик-2В»
- GRI 5980 — Российско-Американская цепь в Беринговом море (1995—2010) — с созданием которой, собственно и появилось название «Чайка».
- GRI 5960 — Северная цепь (1996, РСДН-5)
«Тропик-2С»
- GRI 4970 — Северозападная цепь (РСДН-5)
«Тропик-2С»
- А также Северо-Кавказская (ведомая станция № 2 Цхакая/Сенаки), Южно-Уральская (GRI 5970), Сибирская, Ангарская, Саянская, Забайкальская, Дальневосточная цепи построенные на базе маломощных мобильных станций РСДН-10.



Расчетные рабочие зоны РНС «Чайка»



Расчетные зоны приема дифференциальных поправок от спутников РНС «Чайка»

Спутниковые навигационные СИСТЕМЫ

СНС первого поколения

- Средний интервал времени между наблюдениями зависит от географической широты потребителя и колеблется от 35 мин в приполярных районах до 90 мин вблизи экватора.
- Уменьшение этого интервала путём увеличения числа спутников в данных системах невозможно, так как все ИСЗ излучают сигналы на одних и тех же частотах. При нахождении в зоне радиовидимости нескольких спутников возникают взаимные помехи, что нарушает работоспособность систем.
- Недостатки: малая точностью определения координат высокодинамичных объектов и большим интервалом времени между наблюдениями.

- Transit — первая в мире спутниковая навигационная система, США, 1960-е — 1996
- Циклон — первая спутниковая система навигации в СССР
- Цикада - низкоорбитальная, «космическая навигационная система» (КНС) - гражданский вариант морской спутниковой навигационной системы «Циклон», аналог Transit - 1976 - 1997 гг.
- Парус - низкоорбитальная КНС (именно с таким названием была принята на вооружение в 1976 г.) - серия российских (советских) навигационных спутников военного назначения.

СНС второго поколения

- Основное назначение СРНС второго поколения - глобальная оперативная навигация приземных подвижных объектов: наземных (сухопутных, морских, воздушных) и низкоорбитальных космических. Термин "глобальная оперативная навигация" означает, что подвижной объект, оснащенный навигационной аппаратурой потребителя (НАП), может в любом месте приземного пространства в любой момент времени определить (уточнить) параметры своего движения - три координаты и три составляющие вектора скорости, а также поправку к бортовой шкале времени и скорость ее изменения.
- Принцип определения своего места в глобальной системе позиционирования заключается в одновременном измерении расстояния до нескольких навигационных спутников (не менее трех) - с известными параметрами их орбит на каждый момент времени, и вычислении по измененным расстояниям своих координат.
- В СРНС второго поколения применяются навигационные ИСЗ (НИСЗ) на круговых орбитах с высотой 20000 км над поверхностью Земли. Благодаря использованию атомных стандартов частоты (АСЧ) на НИСЗ в системе обеспечивается взаимная синхронизация навигационных радиосигналов, излучаемых орбитальной группировкой спутников.
- Радионавигационное поле в СРНС второго поколения наряду с основной функцией (глобальная автономная оперативная навигация приземных подвижных объектов) позволяет проводить: локальную высокоточную навигацию наземных подвижных объектов (сухопутных, морских, воздушных) на основе дифференциальных методов навигации с применением стационарных наземных корректирующих станций.
- В состав СРНС входят подсистема космических аппаратов, подсистема контроля и управления (наземный командно-измерительный комплекс) и подсистема аппаратуры потребителей.

