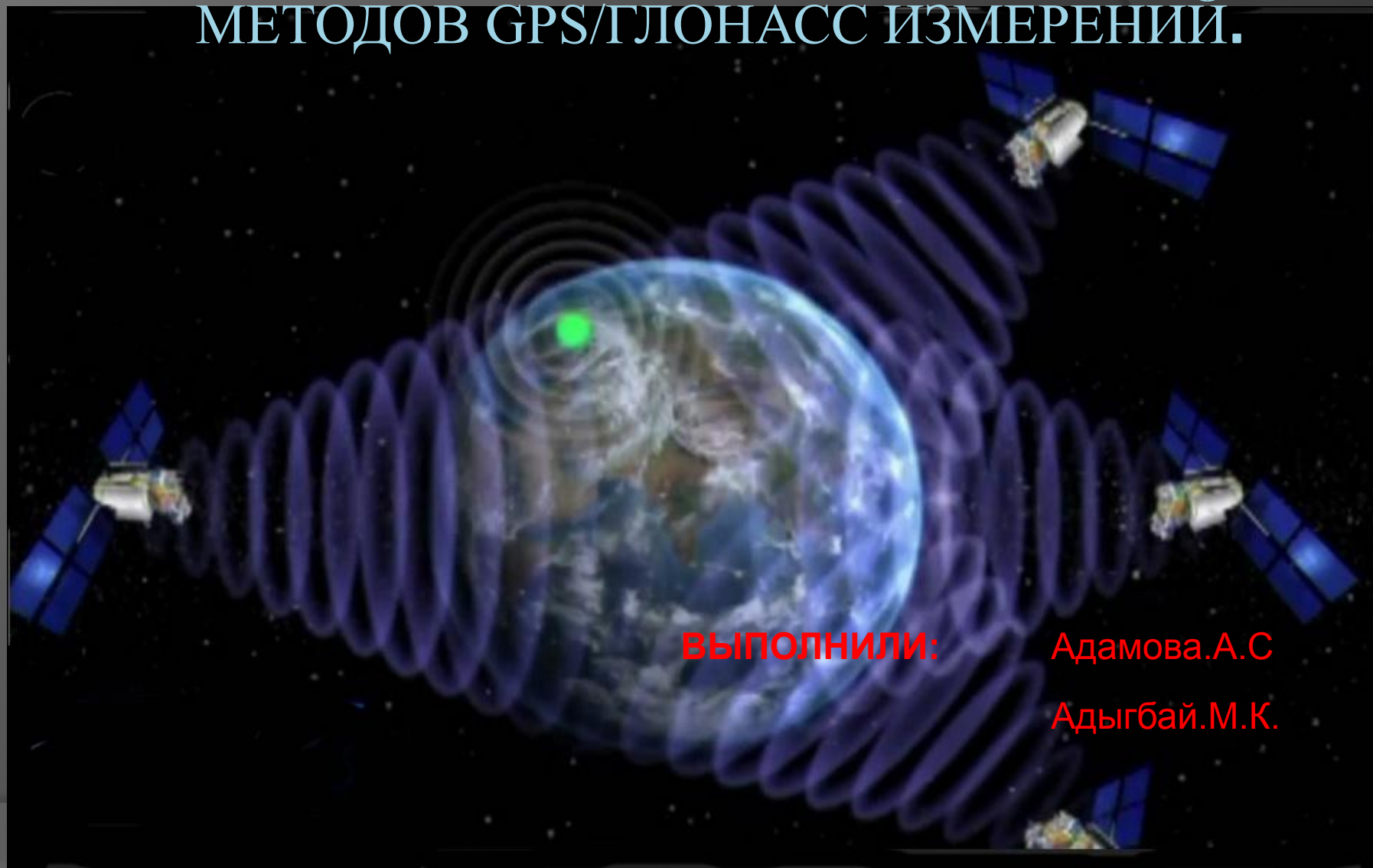


РОЛЬ СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГЕОДЕЗИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ. РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ GPS/ГЛОНАСС ИЗМЕРЕНИЙ.



