



**Кафедра 611Б «Системный анализ и
проектирование космических
систем»**



Современные проблемы анализа и синтеза космических систем

Тема 1. Системы в космонавтике и космические системы

**дтн, снс Ключников В.Ю.
(ЦНИИ машиностроения)**

Систéма (от др.-греч. σύστημα — целое, составленное из частей; соединение) — это полный, целостный набор элементов (компонентов), взаимосвязанных и взаимодействующих между собой так, чтобы могла реализоваться функция системы.

Система **S** представляет собой упорядоченную пару **$S=(A, R)$** , где **A** — множество элементов; **R** — множество отношений между элементами **A**.

Эмпирическая классификация систем Ст. Бира

Системы	Простые (состоящие из небольшого числа элементов)	Сложные (достаточно разветвленные, но поддающиеся описанию)	Очень сложные (не поддающиеся точному и подробному описанию)
Детерминированные	Оконная задвижка Проект механических мастерских	Компьютер Автоматизация	
Вероятностные	Подбрасывание монеты Движение медузы Статистический контроль качества продукции	Хранение запасов Условные рефлексы Прибыль промышленного предприятия	Экономика Мозг Фирма

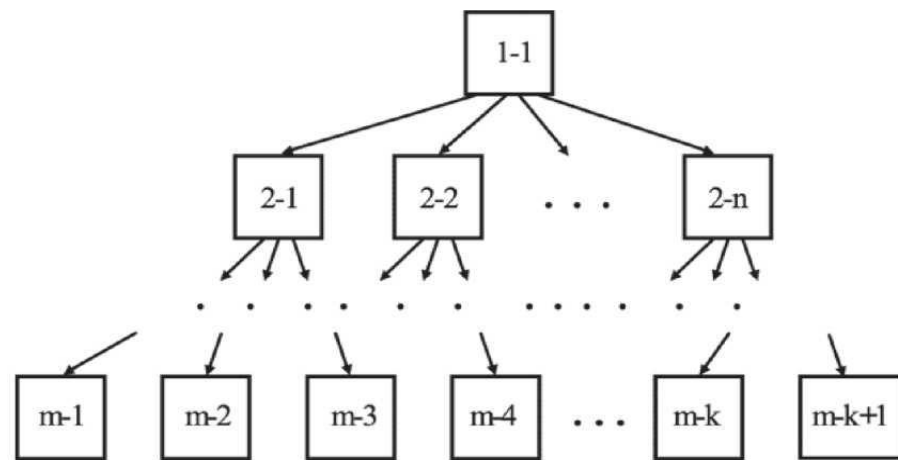
Предметный принцип классификации состоит в выделении основных видов конкретных систем, существующих в природе и обществе, с учётом вида отображаемого объекта (технические, биологические, экономические и т. п.) или с учётом вида научного направления, используемого для моделирования (математические, физические, химические и др.).

При категориальной классификации системы разделяются по общим характеристикам, присущим любым системам независимо от их материального воплощения.

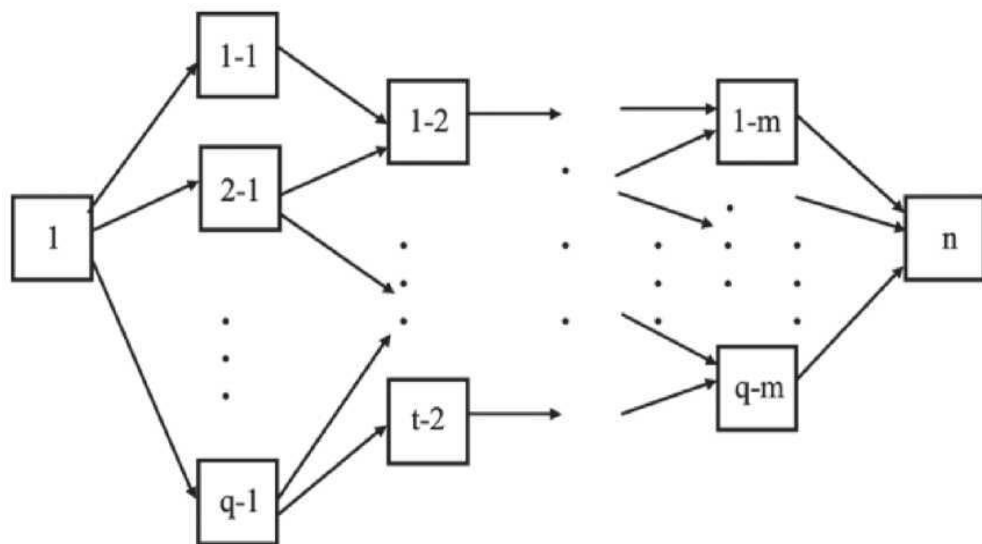
Базовые топологии структур (систем)



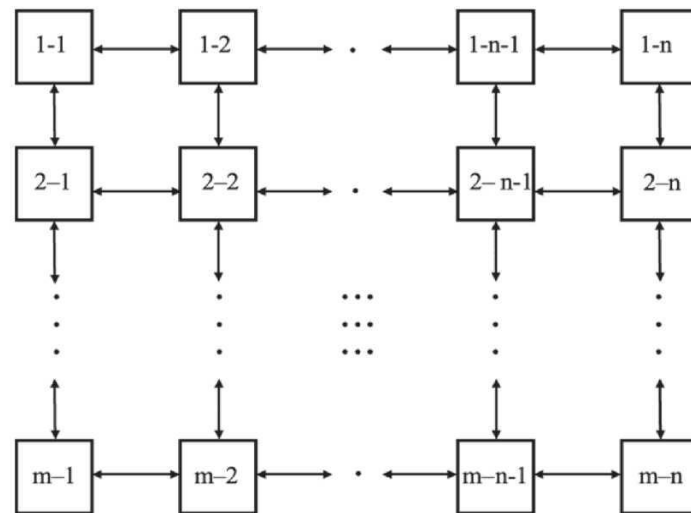
Структура линейного типа



Структура иерархического типа (первая цифра - номер уровня)



Структура сетевого типа (вторая цифра - номер в пути)



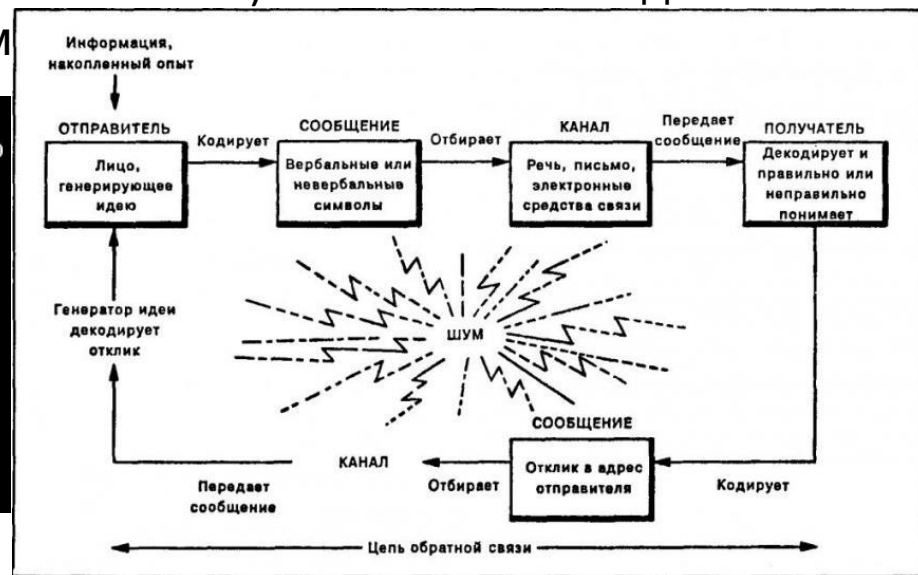
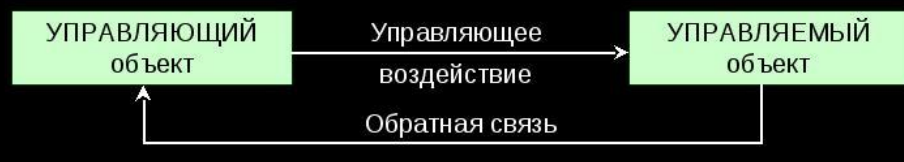
Структура матричного типа

Обратная связь

Обратная связь в технике — это процесс, приводящий к тому, что результат функционирования какой-либо системы влияет на параметры, от которых зависит функционирование этой системы. Другими словами, на вход системы подаётся сигнал, пропорциональный её выходному сигналу (или, в общем случае, являющийся функцией этого сигнала). Часто это делается преднамеренно, чтобы повлиять на динам

Управление происходит эффективнее, если управляющий не только отдаёт команды, т.е. работает прямая связь, но и принимает информацию от объекта управления о его состоянии.

Обратная связь – это процесс передачи информации о состоянии объекта управления управляющему объекту.



Различают положительную и отрицательную обратную связь. **Отрицательная обратная связь** изменяет входной сигнал таким образом, чтобы противодействовать изменению выходного сигнала. Это делает систему более устойчивой к случайному изменению параметров. **Положительная обратная связь**, наоборот, усиливает изменение выходного сигнала. Системы с сильной положительной обратной связью проявляют тенденцию к неустойчивости, в них могут возникать незатухающие колебания, то есть система становится генератором.

По отношению системы к окружающей среде:

открытые (есть обмен с окружающей средой ресурсами);

закрытые (нет обмена ресурсами с окружающей средой).

По происхождению системы (элементов, связей, подсистем):

искусственные (орудия, механизмы, машины, автоматы, роботы и т.д.);

естественные (живые, неживые, экологические, социальные и т.д.);

виртуальные (воображаемые и, хотя они в действительности реально не существующие, но функционирующие так же, как и в случае, если бы они реально существовали);

смешанные (экономические, биотехнические, организационные и т.д.).

По описанию переменных системы:

с качественными переменными (имеющие только лишь содержательное описание);

с количественными переменными (имеющие дискретно или непрерывно описываемые количественным образом переменные);

смешанного (количественно - качественное) описания.

По типу описания закона (законов) функционирования системы:

типа “*Черный ящик*” (неизвестен полностью закон функционирования системы; известны только входные и выходные сообщения системы);

не параметризованные (закон не описан, описываем с помощью хотя бы неизвестных параметров, известны лишь некоторые априорные свойства закона);

параметризованные (закон известен с точностью до параметров и его возможно отнести к некоторому классу зависимостей);

типа “*Белый (прозрачный) ящик*” (полностью известен закон).