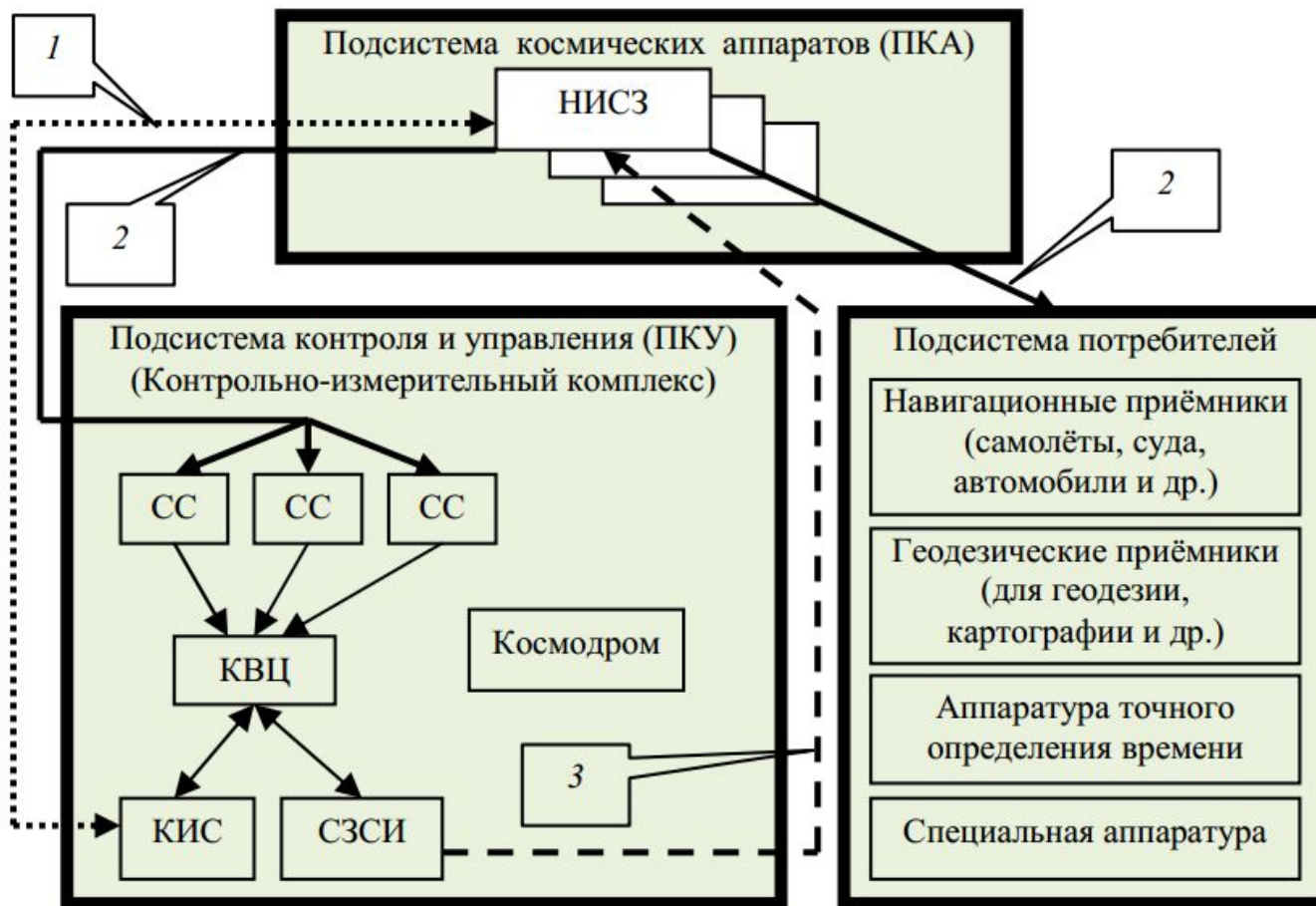
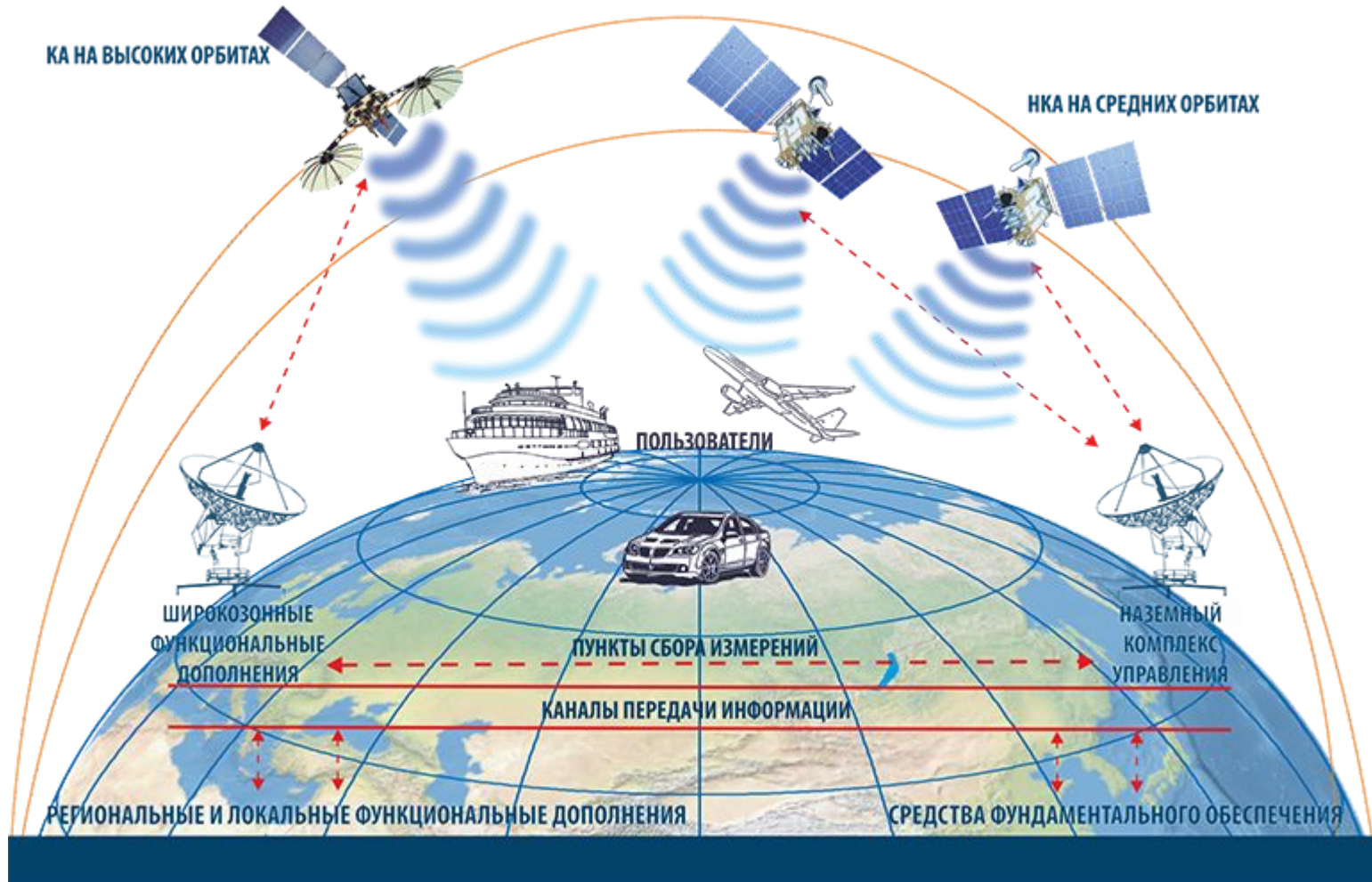


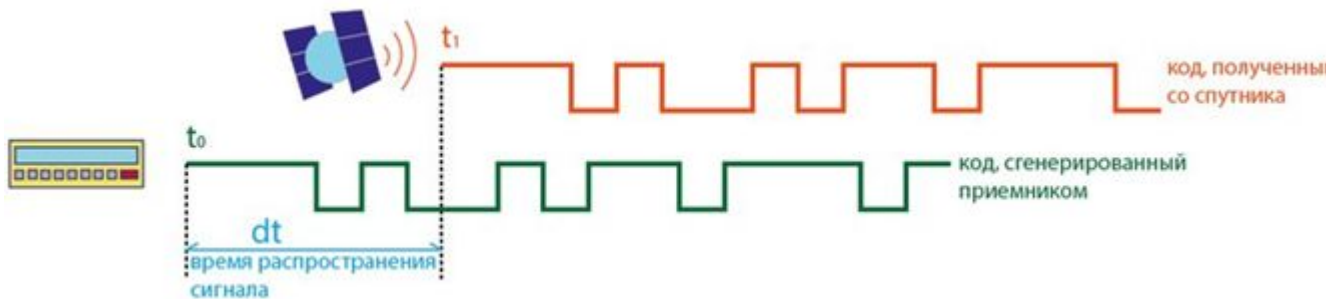
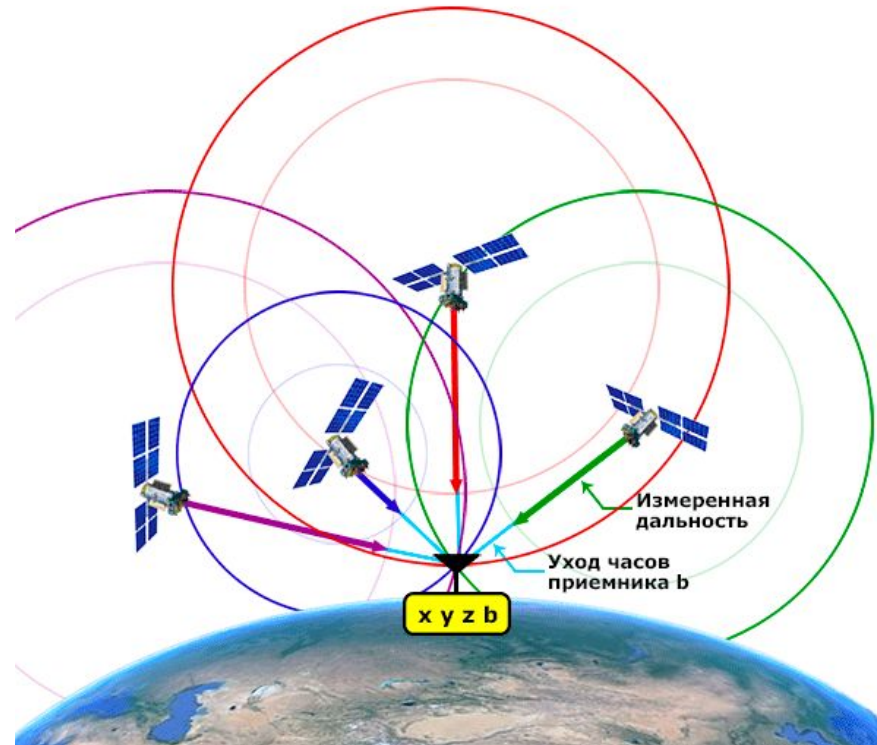
Рис. 2.41. СРНС второго поколения

