

Мало-массогабаритные космические аппараты дистанционного зондирования Земли

Авторы:

Грошев В.Я, Грошев С.В, Мельник Н.Н,
Темников В.Н, Ляпинков Д.В, Столпаков А.В.

ФГУП ВНИИ «Агросистема»

Москва 2006



Цель работы – систематизация данных по характеристикам МКА

Распределение спутников по массам

- | | |
|--------------------|---------------|
| ■ Большие спутники | > 1000 (кг) |
| ■ Средние спутники | 500-1000 (кг) |

- | | |
|------------------|--------------|
| ■ Мини-спутники | 100-500 (кг) |
| ■ Микро-спутники | 10-100 (кг) |
| ■ Нано-спутники | 1-10 (кг) |
| ■ Пико-спутники | 0.1-1 (кг) |
| ■ Фемто-спутники | < 100 (г) |



Направления развития малых космических аппаратов

I - Создание МКА для выполнения конкретных частных целевых задач, например, наблюдение за определенными районами Земли в ограниченный период времени, астрономические исследования, отработка новых технологий создания перспективных КА и т.д.

II - Создание орбитальных систем из взаимодействующих КА мини-, микро-, пико- классов, которые могут превзойти возможности современных КА с большими платформами



**64 МКА ($m < 30$ кг) выведены на орбиты в период
с 1990 по 2003 гг.**

*Распределение 64 МКА по государственной
принадлежности*

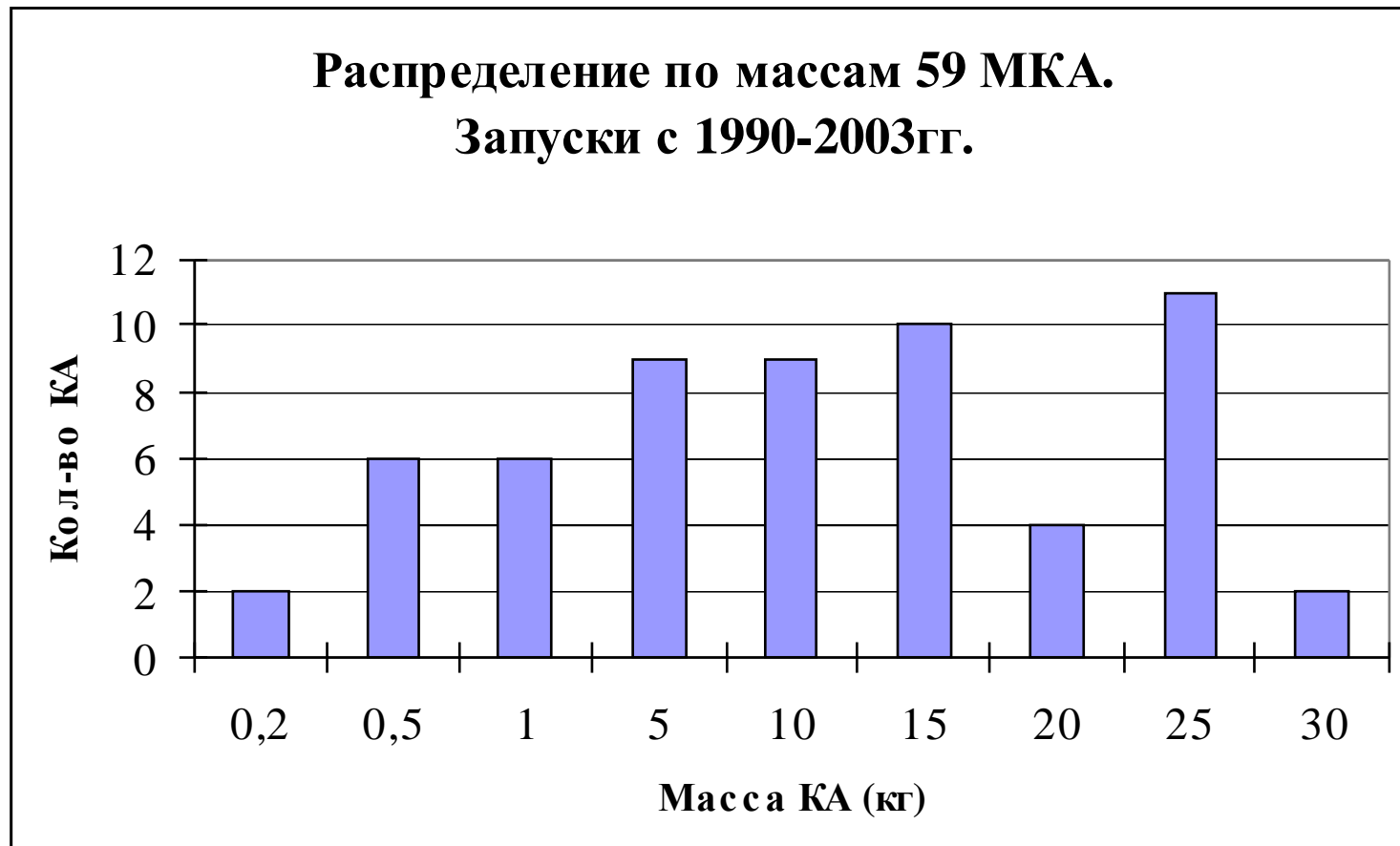
- США – 41 КА
- Германия – 4 КА
- Япония, Италия, Аргентина и Сауд. Аравия – 3 КА
- Дания – 2 КА
- Великобритания, Канада, Мексика, Бразилия – 1 КА