По способу управления системой (в системе):

управляемые извне системы (без обратной связи, регулируемые, управляемые структурно, информационно или функционально);

управляемые изнутри (самоуправляемые или саморегулируемые - программно управляемые, регулируемые автоматически, адаптируемые - приспособляемые с помощью управляемых изменений состояний и самоорганизующиеся - изменяющие во времени и в пространстве свою структуру наиболее оптимально, упорядочивающие свою структуру под воздействием внутренних и внешних факторов);

с комбинированным управлением (автоматические, полуавтоматические, автоматизированные, организационные).

1. Эмерджентность (от англ. emerge — возникать, появляться).

— степень несводимости свойств системы к свойствам элементов, из которых она состоит.

— свойство систем, обуславливающее появление новых свойств и качеств, не присущих элементам, входящих в состав системы.

Эмерджентность — принцип противоположный редукционизму, который утверждает, что целое можно изучать, расчленив его на части и затем, определяя их свойства, определить свойства целого.

2. Целостность. Означает, что каждый элемент системы вносит вклад в реализацию целевой функции системы.

3. Организованность — сложное свойство систем, заключающиеся в наличие структуры и функционирования (поведения). Непременной принадлежностью систем является их компоненты, именно те структурные образования, из которых состоит целое и без чего оно не возможно.

4. Функциональность — это проявление определенных свойств (функций) при взаимодействии с внешней средой. Здесь же определяется цель (назначение системы) как желаемый конечный результат.

5. Структурированность — это упорядоченность системы, определенный набор и расположение элементов со связями между ними. Между функцией и структурой системы существует взаимосвязь, как между философскими категориями содержанием и формой. Изменение содержания (функций) влечет за собой изменение формы (структуры), но и наоборот.

6. Наличие поведения — действия, изменений, функционирования и т.д. Считается, что это поведение системы связано со средой (окружающей), т.е. с другими системами с которыми она входит в контакт или вступает в определенные взаимоотношения.

7. Устойчивость - фундаментальное свойство системы, - способность системы противостоять внешним возмущающим воздействиям

Устойчивость - фундаментальное свойство системы, - способность системы противостоять внешним возмущающим воздействиям.

Простые системы имеют пассивные формы устойчивости: **прочность, сбалансированность, регулируемость, гомеостаз.**

Для сложных определяющими являются активные формы: **надежность, живучесть и адаптируемость.**

Если перечисленные формы устойчивости простых систем (кроме прочности) касается их поведения, то определяющая форма устойчивости сложных систем носят в основном структурный характер.

Надежность — свойство сохранения структуры систем, несмотря на гибель отдельных ее элементов с помощью их замены или дублирования, а **живучесть** — как активное подавление вредных качеств. Таким образом, надежность является более пассивной формой, чем живучесть.

Адаптируемость — свойство изменять поведение или структуру с целью сохранения, улучшения или приобретения новых качеств в условиях изменения внешней среды. Обязательным условием возможности адаптации является наличие обратных связей.

Понятие о системном подходе

Основные допущения системного подхода (шутка):

1. В мире существуют системы.
2. Системное описание истинно.
3. Системы взаимодействуют друг с другом, а, следовательно, всё в этом мире взаимосвязано.
4. Следовательно мир — это тоже система.
5. Почти любой элемент системы можно представить как систему.

Системный подход — подход, при котором любая система (объект) рассматривается как совокупность взаимосвязанных элементов (компонентов), имеющая выход (цель), вход (ресурсы), связь с внешней средой, обратную связь.

Системный подход представляет собой **форму приложения теории познания и диалектики** к исследованию процессов, происходящих в природе, обществе, мышлении.

Его **сущность** состоит в реализации требований общей теории систем, согласно которой каждый объект в процессе его исследования должен рассматриваться как большая и сложная система и одновременно как элемент более общей системы.

Космический аппарат (КА) - Техническое устройство, предназначенное для функционирования в космическом пространстве с целью решения задач в соответствии с назначением космического комплекса.

Космический корабль (КК) - Пилотируемый космический аппарат, способный маневрировать в атмосфере и космическом пространстве с возвращением в заданный район и (или) осуществлять спуск и посадку на планету.

Космическая станция (КС) - Многоцелевой космический аппарат, предназначенный для обеспечения комплексного решения научных и прикладных задач.

Орбитальный комплекс - Совокупность орбитальных средств, состыкованных на орбите в единую конструкцию, предназначенную для совместного выполнения программы полета.

Сборочно-защитный блок (СЗБ) - Совокупность технических устройств, предназначенных для конструктивно-функциональной связи космического аппарата или составных частей космической головной части с ракетой-носителем, их защиты от внешних воздействий, а также стыковки составных частей космической головной части между собой.

Космический объект (КО) - Тело искусственного происхождения, находящееся в космическом пространстве.

Космический комплекс (КК) - Совокупность функционально взаимосвязанных орбитальных и земных технических средств, предназначенная для самостоятельного решения задач в космическом пространстве и из него или для обеспечения решения таких задач в составе космической системы.

Примечание: Космический комплекс может включать в свой состав космические аппараты, средства подготовки, выведения на орбиту, управления космическими аппаратами и их посадки, сооружения и обеспечивающие средства.

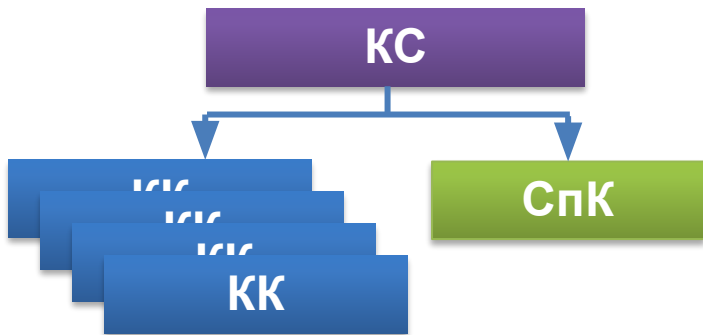
Космическая система (КС) - Совокупность одного или нескольких космических комплексов и специальных комплексов, предназначенных для решения различных задач в космическом пространстве и из него

Определение и элементы космической системы

Космическая система (КС) включает в себя:

- космический комплекс (КК) - средства, обеспечивающие создание, наращивание, функционирование и восполнение орбитальной группировки КА;
- специальный комплекс (СпК) - технические средства потребителя космических услуг (в частном случае космической информации).

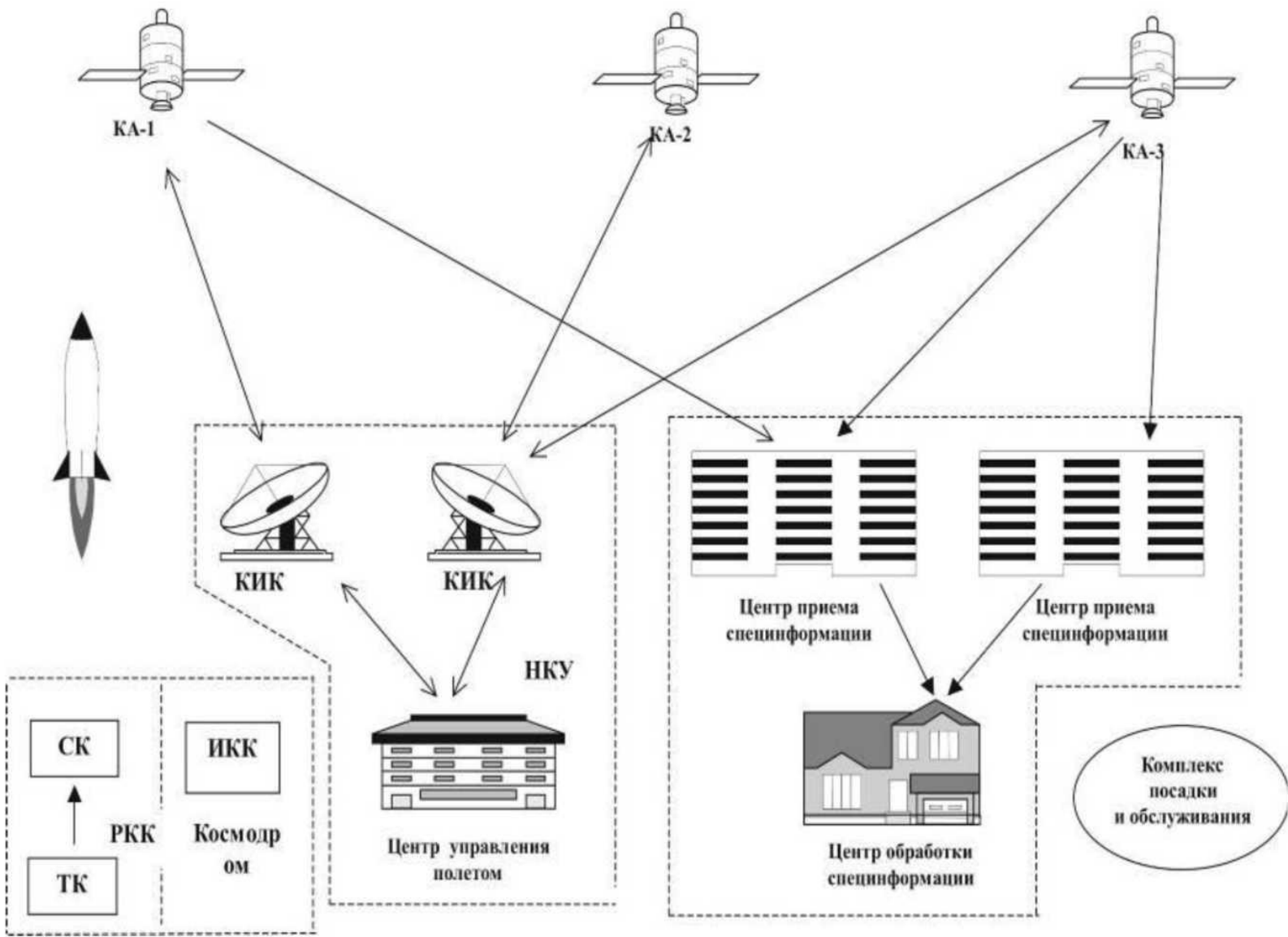
В состав КС может входить несколько КК.



В состав СпК входят технические средства и сооружения с размещенной в них аппаратурой, предназначенной для приема специальной информации с КА, ее регистрации, обработки, хранения и передачи потребителям. Средства СпК размещены в соответствующих центрах приема и обработки информации федеральных органов РФ, главных штабов видов Вооруженных сил и других потребителей.

Примеры КС: КС связи, навигации, геодезии, метеорологии, дистанционного зондирования Земли, КС для обеспечения обороны страны - КС связи и боевого управления, разведки, предупреждения о ракетном нападении и др.