СС – станции слежения за НИСЗ; КВЦ – координационно-вычислительный центр; КИС – командно-измерительная станция; НИСЗ – навигационный искусственный спутник Земли; СЗСИ – станция загрузки служебной информации; 1 – команды управления и телеметрия; 2 – навигационные сигналы спутников; 3 – служебная информация

Глобальная навигационная спутниковая система (GNSS)



Принцип работы системы навигации



$$(X_i - X_{BC})^2 + (Y_i - Y_{BC})^2 + (Z_i - Z_{BC})^2 = \tilde{R}_i^2$$

$$\tilde{R}_i = R_i + (\Delta\tau \cdot C)$$

\tilde{R}_i - псевдодальность
 $\Delta\tau$ - временной уход часов BC
 C - скорость света

Навигационное обслуживание ГНСС

Навигационное обслуживание ГНСС обеспечивается с помощью различных комбинаций следующих элементов ГНСС, установленных на земле, на спутниках и/или на борту воздушного судна:

- а) глобальная навигационная спутниковая система;
- б) бортовое оборудование ГНСС;
- в) бортовая система функционального дополнения ABAS;
- г) спутниковая система функционального дополнения SBAS;
- д) наземная система функционального дополнения GBAS;
- е) наземная региональная система функционального дополнения GRAS

GPS	ГЛОНАСС	ABAS	SBAS	GBAS	Бортовой приемник GNSS	Применение
+	+	+			+	Навигация на маршруте
+	+	+	+		+	Навигация на маршруте, заход на посадку
+	+	+		+	+	Навигация на маршруте, точный заход на посадку по 1 категории (в перспективе по 2 и 3 категориям)

Глобальные и региональные навигационные спутниковые системы



ГЛОНАСС/РОССИЯ



GPS/США



GALILEO/ЕВРОСОЮЗ



BEIDOU/КНР

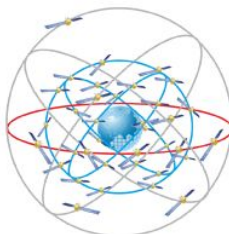
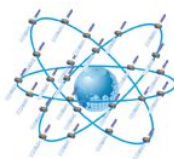
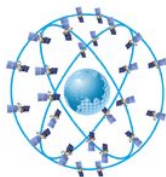


QZSS/ЯПОНИЯ

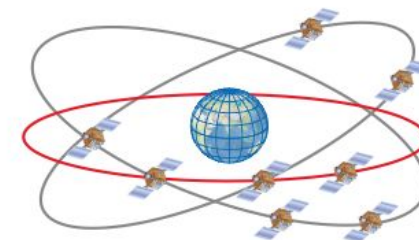
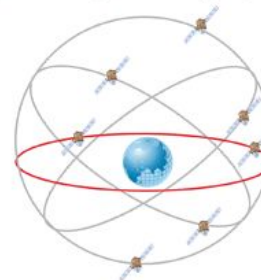


NAVIC/ИНДИЯ

– Архитектура штатных орбитальных группировок



– Архитектура штатных орбитальных группировок



СРЕДНЕОРБИТАЛЬНЫЙ СЕГМЕНТ

количество КА	24	количество КА	24	количество КА	24(+3 резерв)	количество КА	27
высота орбиты	19 100 км	высота орбиты	20 200 км	высота орбиты	23 222 км	высота орбиты	21 528 км
большая полуось	25 518 км	большая полуось	26 560 км	большая полуось	29 600 км	период	12 ч 53 мин 24 с
период	11 ч 15 мин 44 с	период	11 ч 58 мин	период	14 ч 4 мин 45 с	наклонение	55°
наклонение	64,8°	наклонение	55°	наклонение	56°	количество плоскостей	3
количество плоскостей	3	количество плоскостей	6	количество плоскостей	3		

ВЫСОКООРБИТАЛЬНЫЙ ГЕОСИНХРОННЫЙ СЕГМЕНТ

ведется НИР в рамках ФЦП	нет	ведется НИР в рамках программы ЕВЕР (2-е поколение)	количество КА	3
			высота орбиты	35 786 км
			наклонение	55°

ГЕОСТАЦИОНАРНЫЙ СЕГМЕНТ

ведется НИР в рамках ФЦП	нет	ведется НИР в рамках программы ЕВЕР (2-е поколение)	количество КА	5
			высота орбиты	35 786 км
			орбитальные точки	58,75° в.д., 80° в.д., 110,5° в.д., 140° в.д., 160° в.д.

ВЫСОКООРБИТАЛЬНЫЙ СЕГМЕНТ

Квазизенитный сегмент

количество КА	5	количество КА	4
большая полуось	42 164 км	наклонение	29°
высота перигея	≈ 32 000 км	количество плоскостей	2
высота апогея	≈ 40 000 км	орбитальные точки	55° в.д.
наклонение	40...47°		111,5° в.д.
количество плоскостей	3		

Геоинсинхронный сегмент

ГЕОСТАЦИОНАРНЫЙ СЕГМЕНТ

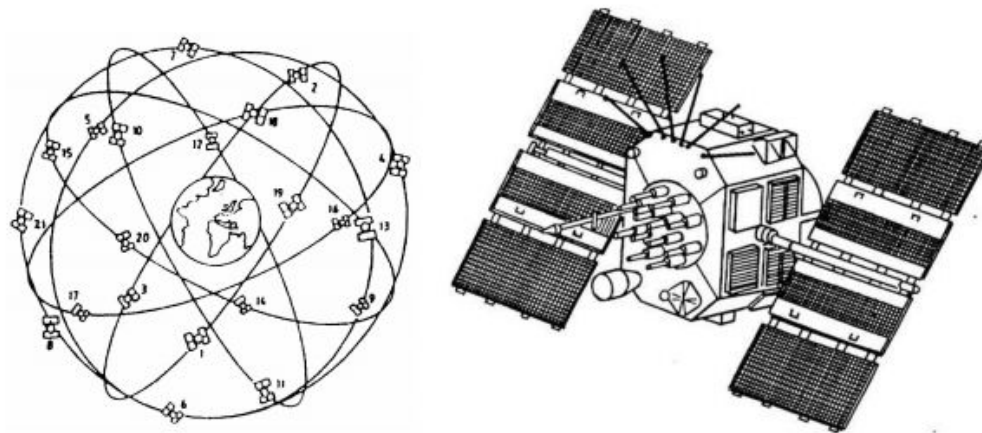
количество КА	2	количество КА	3
орбитальные точки		орбитальные точки	34° в.д., 83° в.д., 131,5° в.д.