Назначение МКА

- ❖ 1. Отработка систем связи – *15 КА*
- ❖ 2. Калибровка радиолокационных и оптических средств систем контроля космического пространства США – *13 МКА*
- ❖ 3. Отработка систем дистанционного зондирования Земли – *5 МКА*
- ❖ 4. Отработка технологии развертывания на орбите тросовых систем – *4 МКА*
- ❖ 5. Отработка систем и технологий инспекции КА на орбитах – *3 МКА*
- ❖ 6. Отработка новых технологий, научные исследования и использование МКА в образовательных целях – *19 МКА*

Гистограмма распределения малых-массогабаритных КА по массам



Микроспутники запуска 2002-058. РН «Днепр-1»

Справа на платформе микроспутник

Saudisat, форма КА кубическая, длина ребра 298 мм, масса 15 кг. Следующий за ним КА Unisat-2, форма 8-гранная призма, диаметр 412 мм, высота-250 мм, масса 10 кг



Нано – «кубики» (CubeSat)

Проект создания наноспутников CubeSat принадлежит профессору Стэнфордского университета Бобу Твиггсу (Bob Twiggs).

Цель проекта - предоставить студентам и аспирантам ведущих университетов и институтов мира опыт работы над современными КА, привлечь их к разработке новых космических технологий, проектированию систем перспективных КА, расширить международное межвузовское сотрудничество.



*Нано КА «AAU CUBESAT»,
запуск 2003-31. Форма КА кубическая,
длина ребра 100 мм, масса 1 кг.*

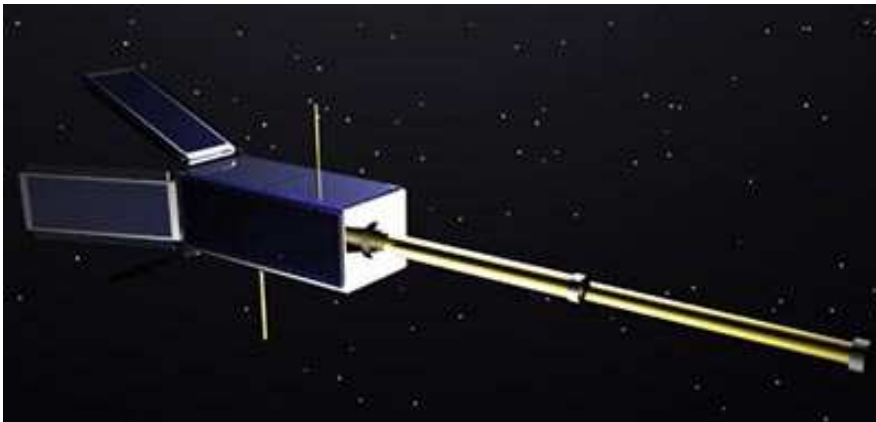
Проект CubeSat был принят в 1999 г. Университетским симпозиумом космических систем.