Схема функционирования космической системы



Многофункциональная система персональной спутниковой связи «Гонец-Д1М»

Назначение

МСПСС «Гонец-Д1М» обеспечивает:

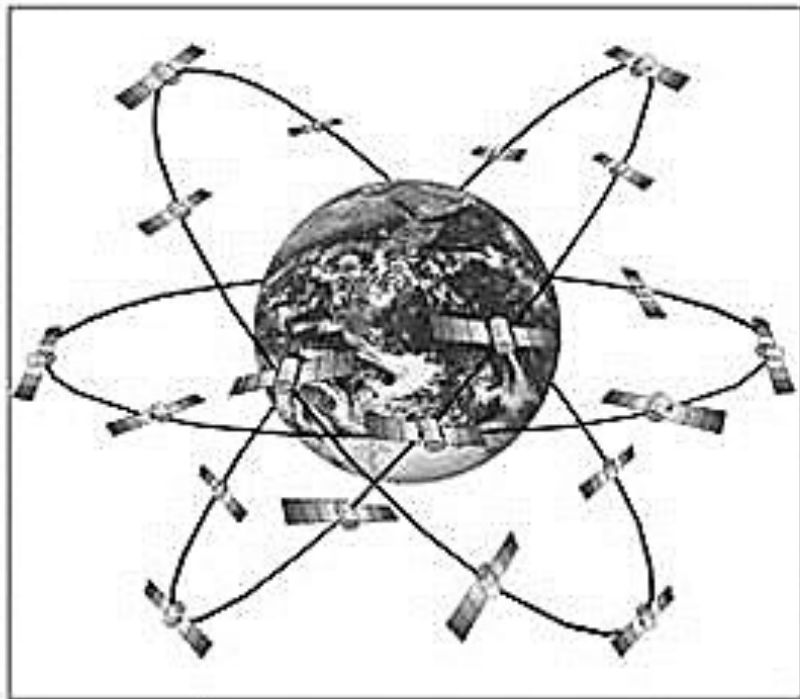
- обмен сообщениями между абонентами системы в глобальном масштабе;
- обмен сообщениями между абонентами системы и абонентами внешних сетей в глобальном масштабе;
- циркулярную передачу сообщений группе пользователей системы;
- передачу телематической (датчиковой) информации контролируемых объектов в центры мониторинга
- передачу данных о местоположении объектов, полученных с использованием системы ГЛОНАСС;
- организацию телефонной связи в глобальном масштабе.

Параметр	Значение
Тип орбиты	круговая, приполярная
Высота орбиты, км	1350-1500
Наклонение орбиты, град	82,5
Количество плоскостей	4 – КА «Гонец-М» 4 – КА «Гонец-М1»
Количество КА в плоскости	3 – КА «Гонец-М» 6 – КА «Гонец-М1»

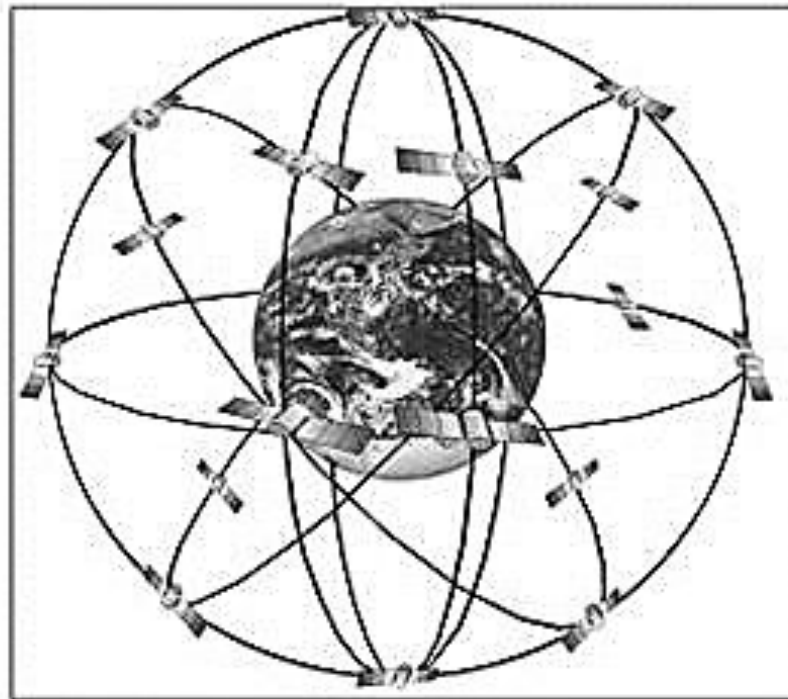


Параметры	«Гонец-М»
Пропускная способность КА, Мбит/сутки	270
Скорость передачи данных, кбит/с	9,6
Количество каналов передачи, шт.	14
Объём бортового ЗУ, Мбайт	8
Срок активного существования, лет	5

Параметры	«Гонец-М1»
Пропускная способность КА, Мбит/сутки	до 5000
Скорость передачи данных, кбит/с	2,4-9,6; 1024-2048
Количество каналов передачи, шт.	24
Объём бортового ЗУ, Мбайт	до 256
Срок активного существования, лет	10



ГЛОНАСС

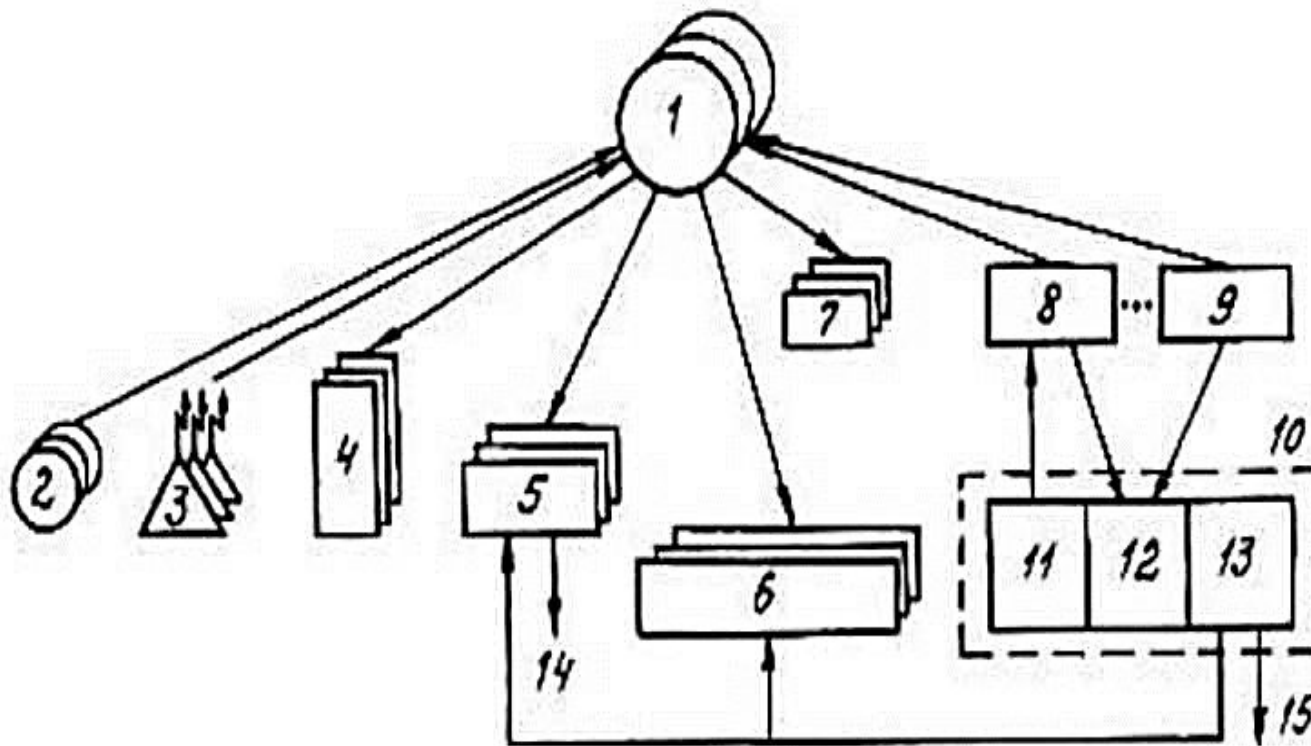


GPS

В состав КНС входят:

- КК, включающий ОГ КА и средства наземного комплекса управления (НКУ);
- специальные средства на объектах, нуждающихся в навигационном определении, предназначенные для приема необходимой информации с КА, проведения измерений навигационных параметров и вычисления местоположения и скорости движения этого объекта.

Космические метеорологические системы



1 - метеорологические КА; 2 - шары-зонды; 3 - автоматические гидрометеорологические станции; 4 - станции непосредственного приема информации; 5 - местные метеоцентры; 6 - потребители метеоинформации; 7 - станции траекторных измерений; 8, 9 - командно-приемные станции; 10 - метеоцентр; 11 - контроль орбит и программирование; 12 - обработка данных; 13 - анализ и прогноз погоды; 14 - местный анализ и прогноз; 15 - планетный анализ и прогноз

Космические системы предупреждения о ракетном нападении

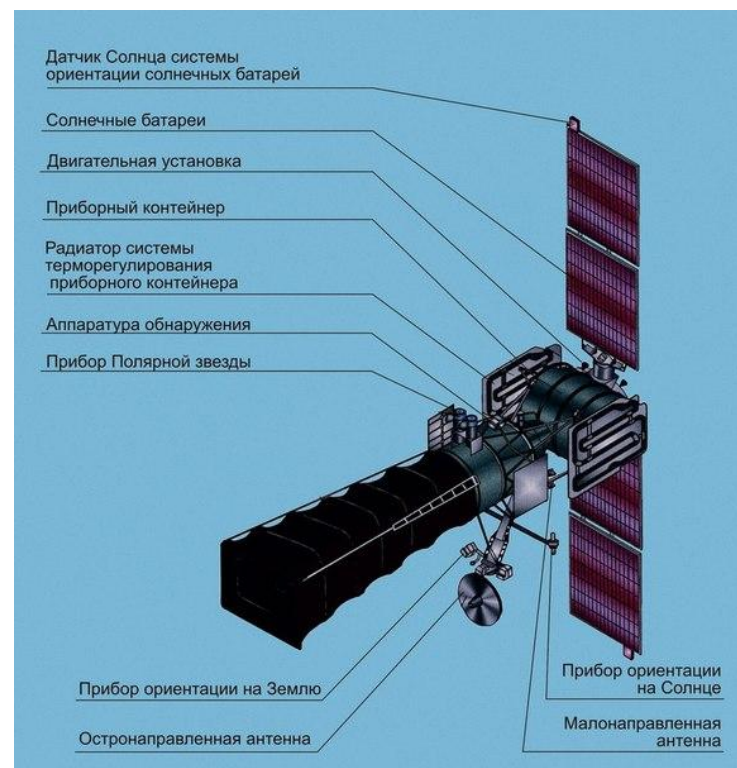
Система предупреждения о ракетном нападении (СПРН) — специальная комплексная система для обнаружения запуска баллистических ракет, вычисления их траектории и передачи в командный центр противоракетной обороны информации, на основе которой фиксируется факт нападения на государство с применением ракетного оружия и принимается оперативное решение об ответных действиях. Состоит из двух эшелонов — наземные РЛС и



РЛС СПРН метрового диапазона «Воронеж-М» в Лехтуси под Санкт-Петербургом.