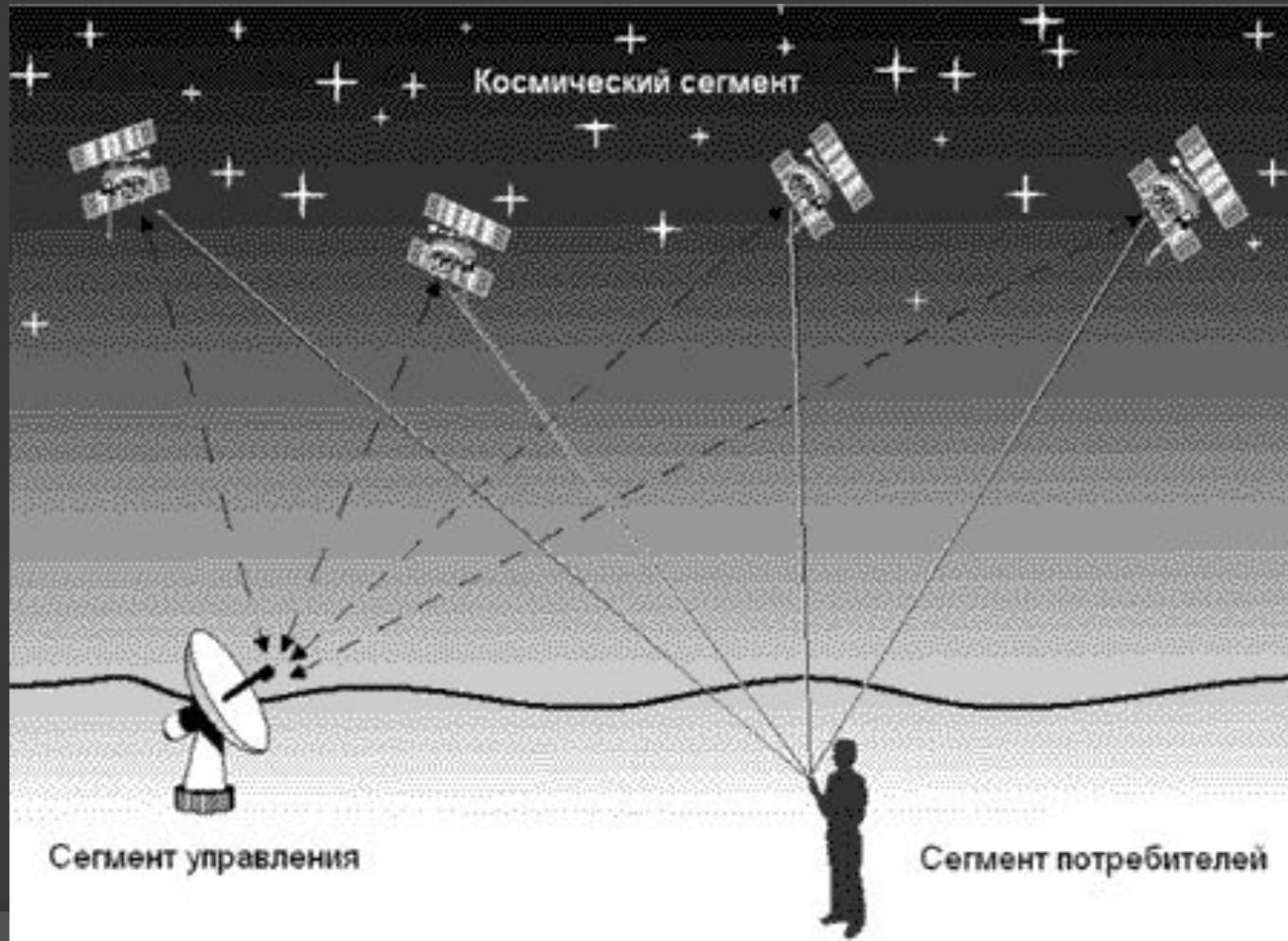
ВЫПОЛНИЛИ:

Адамова.А.С

Адыгбай.М.К.

- ◎ Спутниковые технологии в настоящее время все шире входят в нашу жизнь. Не возможно представить без них ни одну из отраслей народного хозяйства. Наряду с другими задачами данные технологии ориентированы на использование «высоких» информационных технологий, высокоэффективных средств и методов производства координатных определений по сигналам глобальных космических навигационных систем ГЛОНАСС и GPS.

Каждая спутниковая радионавигационная система состоит из трех подсистем (сегментов)





ГЛОНАСС — советская и российская спутниковая система навигации, разработана по заказу Министерства обороны СССР

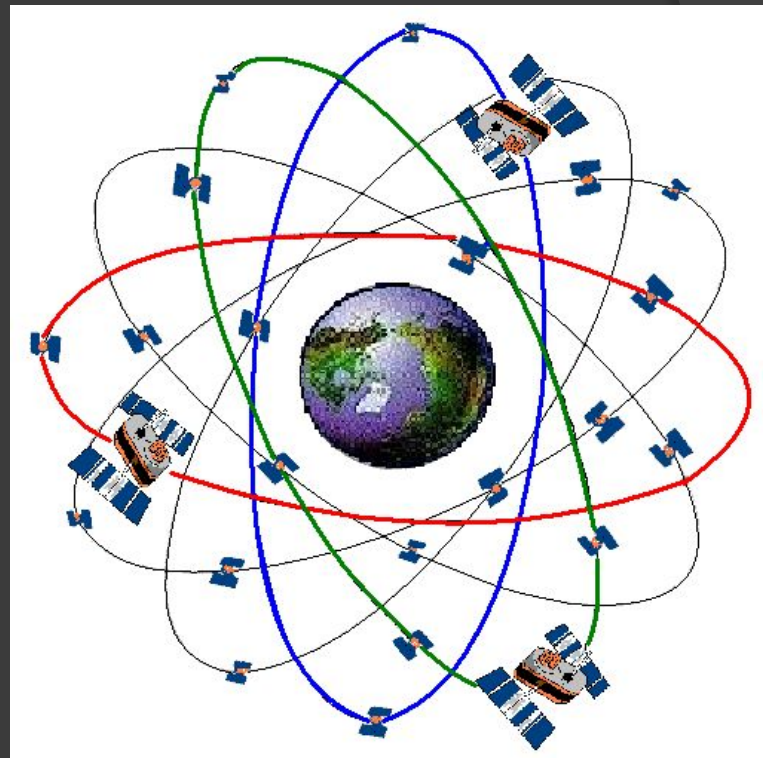
◎ GPS — спутниковая система навигации, разработанная и реализованная Министерством обороны США.