Решено изготовить и запустить порядка 20 нано-КА на основе единой базовой платформы, представляющей собой куб.

QuakeSat (2003-031G)

На QuakeSat выполняются научные исследования по обнаружению признаков землетрясений.

Спутник был изготовлен в Лаборатории разработки космических систем Стэнфордского университета (США) под руководством профессора Роберта Твиггса (Robert Twigg).



Орбита:
98,7град, 830 км, РН «Рокот», Плесецк

- На QuakeSat планируется проверить теорию о том, что в преддверии крупных землетрясений в районе стихийного бедствия регистрируются магнитные поля крайне низкой частоты (КНЧ лежит в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц). Для регистрации этих предшественников землетрясения на QuakeSat установлен основной научный прибор - магнитометр.

- **Габариты** - 30x10x10 см,
- **Масса** - 3 кг.

Германский микроспутник ДЗЗ DRL-Tubsat (1999-029С)



Назначение - летная отработка системы съемки земной поверхности по заказу пользователя.

- Масса КА – 45 (кг)
- Размер КА – 32x32x27 (см)
- В состав ПН входят три камеры:
 - широкоугольная камера (с разрешением 370 м)
 - стандартная камера (с разрешением 120 м)
 - телеобъектив (с разрешением 6 м)

КА изготовлен по заказу Германского аэрокосмического центра DRL.

Орбита:

98,6 град, 740 км, РН «PSLV», Шрихарикота (Индия)

Технологический нано-спутник Великобритании SNAP-1 (2000-033С)



SNAP-1 (Surrey Nanosatellite Application Platform – «Суррейская прикладная платформа-наноспутник»)

Разработчик – SSTL (Surrey Satellite Technology Limited)

- **Масса КА** – 6,5 (кг)
- **Размер КА** - 33x45x50 (см)
- 4 ультра миниатюрные видеокамеры (3 широкоугольные и 1 узкоугольная),
- **назначение** - инспекция КА на орбите. При наблюдении Земли - разрешение - 500 м.

Орбита:

98,4 град, 700 км, РН «Космос-3М», Плесецк

Бельгийский мини КА ДЗЗ PROBA (2001-049В)



Миниспутник PROBA (Project for On-Board Autonomy - Проект бортовой автономии) разработан бельгийской компанией Verhaert Design and Development по заказу Европейского космического агентства.

Масса – 94 (кг)

Размер – 60x60x80 (см)

PROBA оснащена двумя камерами – с разрешением 18 и 8 метров.

Время работы – 3 года.

Орбита:

*97,7 град, 660x560 км, РН «PSLV», Шрихарикота
(Индия)*

Запуск 2006 года.
Микроспутник Space Technology (ST5, 2006-008B-D-C)



Масса каждого КА – 25 кг.

Цель: исследование магнитосферы Земли и воздействия на нее солнечной активности.

Форма – восьмиугольная призма.
Диаметр - 53 см, высота - 28 см.

Аппарат стабилизируется вращением 20 об/мин.

Орбита:
*105,6 град, 300x4550 км, РН «Pegasus XL»,
ЗРП США*



Система DMC-Desister Monitoring Constallation

Система мониторинга чрезвычайных ситуаций

Идея системы была выдвинута британской компанией SSTL (Surrey Satellite Technology Limited) на конгрессе Международной астронавтической федерации в Пекине в 1996 г.