Печорская радиолокационная станция



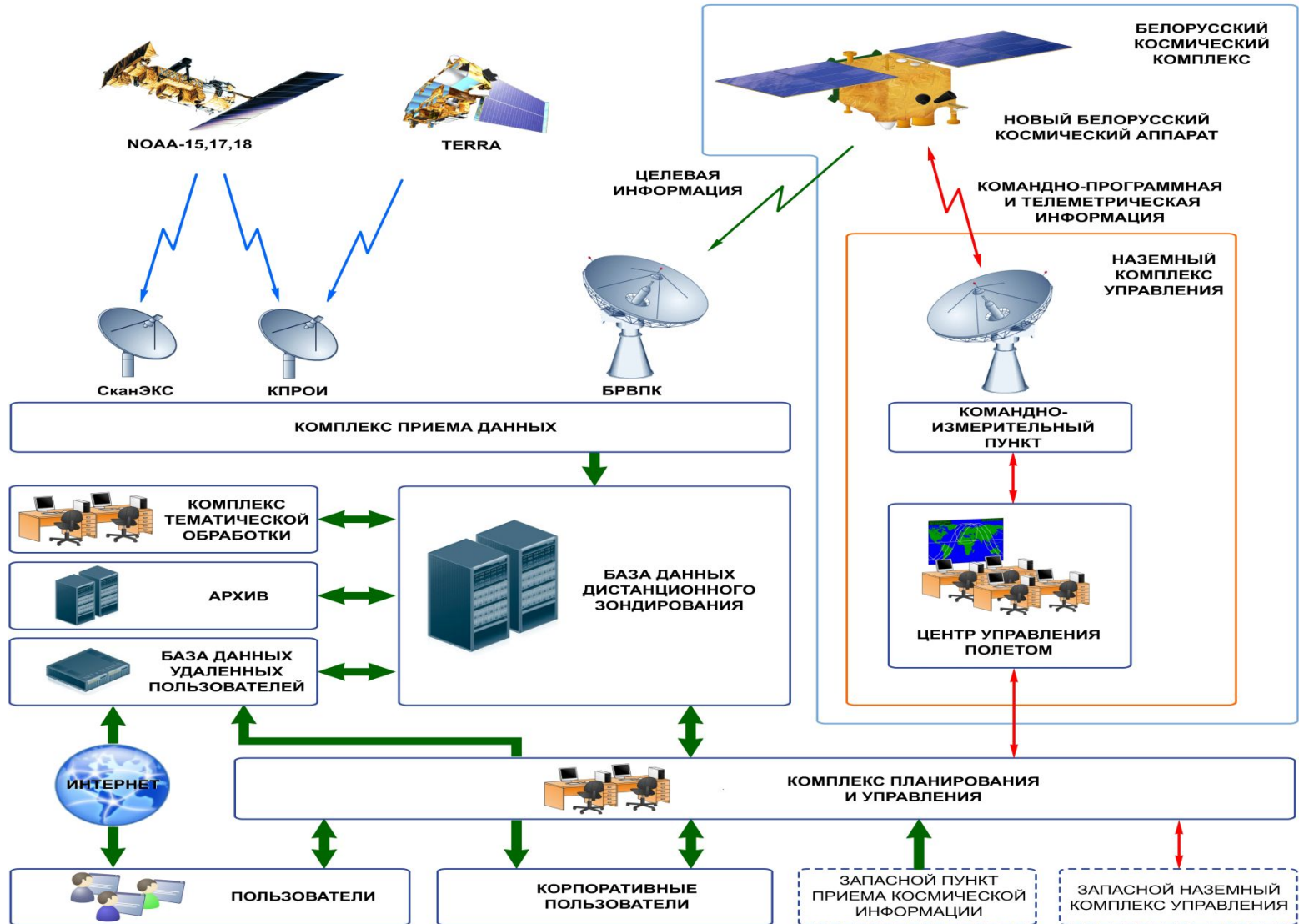
КА СПРН «ОКО-1»



Одна из ключевых задач, решение которой должны обеспечивать современные КСр военного назначения - информационная поддержка из космоса действий вооруженных сил. Это предполагает следующие два направления развития КС. Первое направление - это создание КСр с высокими оперативно-тактическими характеристиками (точность, разрешающая способность, производительность, живучесть и др.).

Второе направление - доведение космической информации до низших звеньев управления, а в перспективе - до каждого солдата.

Система ДЗЗ на примере Белорусской космической



- ↔ - ДАННЫЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ
- ↔ - УПРАВЛЕНИЕ, КОМАНДНАЯ И ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ
- ⋯ - ДОПОЛНИТЕЛЬНО ПРИВЛЕКАЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ

Жизненный цикл космической системы. НАСА

Фазы ЖЦ НАСА	ФОРМУЛИРОВАНИЕ		Одобрение для реализации		РЕАЛИЗАЦИЯ		
		Подготовка к разработке системы		Разработка и создание системы		Эксплуатация	Вывод из эксплуатации
Фазы ЖЦ проекта	Пред-фаза А Исследование концепций	Фаза А Разработка концепции & технологии	Фаза В Предварительное проектирование	Фаза С Окончательное проектирование	Фаза D Сборка системы, тестирование, запуск	Фаза Е Эксплуатация	Фаза F Завершение работы, утилизация

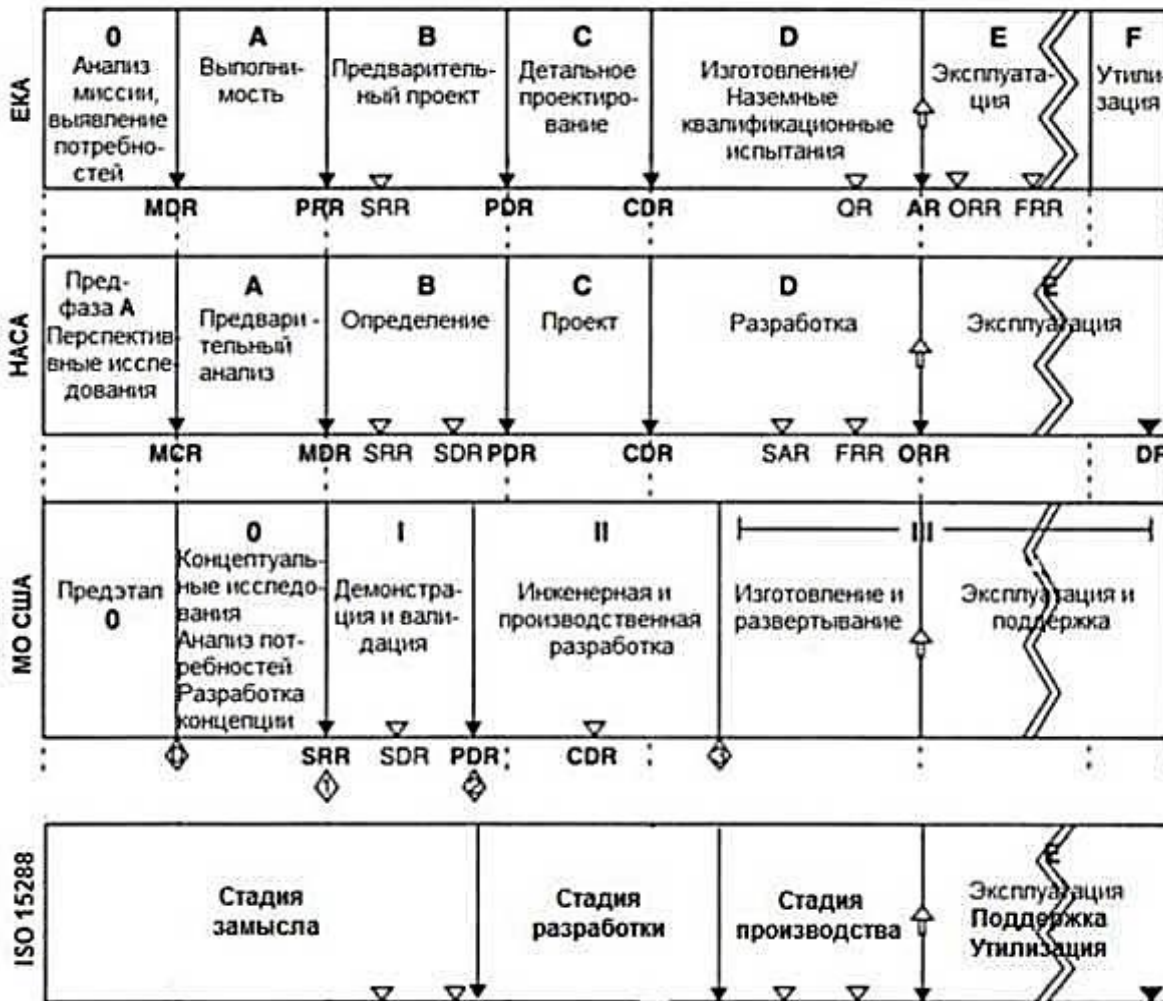
Каждый из этапов ЖЦ характеризуется своими входными и выходными критериями, а также временными отметками начала и окончания выполнения соответствующих мероприятий. Все процессы системного проектирования применимы на всех этапах жизненного цикла.

В зарубежной терминологии значимость этапов жизненного цикла основана на логическом группировании действий по фазам, в каждой из которых определены ожидаемые результаты и требующиеся управляющие воздействия.