GPS (Navigation System With Time And Ranging Global Positioning System (NAVSTAR GPS))

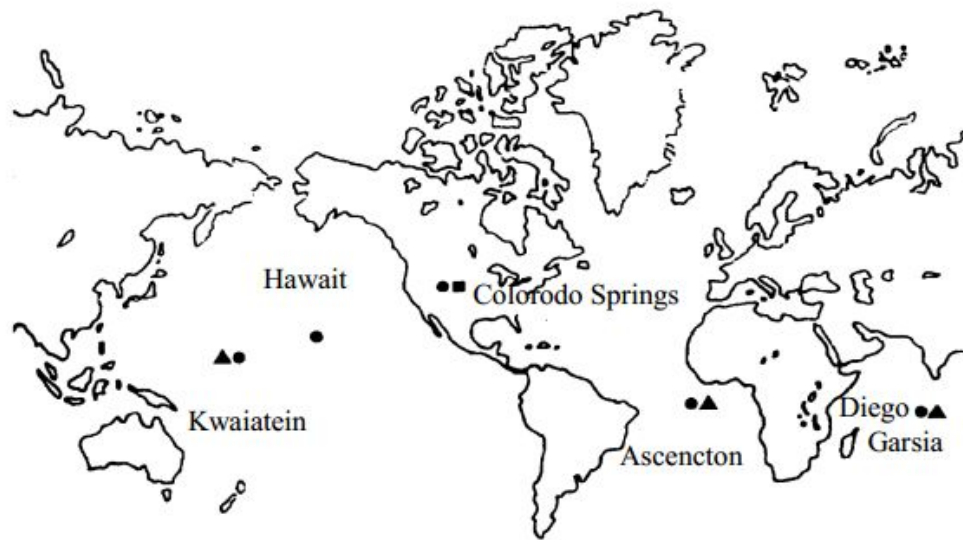


Особенности

- Разрабатывалась с начала семидесятых годов как системы двойного применения: для военных и гражданских потребителей.
- Основной принцип использования системы — определение местоположения путём измерения расстояний до объекта от точек с известными координатами — спутников. Расстояние вычисляется по времени задержки распространения сигнала от посылки его спутником до приёма антенной GPS-приёмника.
- Для определения трёхмерных координат GPS-приёмнику нужно знать расстояние до трёх спутников и время GPS системы. Но поскольку разница между часами спутника и приёмника может внести в решение огромную ошибку, один из КА используется как "базовый", с него получают время, остальные три используются для определения координат. Таким образом, для определения координат и высоты приёмника, используются сигналы как минимум с четырёх спутников.
- Основой системы являются навигационные спутники, движущиеся вокруг Земли по 6 круговым орбитальным траекториям (по 4 спутника в каждой), на высоте примерно 20200 км.
- Слежение за орбитальной группировкой осуществляется с главной контрольной станцией, расположенной на базе ВВС



a)



b)

Рис. 2.43. Система GPS:

a – спутниковая навигационная система и спутник NAVSTAR/GPS;
b – расположение станций контроля и управления системой NAVSTAR/GPS:

- – станции слежения;
- – главные станции слежения;
- ▲ – наземные антенны

ГЛОНАСС - Глобальная Навигационная Спутниковая Система

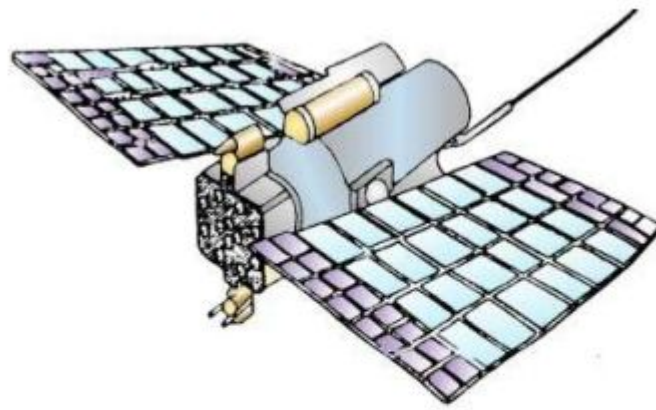
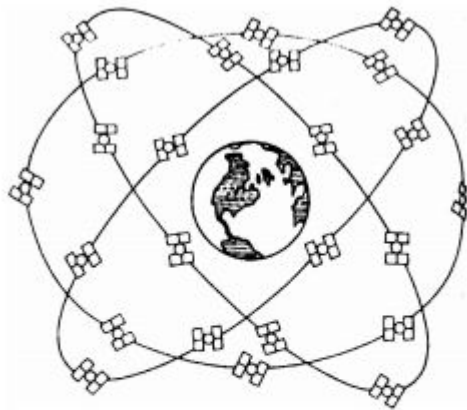