Характеристики GPS и ГЛОНАСС	ГЛОНАСС	GPS
Количество спутников (резерв)	24, сегодня на орбите 19	24 (3), реально - 30, с увеличением до 48
Количество орбитальных плоскостей	3	6
Количество спутников в каждой плоскости	8	4
Гарантийный срок эксплуатации спутника (лет)	10 лет	Глонасс – 3 года Глонасс -М – 7 лет Глонасс -К – 10 лет

ГЛОНАСС



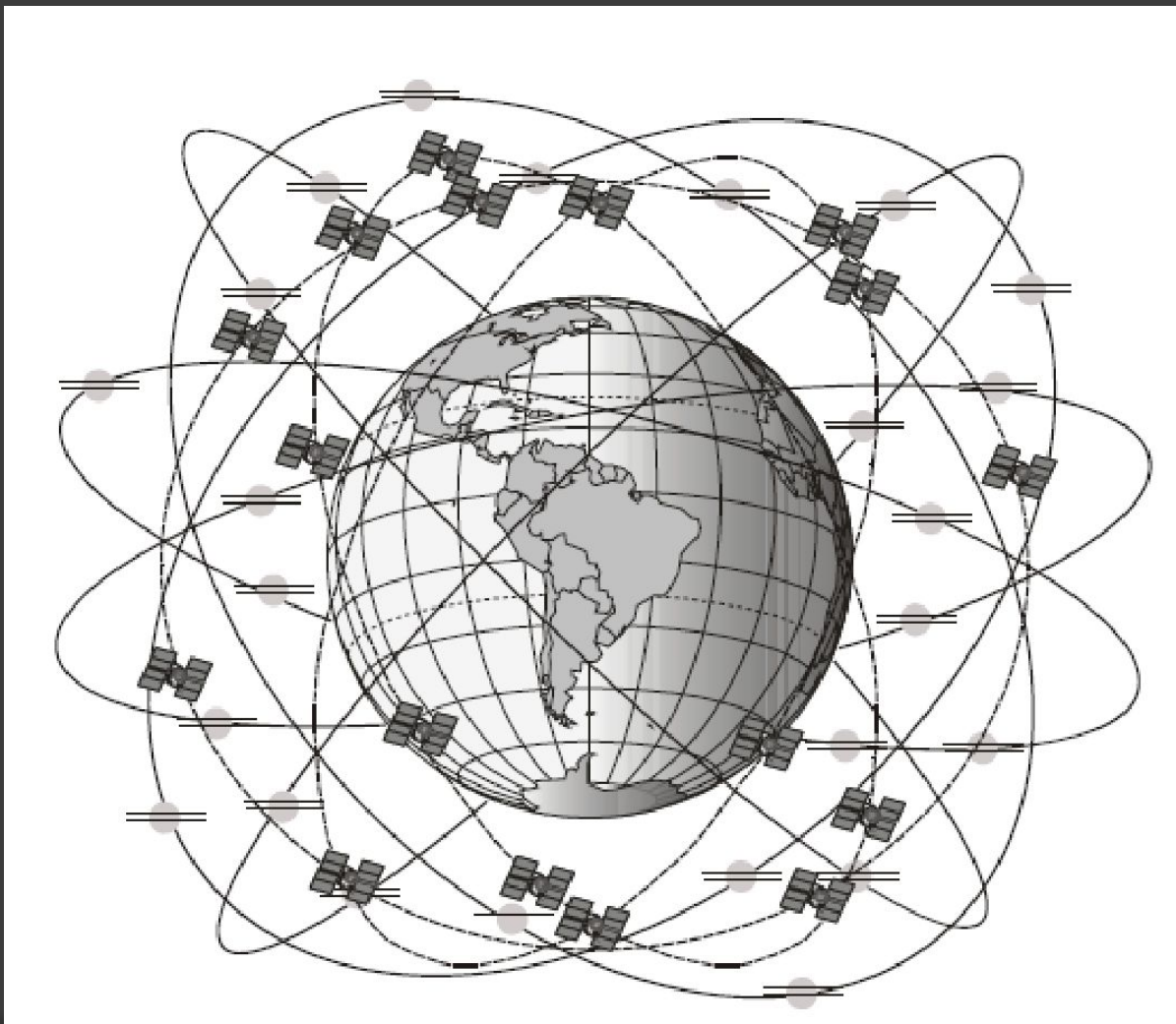
GPS



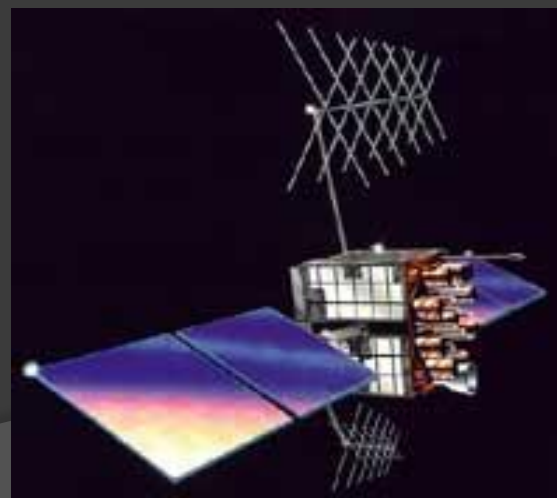
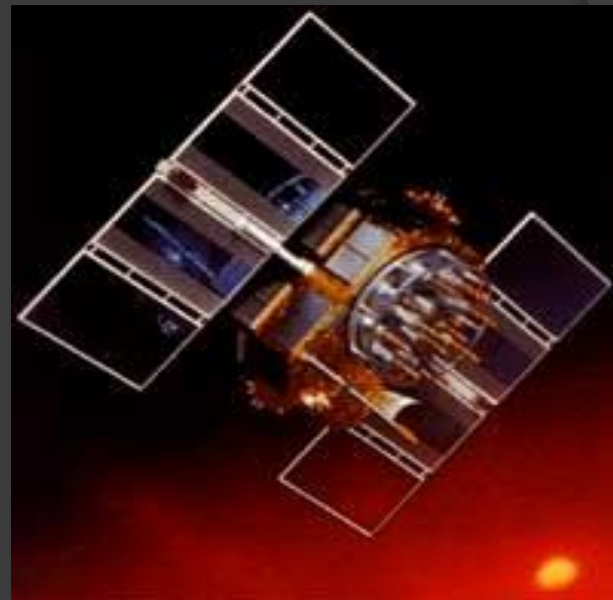
Параметры систем GPS и ГЛОНАСС