Решаемые задачи и основные результаты фаз ЖЦ

Фазы	Решаемые задачи	Основной результат
Пред-А	Генерирует возможно широкий спектр идей и альтернатив миссий, из которых могут быть отобраны новые программы/проекты	Возможные системные концепции в форме имитаций, моделей, анализа, НТО, макетов
Фаза А	Определяет возможности и целесообразность предложенной новой системы; устанавливает начальные исходные данные, совместимые со стратегическими планами NASA. Разрабатывает финальную концепцию миссии, требования системного уровня, структуру системы и требуемые технологии	Определение концепции системы в форме имитаций, анализа, инженерных моделей и макетов
Фаза В	Определяет детальный проект для установления начальных исходных данных, приемлемых для целей миссии. Разрабатывает конечную структуру требований к продукции системы, генерирует предварительный проект конечной структуры системы	Конечная продукция в форме макетов и прототипов
Фаза С	Завершает детальное проектирование системы и ее подсистем, а также изготовление аппаратно-программных средств. Генерирует окончательную структуру выходных продуктов системы	Детальные проекты конечной продукции системы
Фаза D	Сборка и интеграция составных частей системы, обеспечивающие проектную уверенность соответствия требованиям системы. Выполняет внедрение конечной продукции системы, сборку, интеграцию, тестирование и сдачу в эксплуатацию	Система, готовая к эксплуатации с необходимым обслуживанием
Фаза E	Эксплуатация миссии в соответствии с планом	Желаемая система
Фаза F	Реализует план утилизации системы, выполняет анализ данных	Завершение выпуска продукции

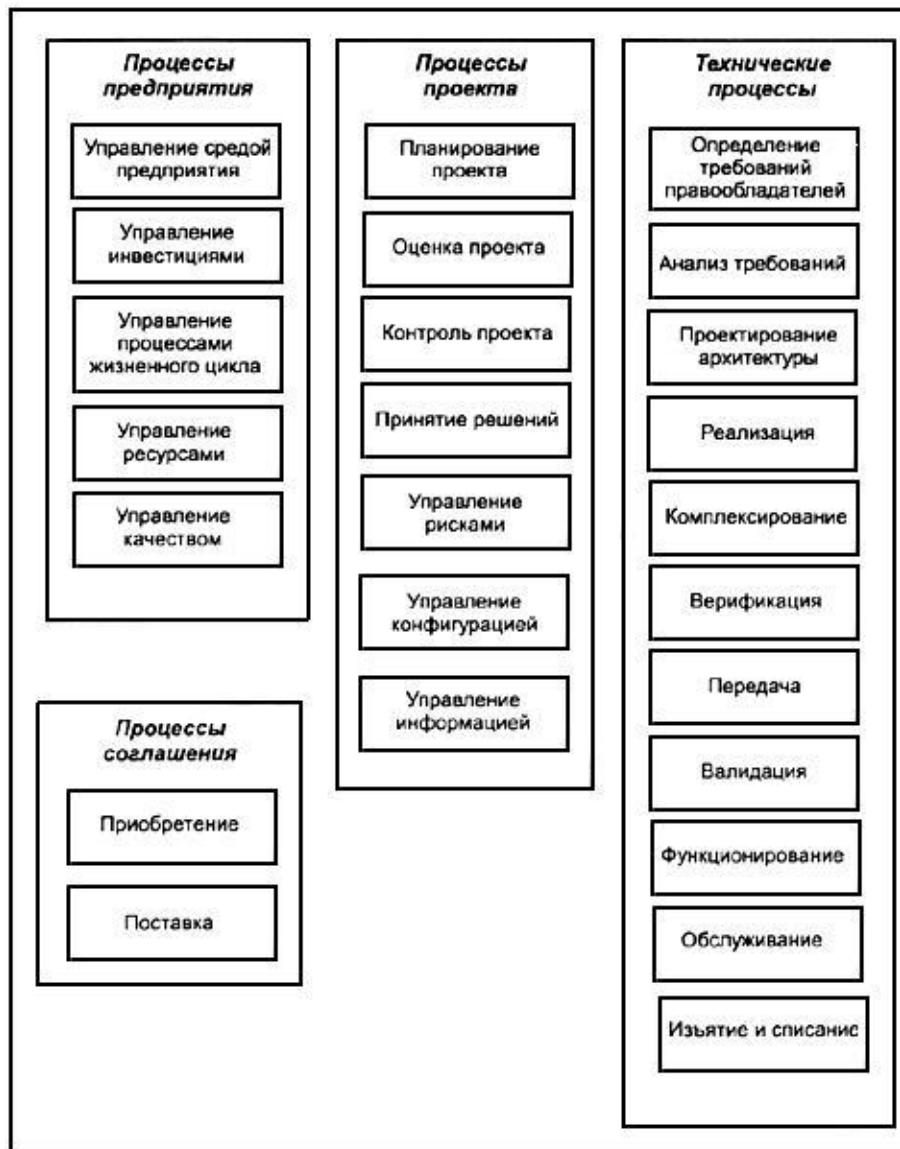
Фазы ЖЦ систем в ЕКА, НАСА, МО США и по ГОСТ ISO 15288



- | | | | | | |
|-----|--------------------------------|-----|--------------------------------------|-----|---------------------------------------|
| ◇ | Ключевые события DoD | DR | Экспертиза декомиссии | PRR | Экспертиза предварительных требований |
| ◀ | Главные экспертизы | FRR | Экспертиза полетной готовности | QR | Экспертиза квалификации |
| ▽ | Экспертизы | MCR | Экспертиза концепции миссии | SAR | Экспертиза приемки системы |
| ⬆ | Запуск | MDR | Экспертиза определения миссии | SDR | Экспертиза определения системы |
| ⬆ | Приемочная экспертиза | ORR | Экспертиза готовности к эксплуатации | SRR | Экспертиза требований к системе |
| CDR | Критическая экспертиза проекта | PDR | Экспертиза предварительного проекта | | |

Процессы жизненного цикла систем

Жизненный цикл системы (system life cycle): Развитие рассматриваемой системы во времени, начиная от замысла и заканчивая списанием.



ПОЛОЖЕНИЕ

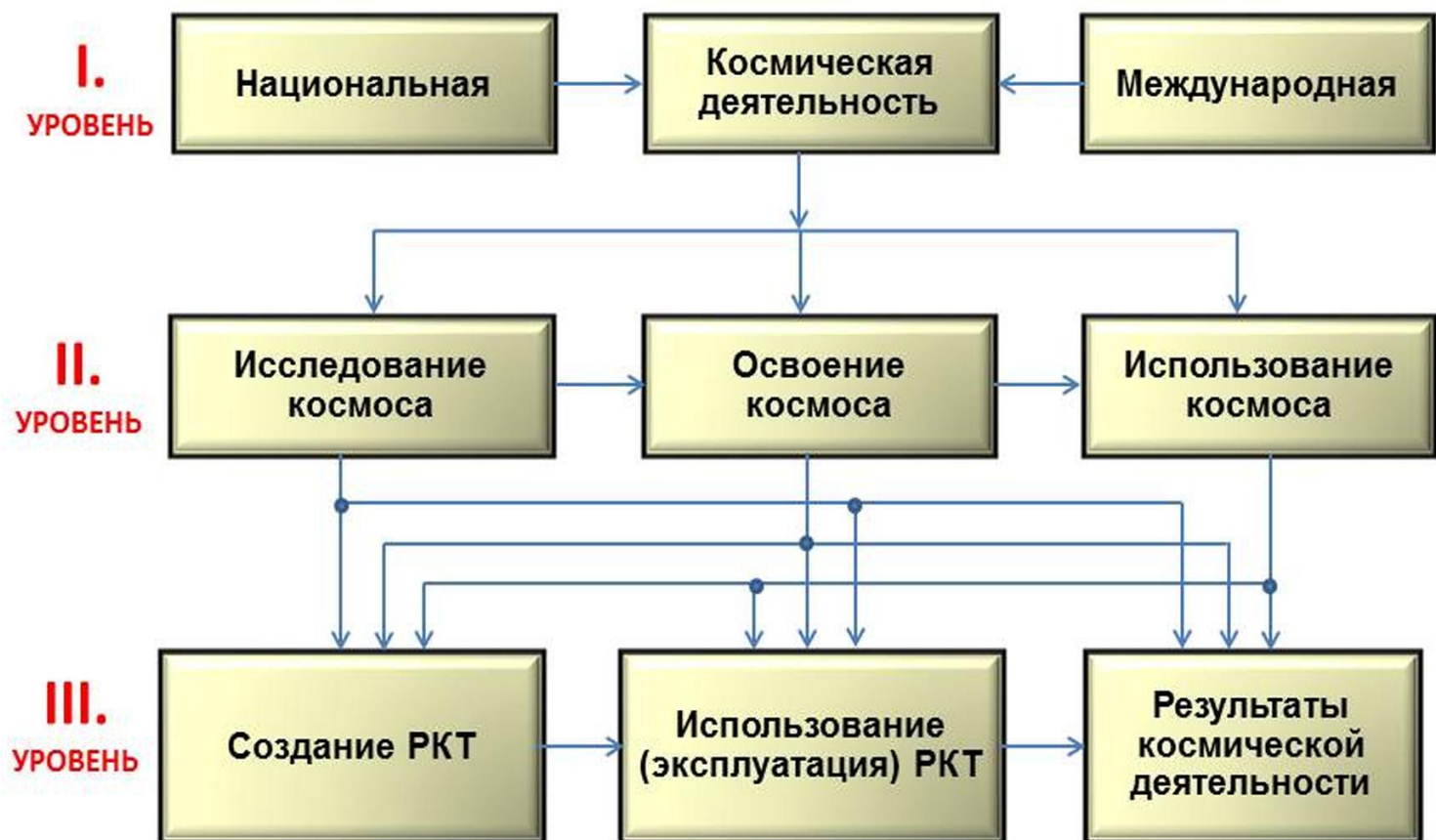
о порядке создания, производства и эксплуатации (применения) ракетных и космических комплексов (Положение РК-11КТ)

1.3. Создание (включая производство) и эксплуатация комплексов различного назначения и их изделий должны проводиться по контрактам (договорам) с государственным заказчиком (заказчиком) по следующим этапам:

1. Аванпроект (техническое предложение).
2. Эскизный проект.
3. Разработка РД на опытные изделия комплекса и макеты.
4. Изготовление макетов и опытных изделий комплекса, АИ и корректировка рабочей документации.
5. Изготовление опытных изделий комплекса, КИ, МВИ и корректировка рабочей документации.
6. Лётные испытания.
7. Подготовка документации на изделия серийного производства;
8. Подготовка и освоение серийного производства, изготовление, испытания изделий и корректировка документации на изделия серийного производства.
9. Ввод в эксплуатацию.
10. Эксплуатация.

Жизненный цикл комплекса (его изделий) завершается на этапе "Утилизация", требования к которому определяются соответствующим Положением по утилизации.