Особенности

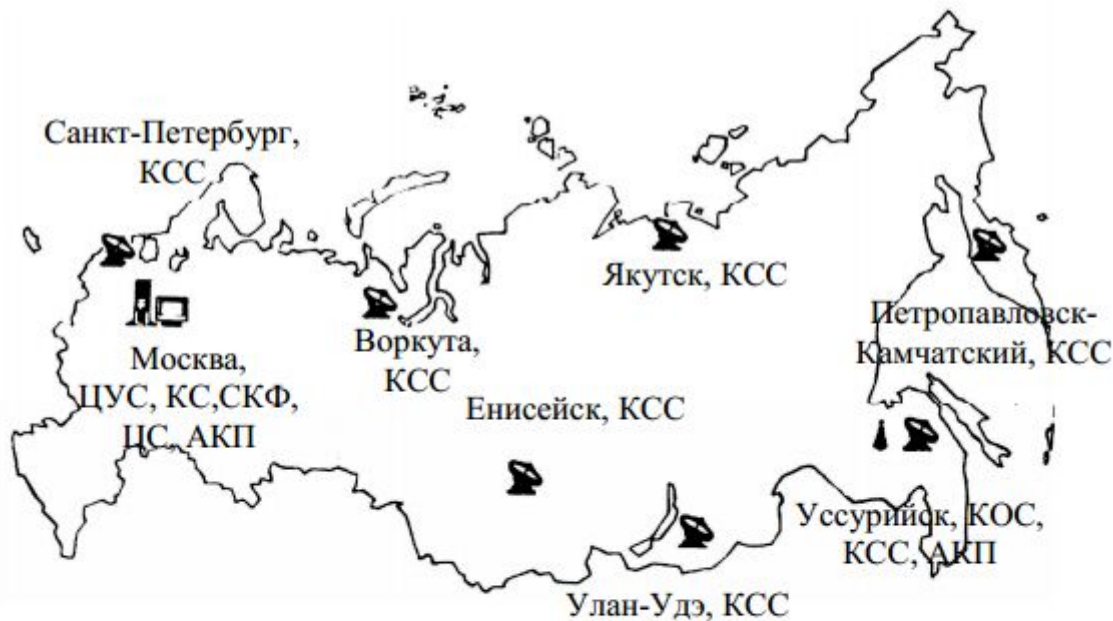
- Советская и российская спутниковая система навигации, разработана по заказу Министерства обороны СССР.
- Подсистема космических аппаратов системы ГЛОНАСС состоит из 24-х спутников, находящихся на круговых орбитах высотой 19100 км, наклоном $64,8^\circ$ и периодом обращения 11 часов 15 минут в трех орбитальных плоскостях.
- Орбитальные плоскости разнесены по долготе на 120° . В каждой орбитальной плоскости размещаются по 8 спутников с равномерным сдвигом по аргументу широты 45° .



ХАРАКТЕРИСТИКИ	КА «ГЛОНАСС»	КА «ГЛОНАСС-М»	КА «ГЛОНАСС-К»	КА «ГЛОНАСС-К2»
Годы развертывания	1982-2005	2003-2016	2011-2018	после 2017
Состояние	Выведен из эксплуатации	В эксплуатации	В разработке на основе проведенных ЛИ	В разработке
Используемые средства выведения		РН «Союз-2.16», РН «Протон-М»		
Гарантированный срок активного существования, лет	3.5	7	10	10
Масса КА, кг	1500	1415	935	1600
Габариты КА, м		2,71x3,05x2,71	2,53x3,01x1,43	2,53x6,01x1,43
Энергопотребление, Вт		1400	1270	4370
Тип исполнения КА	герметизированный	герметизированный	негерметизированный	негерметизированный
Суточная нестабильность БСУ, в соответствии с ТЗ / фактическая	$5 \cdot 10^{-13}$ / $1 \cdot 10^{-13}$	$1 \cdot 10^{-13}$ / $5 \cdot 10^{-14}$	$1 \cdot 10^{-13}$ / $5 \cdot 10^{-14}$	$1 \cdot 10^{-14}$ / $5 \cdot 10^{-15}$
Тип сигналов	FDMA	в основном FDMA (CDMA на КА 755-761)	FDMA и CDMA	FDMA и CDMA
Сигналы с открытым доступом (для сигналов FDMA приведено значение центральной частоты)	L10F (1602 МГц)	L10F (1602 МГц) L20F (1246 МГц) начиная с №755: L30C (1202 МГц)	L10F (1602 МГц) L20F (1246 МГц) L30C (1202 МГц) начиная с №17Л: L20C (1248 МГц)	L10F (1602 МГц) L20F (1246 МГц) L10C (1600 МГц) L20C (1248 МГц) L30C (1202 МГц)
Сигналы с санкционированным доступом	L1SF (1592 МГц) L2SF (1237 МГц)	L1SF (1592 МГц) L2SF (1237 МГц)	L1SF (1592 МГц) L2SF (1237 МГц) начиная с №17Л: L2SC (1248 МГц)	L1SF (1592 МГц) L2SF (1237 МГц) L1SC (1600 МГц) L2SC (1248 МГц)
Наличие межспутниковых линий связи:				
радио	—	+	+	+
оптическая	—	—	—	+
Наличие системы поиска и спасения	—	—	+	+



а)



б)

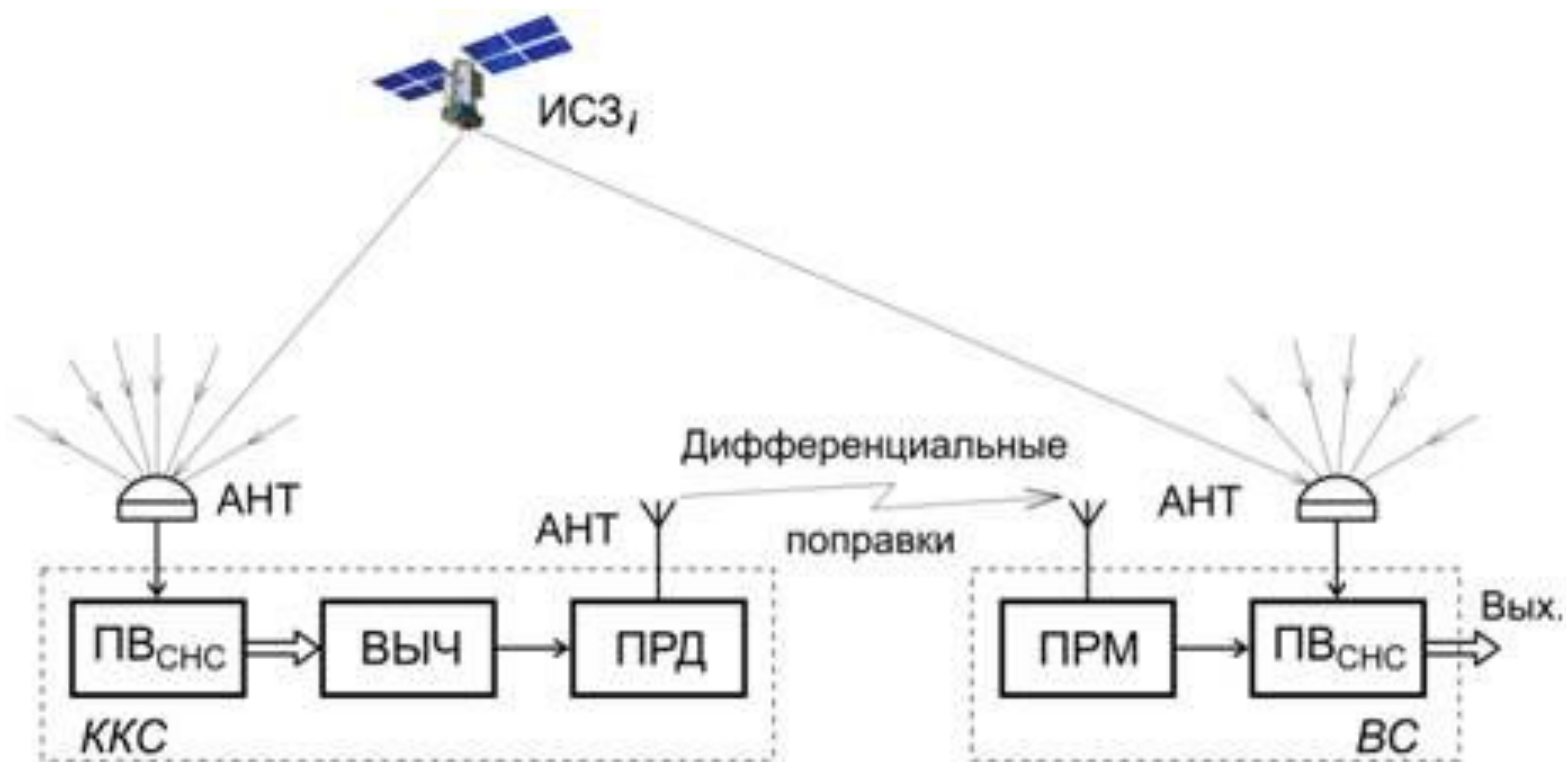
Стационарные элементы наземных сегментов системы ГЛОНАСС:

- центр управления системой ГЛОНАСС(ЦУС);
- центральный синхронизатор(ЦС);
- контрольная станция(КС);
- система контроля фаз (СКФ);
- квантово-оптическая станция(КОС);
- аппаратура контроля полета(АКП);
- командная станция слежения(КСС);
- другие станции слежения за работой бортовых устройств спутников.

Рис. 2.42. Система ГЛОНАСС:

а – спутниковая навигационная система и спутник ГЛОНАСС;
б – размещение станций контроля и управления системы ГЛОНАСС

Дифференциальный режим и дистанционный контроль целостности в СНС



Состав оборудования для реализации дифференциального режима СНС

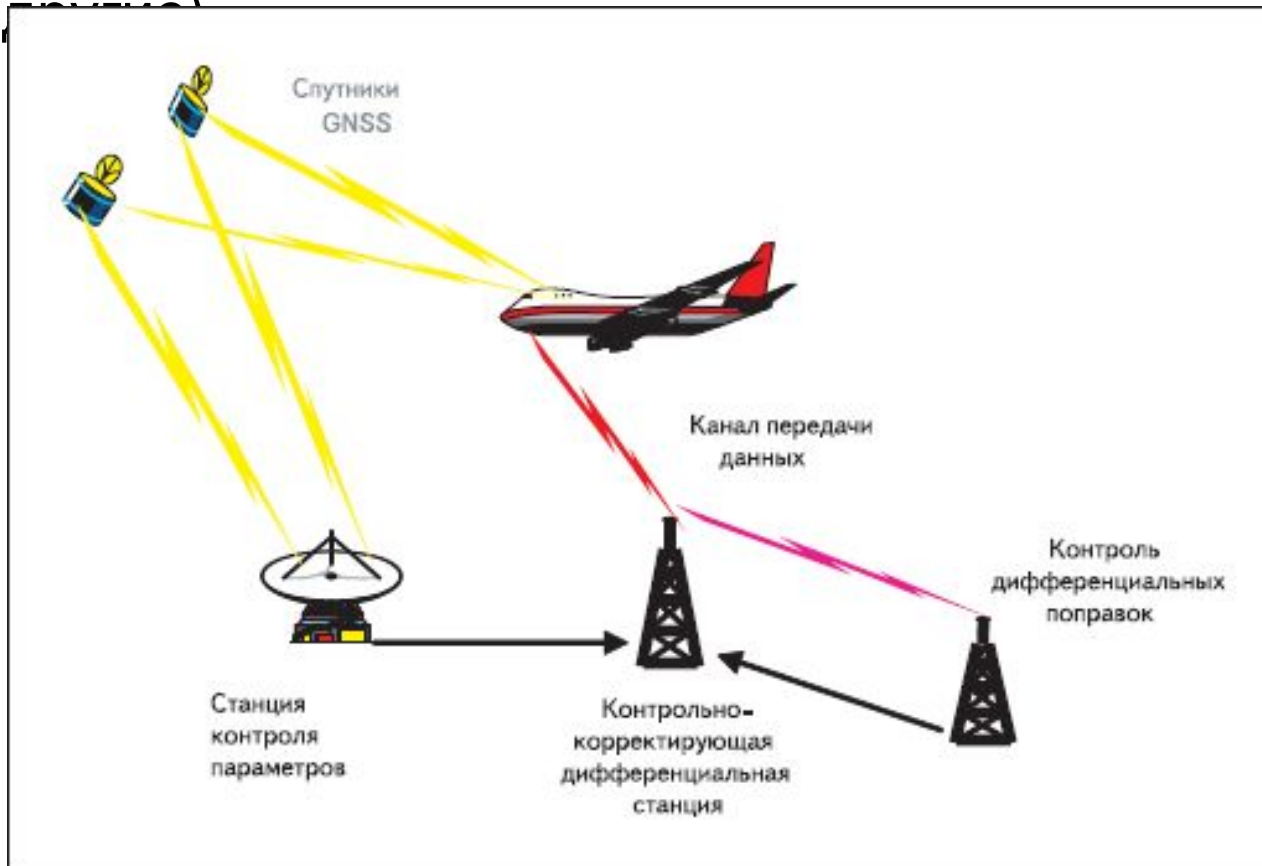
Параметры	СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОПОЛНЕНИЙ			
	ЛОКАЛЬНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ	РЕГИОНАЛЬНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ	ШИРОКОЗОННЫЕ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ	ГЛОБАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ
Состав	<ul style="list-style-type: none"> » одна или несколько станций сбора измерений¹ » канал передачи данных 	<ul style="list-style-type: none"> » сеть станций измерений » каналы передачи данных » вычислительный центр 	<ul style="list-style-type: none"> » региональная сеть станций измерений » каналы передачи данных » вычислительный центр » наземный комплекс управления 	<ul style="list-style-type: none"> » глобальная сеть станций измерений » каналы передачи данных » вычислительный центр » наземный комплекс управления
Корректирующая информация	<ul style="list-style-type: none"> » поправки к навигационным параметрам, измеряемым потребителем » информация о целостности системы² 	<ul style="list-style-type: none"> » поправки к навигационным параметрам, измеряемым потребителем » информация о целостности системы 	<ul style="list-style-type: none"> » поправки к эфемеридно-временной информации³ » поправки к навигационным параметрам, измеряемым потребителем » информация о целостности системы 	<ul style="list-style-type: none"> » поправки к эфемеридно-временной информации » поправки для исключения атмосферных искажений сигнала » поправки к навигационным параметрам, измеряемым потребителем » информация о целостности системы
Каналы передачи	наземные линии передачи данных ⁴	наземные линии передачи данных	космические аппараты связи и ретрансляции	космические аппараты связи и ретрансляции
Зона действия	50 - 200км	400 – 2000 км	2000 – 5000 км	глобальное покрытие
Погрешность определения местоположения потребителя	от 1 до 5 см	от 5 до 50 см	от 5 дм до 2 м	от 5 см до 2 м

Aircraft-based Augmentations Systems (ABAS)

- Использование алгоритмов автономного контроля целостности (RAIM:
 - алгоритмы обнаружения отказов;
 - алгоритмы исключения отказавших навигационных спутников.
- Использование методов бортового контроля целостности AAIM (Airborne Autonomous Integrity Monitoring).
- Комплексование с навигационными датчиками, установленными на объекте. Среди них могут быть:
 - высотомер;
 - высокоточные часы;
 - гироскопические датчики;
 - магнитный компас;
 - инерциальная навигационная система;
 - бортовые навигационные датчики и средства.
- Комплексование с данными других навигационных систем:
 - совместное использование в НАП сигналов GPS-ГЛОНАСС;
 - совместное использование в НАП сигналов GPS-Galileo-ГЛОНАСС.