Спутниковая группировка первого этапа из **пяти** аппаратов создается силами специалистов *Алжира, Британии, Нигерии, Турции и Китая* под руководством компании SSTL.

Организации - участники проекта являются владельцами своих аппаратов и управляют ими. Каждый участник получает возможность принимать информацию со всех спутников.

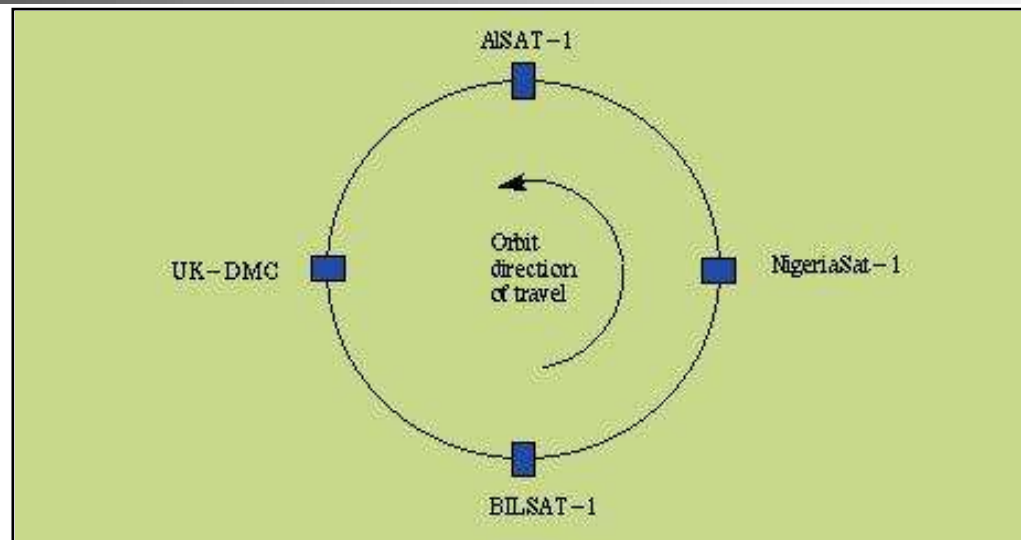
AlSAT-1, BILSAT-1, NigeriaSat-1, UK-DMC, Beijing-1



Характеристики системы ДМС

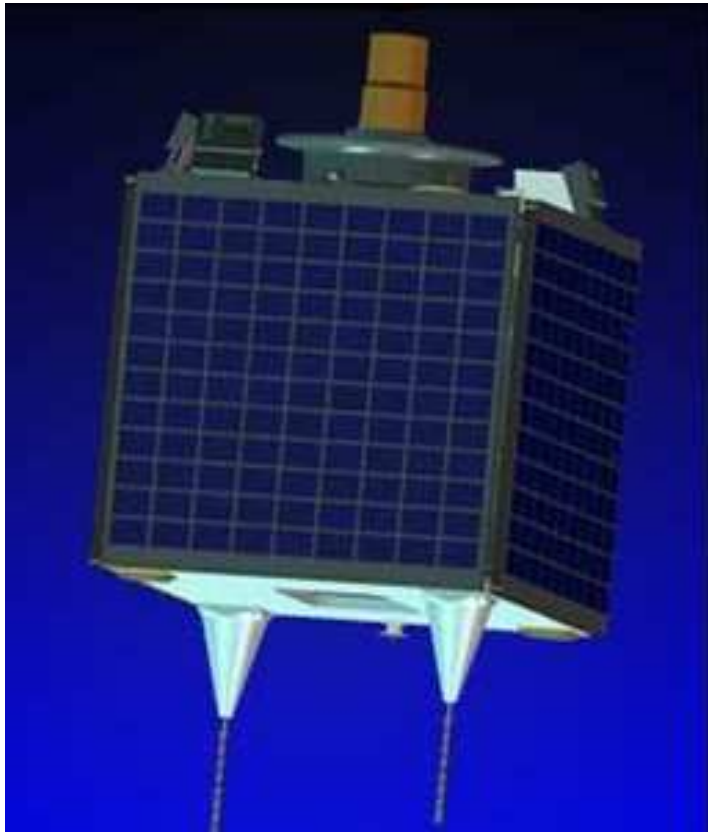
Кол-во КА	5 (на одной орбите)
Орбита	ССО, 98 град, 686 км, 10:30
Время работы КА	5 лет
Диапазоны съемки	0.52-0.62 мкр. (зеленый), 0.63-0.69 мкр.(красный), 0.76-0.9 мкр. (бл. инфр.)
Разрешение	36 (м)
Полоса	600 (км)
Платформа	MicroSat-100
Масса	70-130 (кг)