Космическая деятельность государства как система

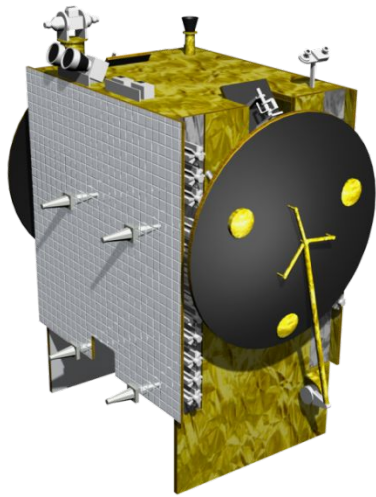


В соответствии с Законом РФ «О космической деятельности» под **космической деятельностью** понимается **любая деятельность, связанная с непосредственным проведением работ по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела.**

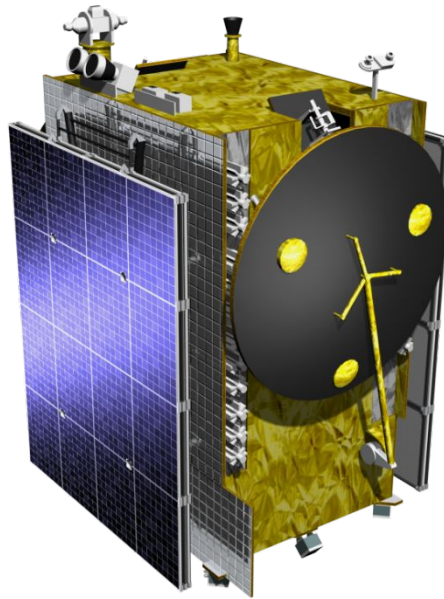
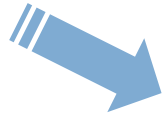
Иерархия размерного ряда космических аппаратов

Размерность КА		Масса, кг	Цена, €	Срок активного существования, лет
Большие		> 1000	> 300 млн.	> 10
Малые		< 1000	≤ 100 млн.	3-5
Мини		~ 500	~ 30 млн.	~ 2
Микро		~ 50	10 млн.	1,5
Нано		1-10	1 млн.	1
Пико		~ 100	100 тыс.	< 1
Фемто		< 100	< 100 тыс.	< 1

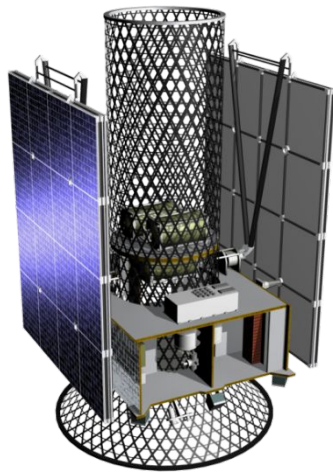
Модульный принцип построения космического аппарата



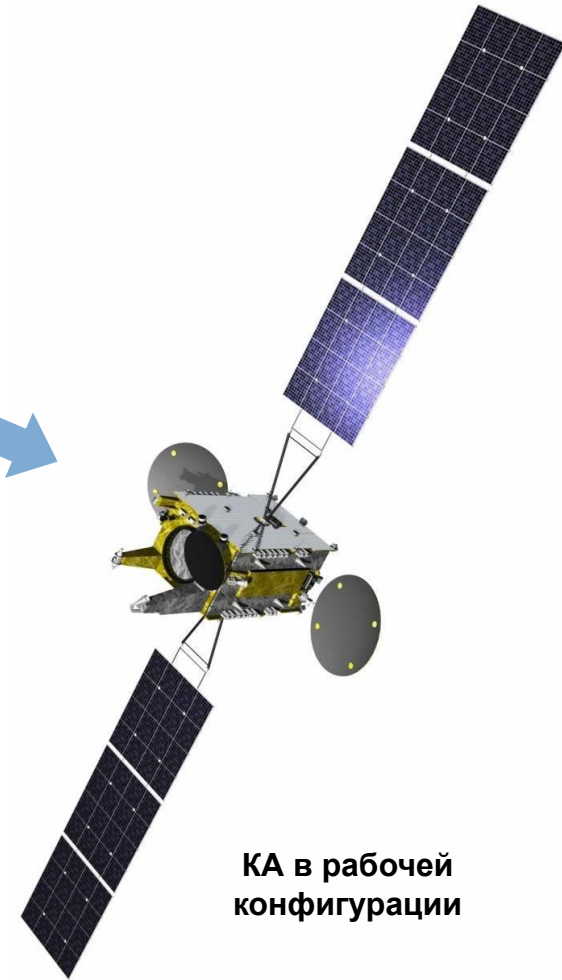
ПН КА



КА в стартовой конфигурации



Модуль служебных систем (МСС)



КА в рабочей конфигурации

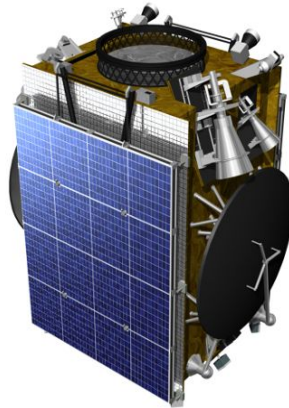
КА разработки и изготовления АО «ИСС» на базе платформы «Экспресс»

КА на базе платформы «Экспресс-1000К»



Луч-5А
Луч -5В
Экспресс-АТ2

КА на базе платформы «Экспресс-1000Н»



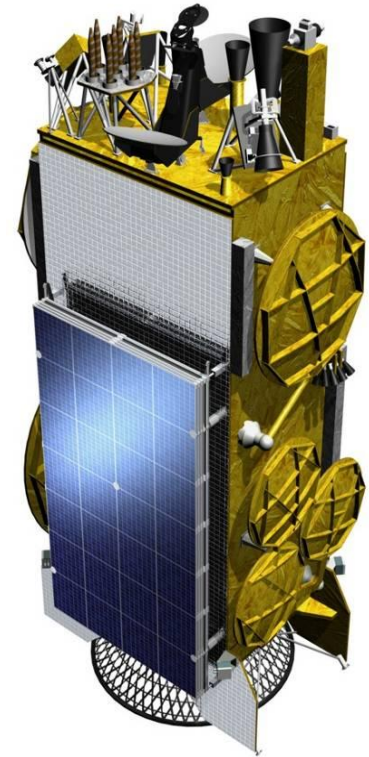
АМОS-5
ТЕLКОМ-3
Lybid
Yamal-300K
KazSat-3

КА на базе платформы «Экспресс-1000SH»



Экспресс-АМ8
Экспресс-АТ1

КА на базе платформы «Экспресс-2000»



Экспресс-АМ5
Экспресс-АМ6
Ямал-401
Луч-4

Многофункциональная космическая система ретрансляции «Луч»: выведение на орбиту КА «Луч-5А»



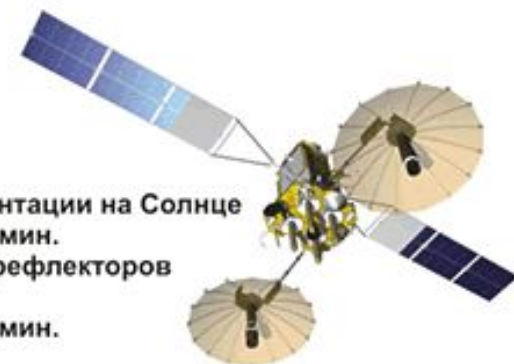
КО
Т_{ко}= 0
Отделение КА «Луч5А»
от КА Amos5
Т_о+ 8 ч 54 мин 10 с



Раскрытие БС,
начало раскрытия МУ МЦА
Т_{ко} +7 мин



Режим успокоения.
Завершение режима успокоения
Т_{ко}+32 мин



Режим ориентации на Солнце
Т_{ко} + ~1ч 33 мин.
Раскрытие рефлекторов
Ан1, Ан2
Т_{ко} + ~3ч 03 мин.



Включение режима
ориентации на Землю (РОЗ)
14.00-18.00 МВПТ

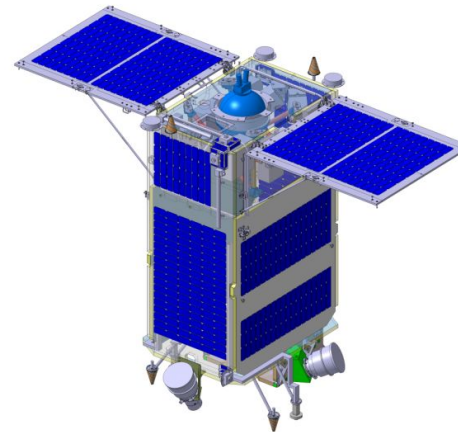
Достижение ориентации
на Землю через 1 час
после начала РОЗ

Этап	Время от КП
Отделение КА «AMOS-5»	9:35:05
5 выкл. ДУ РБ	9:33:55
5 вкл. ДУ РБ	9:33:08
Отделение КА «ЛУЧ-5А»	8:54:10
4 выкл. ДУ РБ	8:53:00
4 вкл. ДУ РБ	8:40:26
3 выкл. ДУ РБ	3:46:53
3 вкл. ДУ РБ	3:28:55
2 выкл. ДУ РБ	1:25:21
2 вкл. ДУ РБ	1:07:35
1 выкл. ДУ РБ	0:15:38
1 вкл. ДУ РБ	0:11:15
Сброс ГО	0:05:44
Разд. III ступ. РН и ОБ	0:09:41
Разд. II-III ступ. РН	0:05:34
Разд. I-II ступ. РН	0:02:06
Контакт подъема (КП)	0:00:00

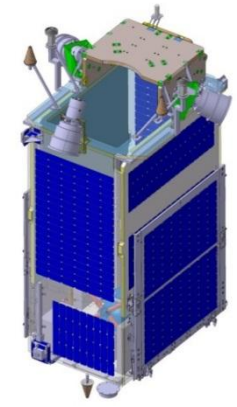
Космическая платформа «НТ-100»

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАТФОРМЫ «НТ-100»

Характеристика	Значение	
Масса платформы, кг	120	
Масса, выделяемая для полезной нагрузки, кг	100	
Пиковая мощность выделяемая для полезной нагрузки, Вт	120	
Конструктивное исполнение	Негерметичное	
Система ориентации и стабилизации:	Трехосная активная	
тип ориентации		
точность ориентации, град		
-крен		±0,08
-тангаж		±0,08
-рыскание	±0,08	
точность стабилизации с погрешностью по каждой из осей, град/с	0,0004	
Система электропитания:	27,0± 0,5	
напряжение питания бортовой аппаратуры, В		
Система коррекции	термокаталитическая гидразин 8 кг	
тип ДУ		
тип топлива		
масса топлива	8 кг	
Система терморегулирования	пассивная	
тип		
Бортовые радиолинии:	10 Мбит/с 2x120 Мбит/с	
Командная		
Целевая		
САС КА на базе платформы, лет	5	
Средства выведения	РКН «Старт-1», РН «Союз-2 1В», РН «Ангара-1.2»	



Платформа «НТ-100»
в рабочем
положении



Платформа «НТ-100»
в
стартовом
положении

В рамках работ по платформе «НТ-100» был проведен эскизный проект. В настоящий момент выпущена КД, платформа готова к производству.