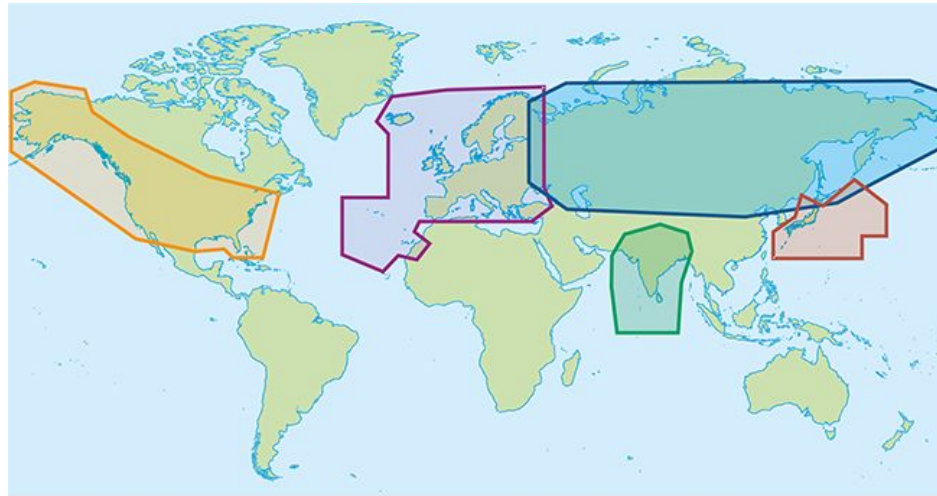
Ground-based Augmentation Systems (GBAS)

- Станция мониторинга дифференциальных поправок контролирует их качество. Обобщенная информация затем формируется в едином формате и передается на борт по одному из доступных каналов связи (УКВ-связь или спутник)



Space-based Augmentation Systems

SBAS



 WAAS
 EGNOS
 СДКМ
 GAGAN
 MSAS

Широкозонная система дифференциальной коррекции и мониторинга	СДКМ	РОССИЯ
---	------	--------

Широкозонная система функциональных дополнений (Wide Area Augmentation System)	WAAS	США
--	------	-----

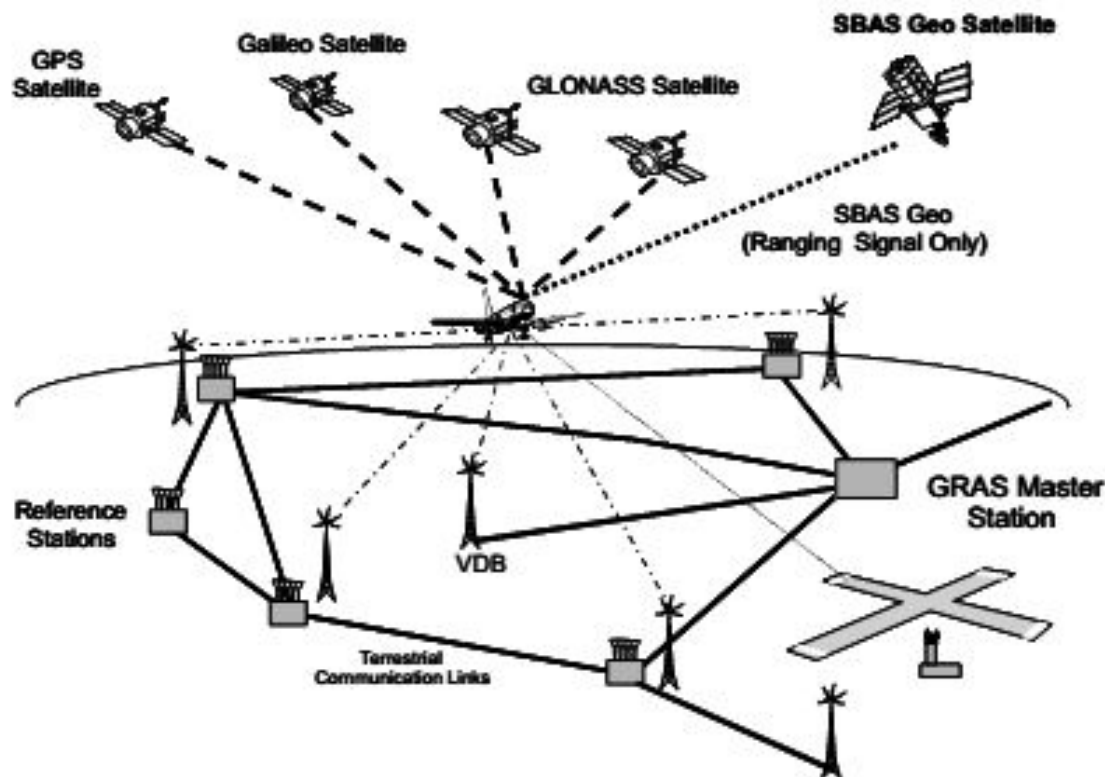
Европейская геостационарная навигационная служба (European Geostationary Navigation Overlay Service)	EGNOS	ЕС
--	-------	----

Геостационарное навигационное дополнение системы GPS	GAGAN	ИНДИЯ
--	-------	-------

Космическая система функционального дополнения (глобальных навигационных спутниковых систем) на космических аппаратах MTSAT (Multiple weather-observation and air Traffic control SATellite (MTSAT) Satellite Augmentation System)	MSAS	ЯПОНИЯ
--	------	--------

- Принципиальное отличие SBAS и GBAS состоит в способах получения и доставки корректирующей информации, а также в зоне действия систем. GBAS — локальная система, функционирующая в зоне действия до 50...100 км, а SBAS — глобальная система с зоной действия до нескольких тысяч километров.

Ground-based Regional Augmentation Systems (GRAS)



Наземная региональная система функционального дополнения (GRAS). Система функционального дополнения, в которой пользователь принимает дополнительную информацию непосредственно от одного из группы наземных передатчиков, охватывающих регион.