Характеристики систем		ГЛОНАСС	GPS
Номинальное число спутников		24	24
Ракета носитель		Протон К/ДМ-2	Delta 2-7925
Число спутников в запуске		3 (иногда 2)	1
Космодром		Байконур, Казахстан	Мыс Канаверал, США
Число орбитальных плоскостей		3	6
Наклонение орбиты		64.8°	55°
Высота над поверхностью Земли		19,130 км	20,180 км
Период обращения		11:15:40	11:58:00
Система координат		ПЗ-90	WGS-84
Система времени		UTC (Russia)	UTC(USNO)
Разделение сигналов		FDMA	CDMA
Несущие частоты	L1	1602.0 - 1614.94 МГц (1598.06 - 1605.38 МГц с 2005 г.)	1575.42 МГц
	L2	7/9 L1	60/77 L1

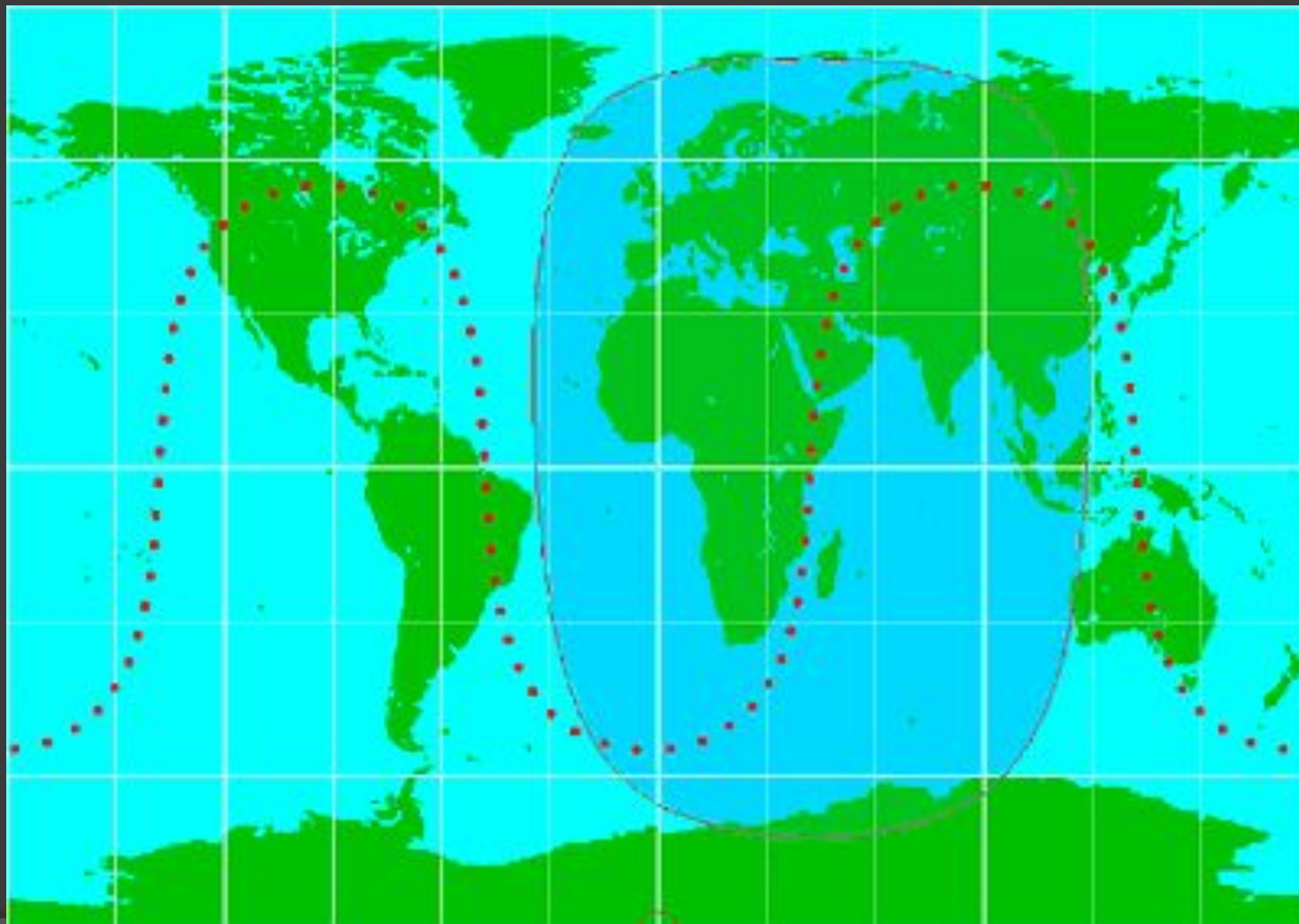
Объединенное созвездие GPS/ГЛОНАСС



Спутники GPS



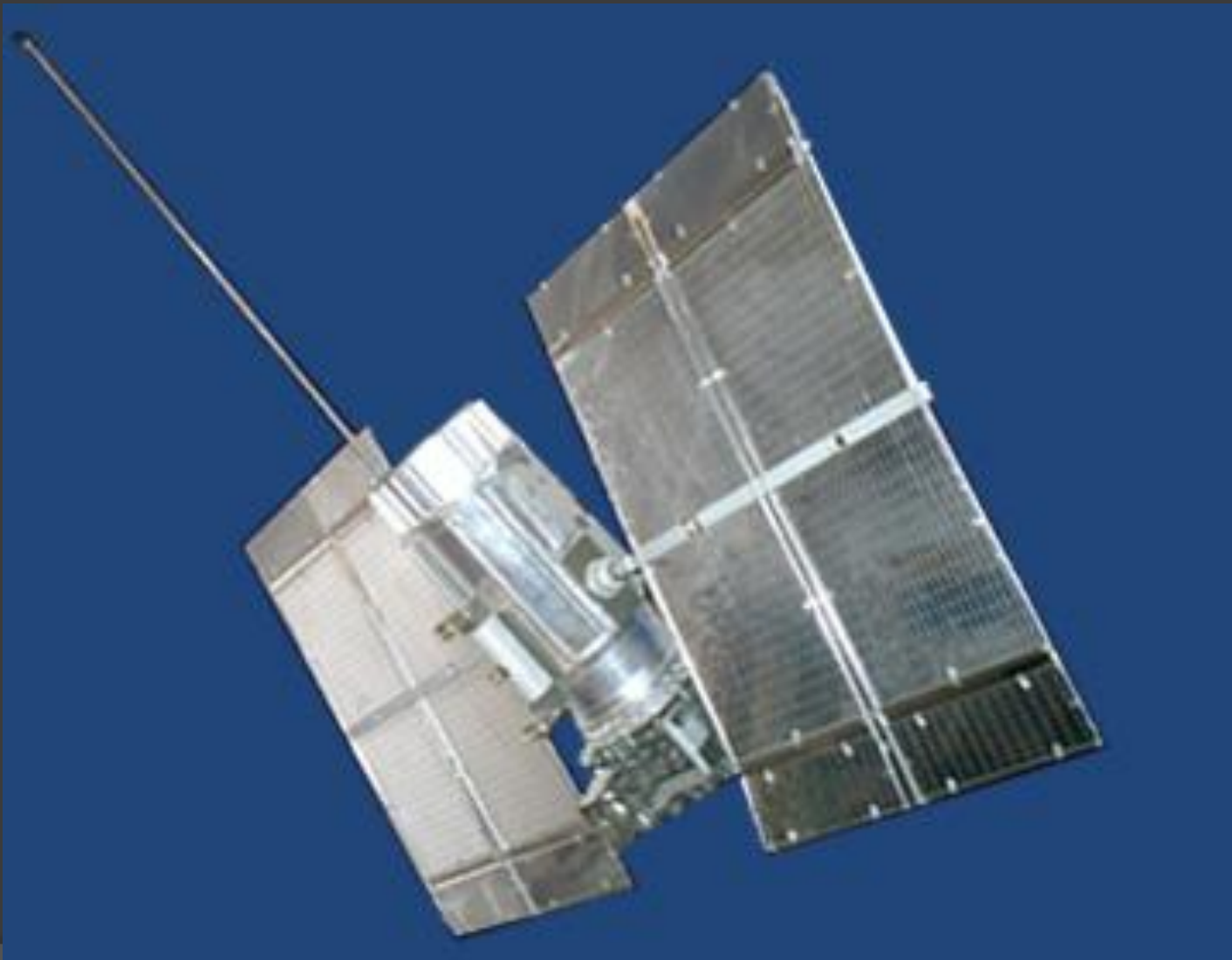
Трасса и зона видимости спутника GPS



Информация о спутниках GPS

	Блок II/IIA	Блок IIR	Блок IIF
Количество	28	21	12
Первый запуск	1989	1997	2005
Масса (кг)	900	1100	1700
Мощность от солнечных батарей (W)	1100	1700	2900
Срок жизни (лет)	7.5 *	10 *	15 *
Стоимость за единицу	\$43M	\$30M	\$28M *

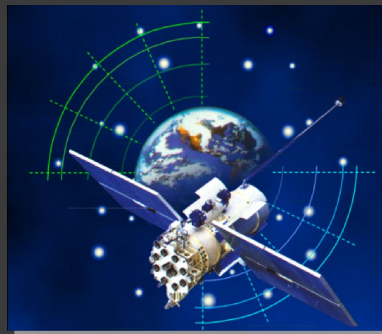