Космическая платформа «НТ-100» позволит в максимально сжатые сроки и относительно небольшую стоимость создавать МКА различного назначения и решать такие задачи как

- ✓ Создавать МКА ДЗЗ и связи;
- ✓ Создавать МКА в интересах различных заказчиков (таких как министерства и ведомства РФ, исполнительные органы власти в регионах РФ, управляющие структуры и субъекты экономической деятельности, региональные центры космических услуг и информационно-аналитические центры, сельского, лесного и рыбных хозяйств и т.д.).
- ✓ Проводить в рамках имеющихся ресурсов специализированной платформы различные научно-технологические эксперименты, и отрабатывать новейшие приборы, оборудование и материалы в условиях реального космического пространства;
- ✓ Проводить обучение молодых инженеров и специалистов, работающих в области высокотехнологичных производств;

Космическая платформа «НТ-500»

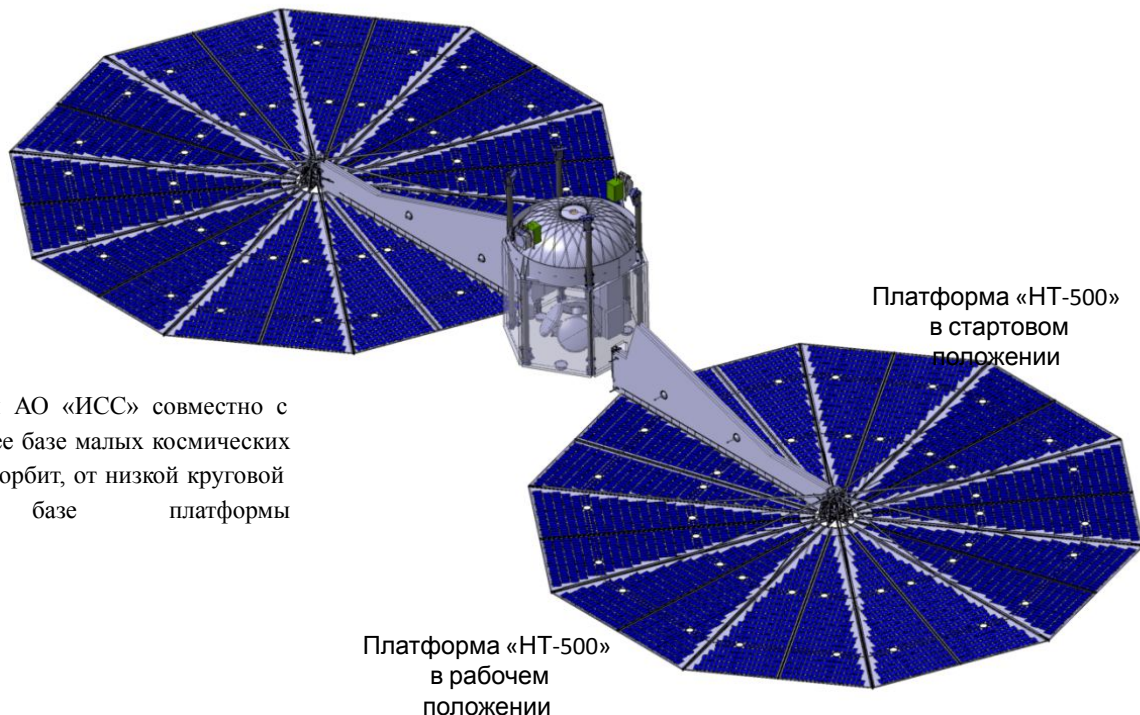
Кооперация:
Заказчик: АО «ИСС»
Головной исполнитель:
ООО «НПЦ МКА»



ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАТФОРМЫ «НТ-500»

Характеристика	Значение
Масса платформы	250
Масса полезной нагрузки, кг	До 300
Конструктивное исполнение	Негерметичное
Тип ориентации	Трехосная активная
Погрешность ориентации по каждой из осей, град	Не более 0,03 (для КА ДЗЗ)
Погрешность стабилизации по каждой из осей, град/с	Не более 0,0005 (для КА ДЗЗ)
САС МКА, лет	Не менее 5
Орбита функционирования	От низкой круговой до геостационарной
Средства выведения	Одиночное, групповое или попутное выведение различными типами РН

В рамках работ по платформе «НТ-500» разрабатывается РКД.



Платформа «НТ-500» в стартовом положении

Платформа «НТ-500» в рабочем положении

Новая унифицированная платформа «НТ-500» создается АО «ИСС» совместно с ООО «НПЦ «МКА» и предназначена для построения на ее базе малых космических аппаратов, способных функционировать на разных типах орбит, от низкой круговой до геостационарной. МКА на базе платформы «НТ-500» смогут решать широкий спектр задач, таких как:

- обеспечение различных видов связи;
- дистанционное зондирование Земли;
- сбор данных о космическом пространстве;
- проведение научных и экспериментальных работ;
- задачи в интересах Министерства обороны.

Этапы эволюции КА ГЛОНАСС

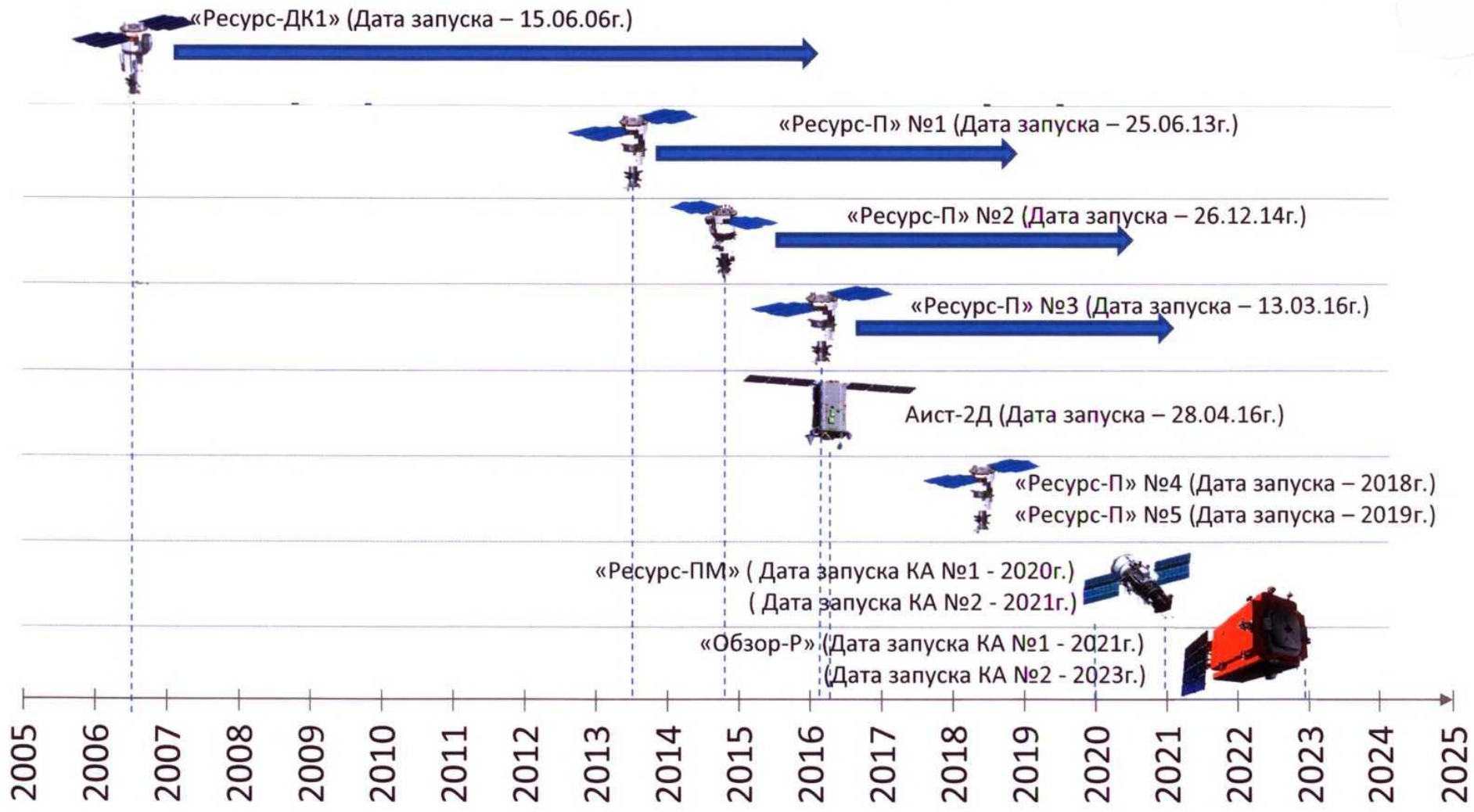
Характеристики КА	«Глонасс-М»	«Глонасс-К»	«Глонасс-К2»	«Глонасс-ВКК»
Гарантированный срок активного существования, лет	7	10	10	10
Масса (кг)	1415	1052	1645	1130
Погрешность навигационных определений (м)	2,8	1,0	0,6	0,1
Сигналы открытого доступа (частотное/кодовое разделение)	2 / 0	2 / 1	2 / 3	0 / 3
Сигналы санкционированного доступа (частотное/кодовое разделение)	2 / 0	2 / 0	2 / 2	0 / 2



Улучшение ТТХ навигационных КА необходимое условие обеспечения конкурентоспособности системы ГЛОНАСС