Основными задачами, решаемыми аппаратурой потребителя, являются:

- выбор рабочего созвездия ИСЗ,
- поиск и опознавание навигационных сигналов ИСЗ, введение в синхронизм систем слежения по времени запаздывания и фазе несущей частоты дальномерных сигналов,
- измерение времени запаздывания и доплеровского сдвига частоты,
- выделение и расшифровка содержания навигационного (информационного) сообщения,
- расчёт координат ИСЗ на момент навигационных измерений,
- решение навигационной задачи (определение координат и составляющих вектора скорости потребителя, поправок к сдвигу шкал времени и частот),
- отображение вычисленных данных на информационном табло.

СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА KLN-90B



KLN-90 - базовый вариант бортового приёмника фирмы "Allied Signal (Bendix King)", позволяющий принимать сигналы СНС GPS. Модификации сертифицированы для эксплуатации на большинстве отечественных ЛА:

- **KLN 90A** - Ан-24, Ан-26, Ми-8Т, Ил-86, Ил-62М, Ил-76, Ту-154М/Б/С
- **KLN 90B** - Ил-18, Ил-62М, Ил-76, Ил-86, Ту-134, Ту-154М/Б/С, Як-40, Як-42, АН-124, Ми-8Т/МТВ/АМТ

Бортовой приемник спутниковой навигации СН-4312-02



Квалификация аппаратуры **СН-4312-02** осуществляется согласно процедурам
Авиационных правил АП-21, АП-25 и АП-29 на соответствие требованиям
квалификационного базиса и следующих документов:

- **КТ-34-01**

квалификационные требования «Бортовое оборудование спутниковой навигации» (ред.3)

- **TSO-C129A**

стандартизированные технические требования «Дополнительное бортовое
навигационное оборудование, использующее сигналы спутниковой навигационной
системы (GPS)»

- **КТ-178А**

«Требования к программному обеспечению бортовой аппаратуры и систем при
сертификации авиационной техники»

- **9613-AN/937**

«Руководство по требуемым навигационным характеристикам (RNP)»

- **JAA TGL-10**

«Летная годность и операционное одобрение для операций точной зональной навигации
RNAV в обозначенном Европейском воздушном пространстве»

- **КТ-160D**

«Внешние воздействующие факторы»

- **СН-4312-02 представляет собой** авиационный приемоиндикатор, работающий по сигналам глобальных спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS, их функциональных дополнений: спутниковых - SBAS (WAAS, EGNOS, MTSAT) и наземных - GBAS (ЛККС).
- **СН-4312-02 выполняет следующие задачи:**
 - Навигация
 - Планирование полетов
 - Управление оборудованием самолета
- **СН-4312-02 обеспечивает:**
 - Решение задач навигации и управления процессом самолетовождения, в том числе в системе зональной навигации RNAV, с выполнением требований R-RNAV (RNP-1) и V-RNAV (RNP-5).
 - Автоматический или ручной выбор следующих основных режимов работы:Выдача сигналов управления в САУ и светосигнальное табло.
 - навигация СНС по сигналам ГЛОНАСС и GPS;
 - навигация СНС с использованием сигналов SBAS;
 - навигация СНС с использованием сигналов GBAS;
 - навигация DME/DME;
 - навигация VOR/DME;
 - навигация SVC (режим счисления координат по данным о курсе и скорости).
 - Совместную работу с различными базами данных (БД): аэронавигационной, пользовательской.
 - Загрузку, хранение и использование аэронавигационной базы данных на текущий и следующий цикл обновления с использованием съемной Flash card.
 - Формирование и выдачу экипажу предупреждающих и аварийных сообщений на дисплей и светосигнальные табло.
 - Графическое отображение маршрута полета, стандартных схем вылета (SID), прилета (STAR) и захода на посадку (APPROACH), а так же ближайших аэродромов и аэронавигационных ориентиров.
 - Взаимодействие на борту двух комплектов аппаратуры СН-4312-02.

Цифровые	• RS-232 - 4 канала (технологический)
	• RS-422 - 2 канала (для работы 2-х комплектов)
	• ARINC 429 - 8 входов/4 выхода
	• 1PPS (согласно ARINC 743A-4) - 1 канал
Аналоговые	• Выход (± 10 В) - 1 канал
	• Токовые выходы (± 150 мВ) - 3 канала.
Разовые команды	• входные - 16 (8 корпус/8 питание);
	• выходные - 16 (8 корпус/8 питание)

Наименование	Количество
Антенна А101П	1 шт.
Блок приемоиндикатора и управления (БПИУ)	1 шт.
Блок бесперебойного питания (ББП)	1 шт.
УМФ-РФС	1 шт.
Ведомость эксплуатационных документов	1 комплект
КМЧ	1 комплект
Упаковка	1 шт.

Бортовой приемник спутниковой навигации БПСН-2



- БПСН-2 представляет собой аппаратуру, работающую по сигналам глобальных спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS в составе комплексов бортового оборудования современных самолётов и вертолетов.
- **БПСН-2** обеспечивает:
 - непрерывное определение навигационных параметров ВС по сигналам СНС ГЛОНАСС и GPS, и с использованием информации, получаемой от следующих систем: комплекса бортового оборудования, наземной системы функционального дополнения (GBAS) через аппаратные средства комплекса бортового оборудования, спутниковых систем функционального дополнения (SBAS).
 - контроль целостности выдаваемых параметров.
 - обнаружение и исключение из вычислений сигналов отказавших НКА (функция FDE).
 - выполнение прогноза доступности функции RAIM в планируемом пункте в расчетное время с отклонением от него ± 15 минут и выдачу результатов прогноза доступности функции RAIM потребителю (по запросу).
 - выдачу дополнительных параметров: номер каждого сопровождаемого спутника, азимут, угол возвышения, отношение сигнал/шум.
 - выдачу потребителям параметров с частотой обновления и выдачи информации по координатам, высоте, скорости, путевому углу истинному и времени не менее 10 Гц.
 - выбор типа СНС, по которой необходимо выполнять расчет навигационных параметров.
 - Эксплуатационная готовность не менее 0,99975 в течение 5 ч.
 - Непрерывность работы не менее $(1,0-0,5 \cdot 10^{-4})$ в час и $(1,0-2,1 \cdot 10^{-7})$ в любые 15 сек.

ARINC 429	7 каналов приема 3 канала передачи 1 канал (метка времени UTC)
Разовые команды	входные – 9 (8 корпус/1 питание) выходные – 2 (корпус)

Наименование	Кол-во, шт	Размер, мм	Масса, кг
Блок приемовычислителя (БПВ)	1	244×140×73	2,1
Антенна А101П	1	119×73×55	0,18
Усилитель МШ-РФС	1	142×70×21	0,22