Спутник ГЛОНАСС



Сравнительные характеристики космических аппаратов системы ГЛОНАСС

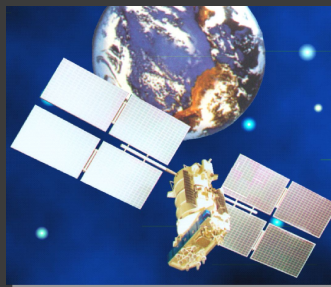
	ГЛОНАСС	ГЛОНАСС-М	ГЛОНАСС-К
Годы использования	1995-2006	2002-2012	2004...
Срок активного существования, лет	3	7	10-12
Масса, кг	1400	1400	750
Количество КА в групповом запуске: на РН Протон на РН Союз	3	3	6 2
Энерговооруженность, Вт	1000	1000	1000
Количество гражданских сигналов	1	2	3
Количество спецсигналов	2	2	3
Суточная стабильность бортового генератора частоты, 10^{-13}	5	1	1
Дополнительные задачи			Система поиска и спасения

«Глонасс» 1982-2007



Разработчик НПО ПМ
Изготовитель ПО «Полет»
Всего запущено 81 КА
Заказано 1 КА
На орбите 12 КА
САС 3 года

«Глонасс-М» 2003-2015



Разработчик НПО ПМ
Изготовитель НПО ПМ
Заказано 8 КА
На орбите 2 КА
План. заказать 6 КА
САС 7 лет
2^й гражданский сигнал

«Глонасс-К» 2008-2025



Разработчик НПО ПМ
Этап ОКР
План. заказать до 27 КА
САС 10 лет
3^й гражданский сигнал

«Глонасс-К» 2008-2025



Определение
требований
с 2002 г.