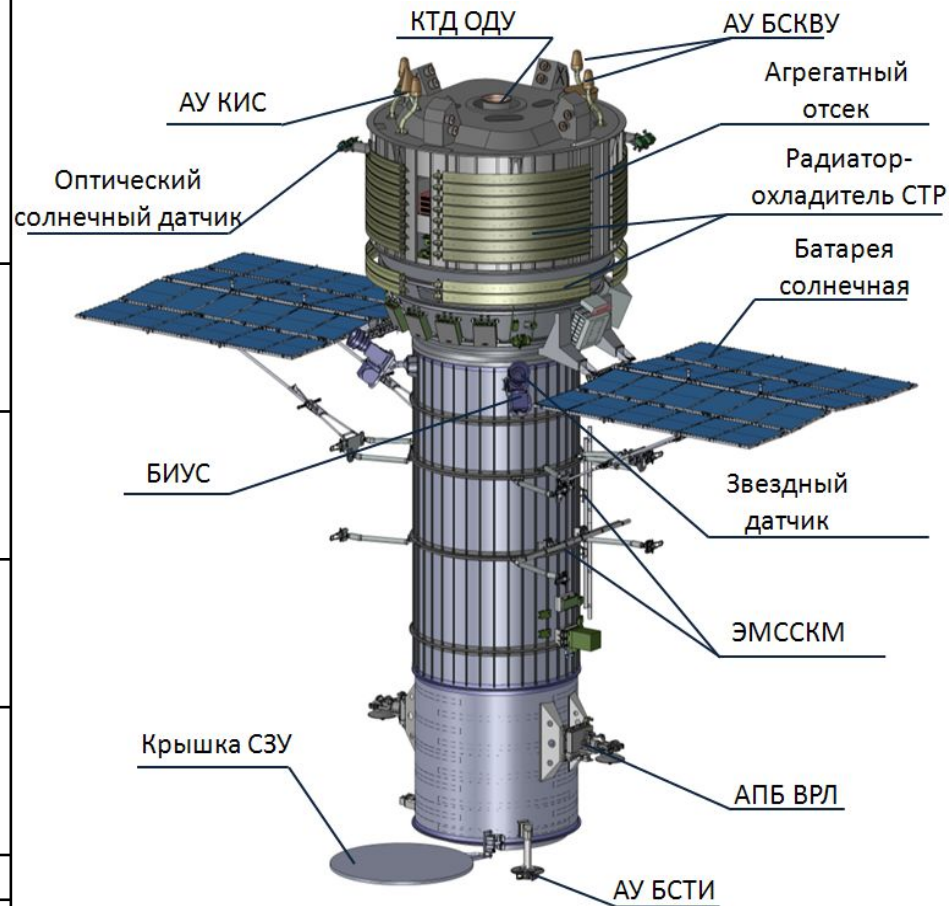
* СКЯИ – система контроля за ядерными испытаниями

Функционирующие и перспективные средства ДЗЗ разработки АО «РКЦ «Прогресс»



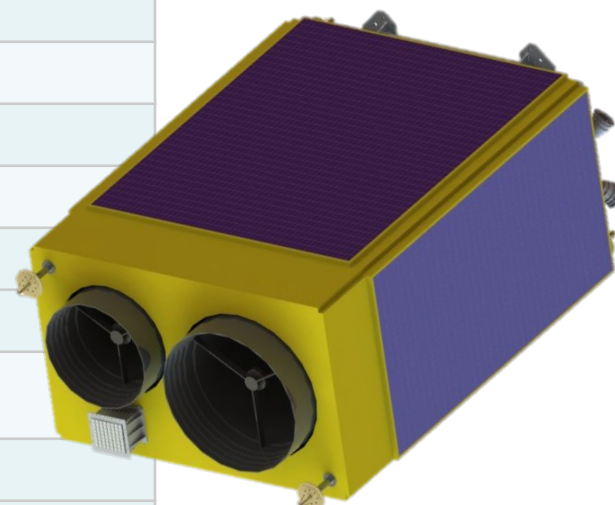
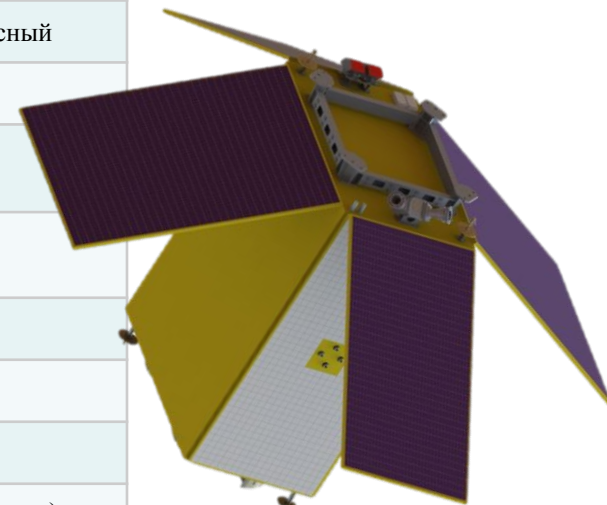
Перспективный КА ДЗЗ «Ресурс-ПМ»

Высота рабочей орбиты, км	700
Спектральные диапазоны: - панхроматический канал, мкм - спектрозональные каналы, мкм	0,5...0,8 0,40...0,45; 0,45...0,51; 0,51...0,58; 0,58...0,62; 0,63...0,69; 0,70...0,74; 0,77...0,89; 0,86...1,05
Проекция пикселя в панхроматическом диапазоне, м	не более 0,4
Проекция пикселя в спектрозональных каналах, м	не более 1,6
Ширина полосы захвата при наблюдении в надир с зачётной высоты, км	не менее 19
СКО определения координат без опорных точек	не более 3м
Емкость ЗУ, Тбит	не менее 4
Срок активного существования, лет	не менее 7



Проектный облик перспективного космического аппарата сверхвысокого разрешения (АО «Корпорация «ВНИИЭМ»)

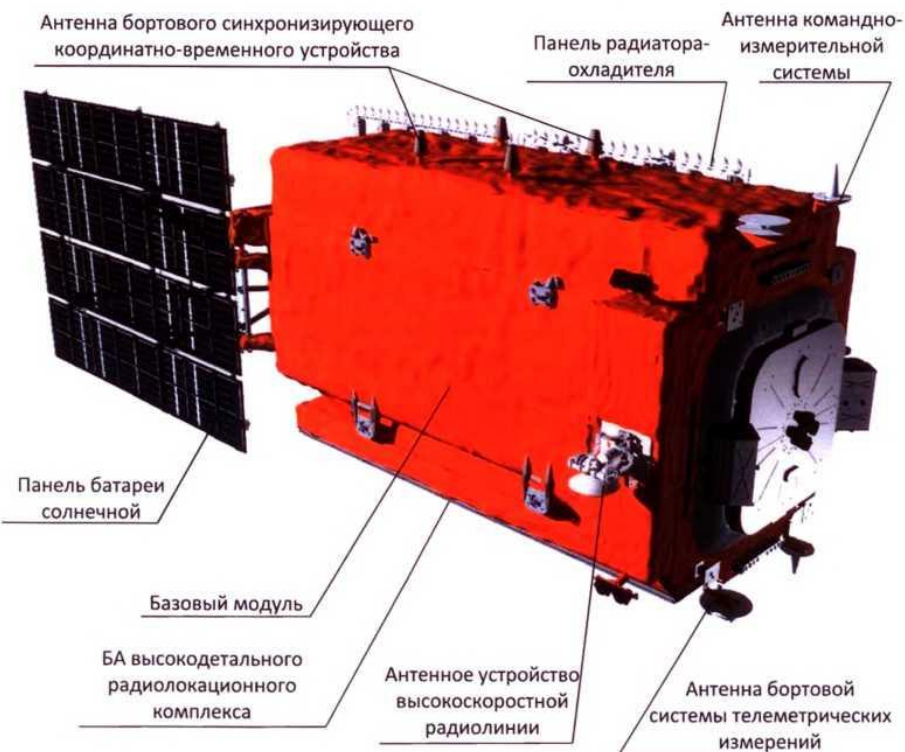
Характеристики	Значение		
	панхроматический	мультиспектральный	инфракрасный
Тип изображения	панхроматический	мультиспектральный	инфракрасный
Разрешение, м	0,7	2,0	3-5
Спектральные диапазоны, мкм			3-5
Эквивалентная шуму разность температур, К			0,05
Полоса обзора, км	500		500
Полоса захвата, км	16		40
Средняя высота орбиты, км	500		
Выведение МКА на целевую орбиту	РН любого класса, индивидуальное (включая «воздушный старт»), попутное, групповое		
Угловая ориентация	Электромаховичная, трехосная		
Точность ориентации	не хуже 3'		
Точность измерения ориентации	не хуже 10''		
Точность стабилизации	не хуже 0,0004°/с		
Развороты МКА	по каждой оси со скоростью до 2°/с		
Радиолиния телекомандная	S диапазона		
Радиолиния передачи целевой информации, скорость передачи	8,2 ГГц, до 300 Мбит/с		
Средневитковое потребление	до 650 Вт		
Срок активного существования	не менее 5 лет		
Масса МКА, кг	≈ 450		



КА радиолокационного наблюдения «Обзор-Р» (АО «РКЦ «Прогресс»)

КА «Обзор-Р» радиолокационного оперативного всепогодного круглосуточного наблюдения Земли в X-диапазоне предназначен для решения задач картографирования, обеспечения безопасности мореплавания, мониторинга природных и техногенных чрезвычайных ситуаций, выявления потенциально опасных геологических процессов, объектов и явлений в районах строительства и эксплуатации ответственных объектов, информационного обеспечения задач природопользования, поиска полезных ископаемых, сельского хозяйства.

Основные тактико-технические характеристики



Характеристика	Режим съемки								
	Кадровый		Маршрутный						
	ВДК	ДК	УМ		М		ШМ		
Ширина полосы обзора, не менее, км	2×470	2×600	2×470	2×600	2×600		2×600	2×750	
Ширина полосы съемки, не менее, км	15-20	50	10-22	30	90-200	220-370	400	600	750
Протяженность маршрута, км	10	50	до 4 000		до 4 000		до 4 000		
Пространственное разрешение, не хуже, м	0,5-1,0	3,0-4,5	2,0	5,0	20	40	200	300	500
Радиометрическое разрешение, не хуже, дБ	3,0	3,0	3,0		2,0	1,5	1,5	1,2	1,0
Радиометрическая чувствительность, не хуже, дБ	минус (20±16)	минус (20±14)	минус (24-19)	минус 20	минус 24	минус 26	минус 25	минус 28	минус 26
Максимальная производительность в сутки (для 1 ППИ), не менее, км²	4500	60000	90000	200000	-	-	-	-	-
Максимальная ошибка определения координат объектов при наличии реперов на снимаемом УЗП, м	3±5	3±5	30		100		500		
Оперативность доставки информации	от масштаба реального времени (МРВ) до 12 часов								
Периодичность покрытия полосой обзора 2×750км земной поверхности в полосе широт от 35° до 60° с.ш.	не более 2 суток								
Дата запуска КА №1	2021 г.								
Дата запуска КА №2	2023 г.								

Рекомендуемая литература





Спасибо за внимание!