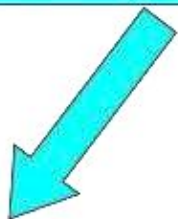
Модернизация НКУ
Модернизация комплекса ЭВО
Создание функциональных дополнений
Сертификация системы

Развитие рынка навигационных
услуг

Реализация функций поиска и спасания
Дополнительные функции

История спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS

Современные глобальные системы спутникового позиционирования (ГССП 2-го поколения)



ГЛОНАСС

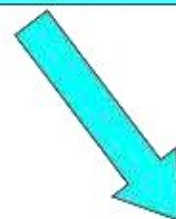
(Глобальная Навигационная Система)

Разработка системы начата в
середине 1970-х.

Развертывание начато в 1982 г.

Принята в эксплуатацию в 1993 г.

Открыта для гражданского
использования в 1995 г.



GPS или NAVSTAR

(Система Глобального Позиционирования
или Навигационная Система определения
Времени и Расстояния)

Разработка системы начата в 1973
году.

Развертывание начато в 1978 г.

Принята в эксплуатацию в 1995 г.

Сравнительные характеристики систем

ПАРАМЕТРЫ	ГЛОНАСС	GPS
Число спутников всего/работает	31/24	31/30
Число орбитальных плоскостей	3	6
Способ разделения сигналов	частотный	кодовый
Несущая частота: L1, МГц L2, МГц	1602,6-1615,5 1246,4-1256,5	1575,4 1227,6
Система координат	ПЗ-90	WGS-84 (МГС-84)
Тип эфемерид	Геоцентрические координаты и их производные	Модифицированные Кеплеровы элементы

Наземный (контрольный) сегмент GPS



- Станции слежения Военно-воздушных сил США
- ★ Станции слежения Национального управления по отображению и картографированию (NIMA)

Контрольный сегмент ГЛОНАСС

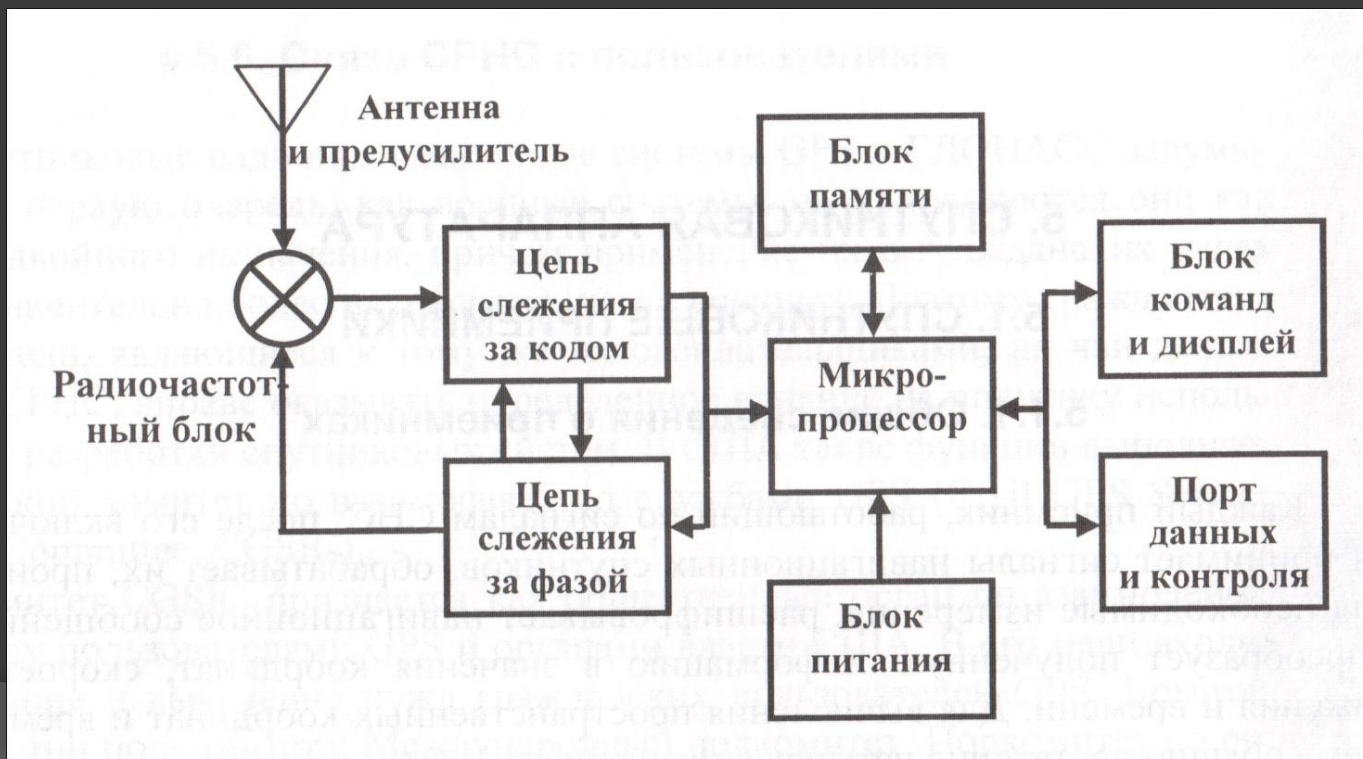


Структура ГНСС

- ⦿ Подсистема космических аппаратов;
- ⦿ Подсистемы контроля и управления;
- ⦿ Подсистема пользователей.

Аппаратура пользователей

- Спутниковый приемник — радиоприёмное устройство для определения координат текущего местоположения антенны, на основе данных о временных задержках прихода радиосигналов, излучаемых спутниками ГНСС.



Классификация спутниковых приемников

◎ Вид сигнала:

- *кодовые* – приемник, требующий знания, по крайней мере, одного системного кода для измерения псевдодальностей и декодирования навигационных данных.
- *фазовые* – приемники определяют положение путем обработки измерений фазы несущей волны, наблюдаемой в течение некоторого времени.

◎ По количеству частот можно выделить:

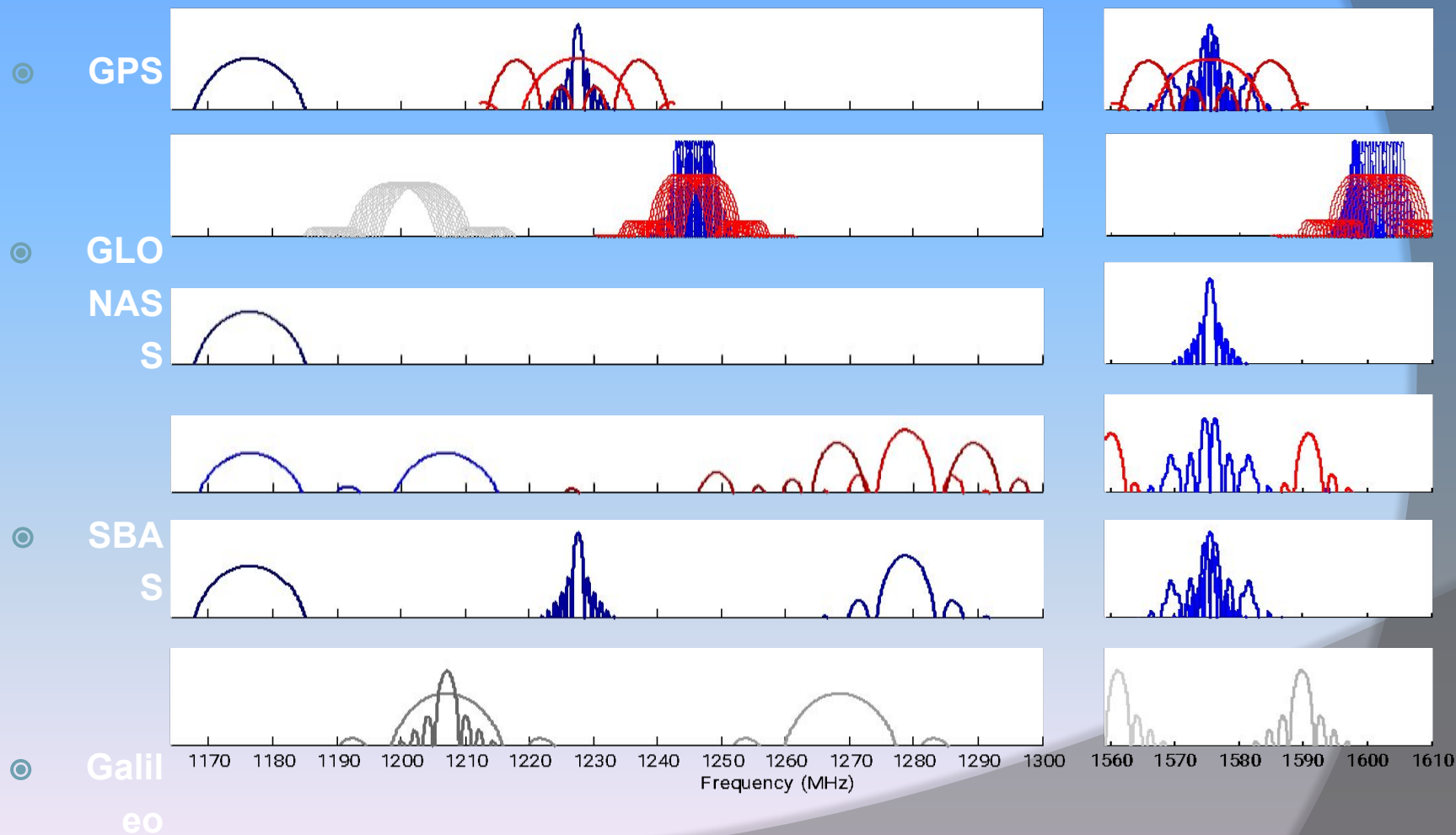
- *одночастотный* – приемник, принимающий сигналы лишь на одной из нескольких частот, излучаемых спутниками ГНСС;
- *многочастотные* – приемник, принимающий сигналы нескольких частот, излучаемых спутниками ГНСС;

◎ По количеству используемых систем:

- *односистемные* – поддерживают только одну ГНСС;
- *многосистемные* – принимают сигналы двух и более ГНСС;

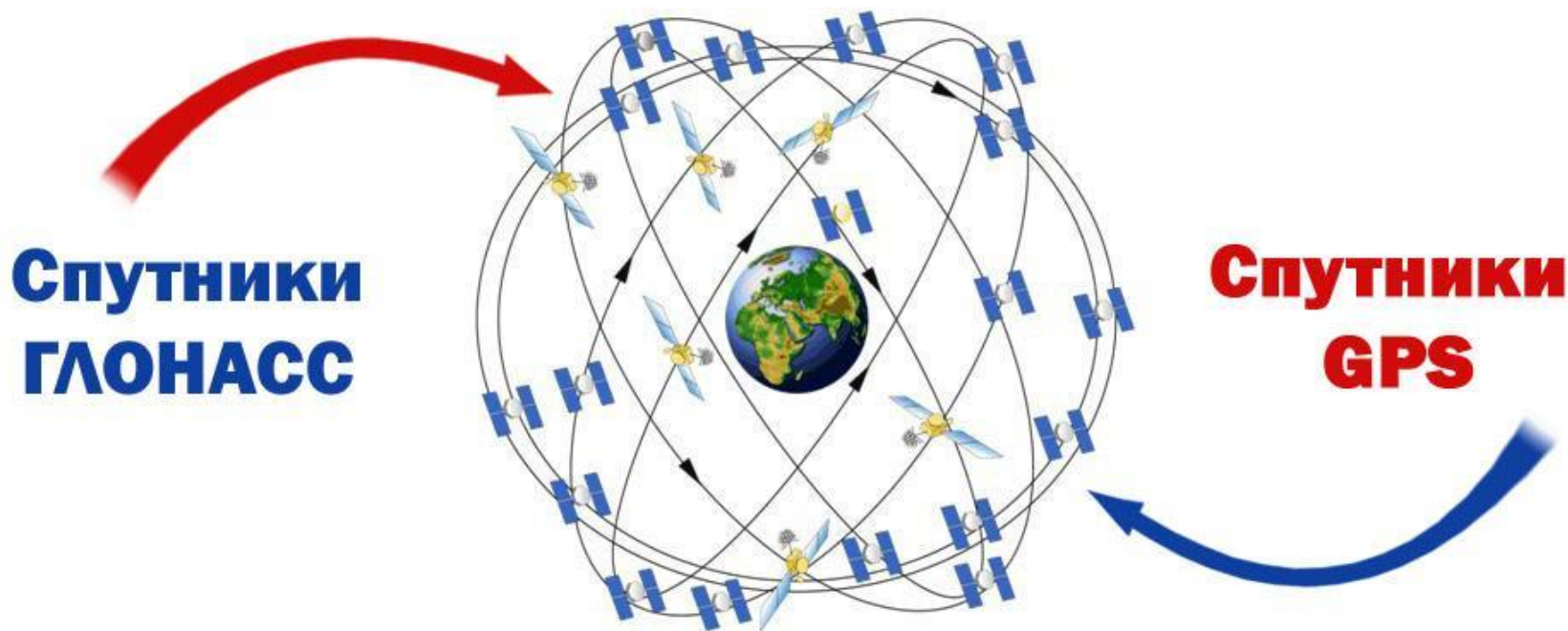
- ◎ По виду работ или достигаемой точности:
 - навигационные – порядка 10-15 м в лучшем случае, а обычно 50-100 м и грубее;
 - навигационно-топографические – от 10 м до 1 дм при расстояниях до 50 - 500 км;
 - геодезические – 3-5 мм + 1мм/км;
 - приемники для определения и хранения времени –5-10 нс.

Спектры навигационных радиосигналов ГНСС



Преимущества ГЛОНАСС:

- сигналы со спутников значительно ускоряет время инициализации и увеличивают надежность полученных результатов в целом;
- позволяет осуществлять уверенный прием навигационного сигнала в районах южного и северного полюсов Земли.



Преимущества системы GPS:

- приемники системы GPS более доступны и дешевле,
- влияющим фактором является обилие программных продуктов, позволяющих устанавливать GPS на коммуникаторах и смартфонах;
- внушительный потенциал программного обеспечения для GPS-систем.



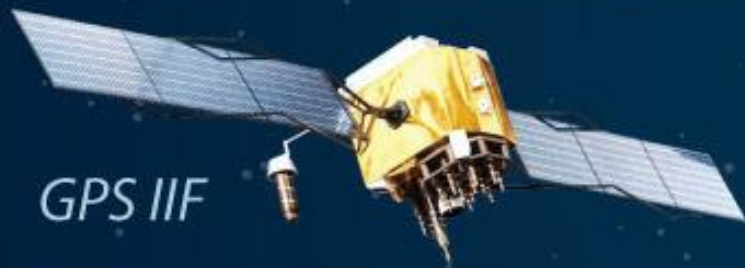
Недостатками системы ГЛОНАСС является:

- ⦿ нестабильность сигнала;
- ⦿ неточность определения объектов на Земле в пределах нескольких метров;
- ⦿ влияние рельефа на полученные данные.
- ⦿ **Недостатки системы GPS NAVSTAR:**
 - влияние состояния атмосферы на определение сигнала;
 - многолучевая интерференция влияет на ошибки сигнала;
 - сигнал плохо улавливается в приполярных зонах.

GPS + ГЛОНАСС = взаимодополняющая глобальная система позиционирования

Недостатки GPS

- нестабильный прием в высоких широтах
- политические риски (США могут огрубить или вообще на неопределенное время отключить сигнал для отдельных территорий)



В системе GPS+ГЛОНАСС точность позиционирования может быть увеличена до нескольких сантиметров (сейчас точность GPS – 1-3 м)

Выгоды одновременного приема сигнала от двух систем

Типичное количество доступных потребителю спутников



Улучшение определения местоположения в системе GPS+ГЛОНАСС по отношению к GPS, %



 Конечному потребителю выгодна интеграция двух систем, которые создавались как конкуренты

Использование спутниковых систем в городе

Все же в современных городских условиях могут создаваться затенения радиовидимости, возможности использования индивидуального позиционирования значительно ухудшаются. Количество видимых спутников одной системы может быть недостаточным для решения навигационной задачи с требуемой точностью, и само решение часто становится невозможным. Сейчас речь идет о одновременном использовании двух навигационных систем, что улучшает и расширяет возможности для потребителей.



ВЫВОД

- ⦿ Таким образом, из вышесказанного следует, что характеристики анализируемых систем примерно одинаковые. Однако, учитывая наличие на кафедре приемников GPS можно рекомендовать использовать их для решения геодезических задач в рамках курсового и дипломного проектирования студентов

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!