Характеристики КА системы DMC



КА	Страна/Организация	Дата запуска	Разрешение, полоса
AISAT-1	Algeria/CNTS	Nov. 28, 2002	32 m MS, 600 km
BILSAT-1	Turkey/TUBITAK-ODTU	Sept. 27, 2003	28 m MS, 300 km 12 m Pan, 300 km
NigeriaSat-1	Nigeria/NASRDA	Sept. 27, 2003	32 m MS, 600 km
UK-DMCSat-1	UK/BNSC	Sept. 27, 2003	32 m MS, 600 km
Beijing-1 (China-DMC+4)	China/MoST	Oct. 27, 2005	32 m MS, 600 km 4 m Pan, 24 km within a FOR of 800 km

Алжирский микро КА ДЗЗ ALSat-1 (2002-054B) (Система DMC)



Первый алжирский спутник ALSat-1 является частью международной спутниковой системы мониторинга чрезвычайных ситуаций.

- **Масса КА** - 90 кг.

- **Размер КА** – 60х60х60 см

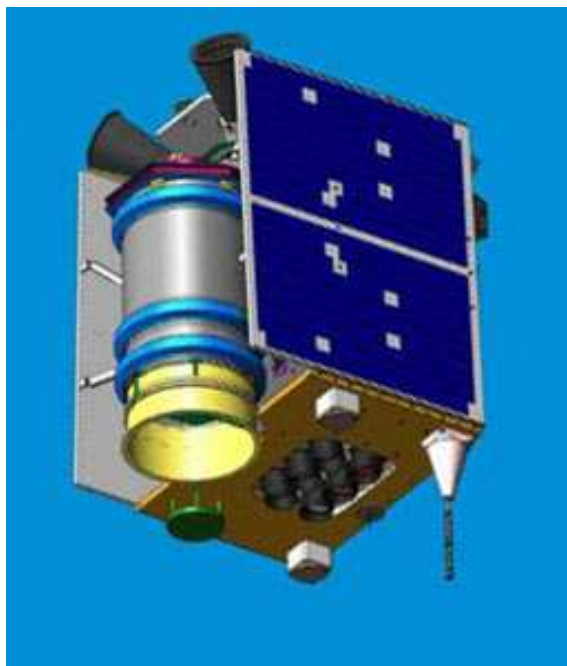
Цель - мониторинг быстропротекающих явлений, связанных с естественными и техногенными чрезвычайными ситуациями, проблемами сельского хозяйства и окружающей среды.

- **Назначение** - получение мультиспектрального изображения (в ближнем инфракрасном, красном и зеленом спектральных диапазонах) с высокой разрешающей способностью до 32 м на земной поверхности. Широкая полоса захвата (600 км) обеспечивает повторный проход единственного спутника над экваториальными районами через 4 суток (и чаще на более высоких широтах).

Орбита:

98,1 град, 720х690 км, РН «Космос-3М», Плесецк

Малый КА Beijing-1, КНР (2005-043A) (Система DMC)



Beijing-1 («Пекин-1»), известный также как China DMC+4 и Tsinghua-2 («Цинхуа-2»), функционирует в составе международной системы мониторинга стихийных бедствий DMC.

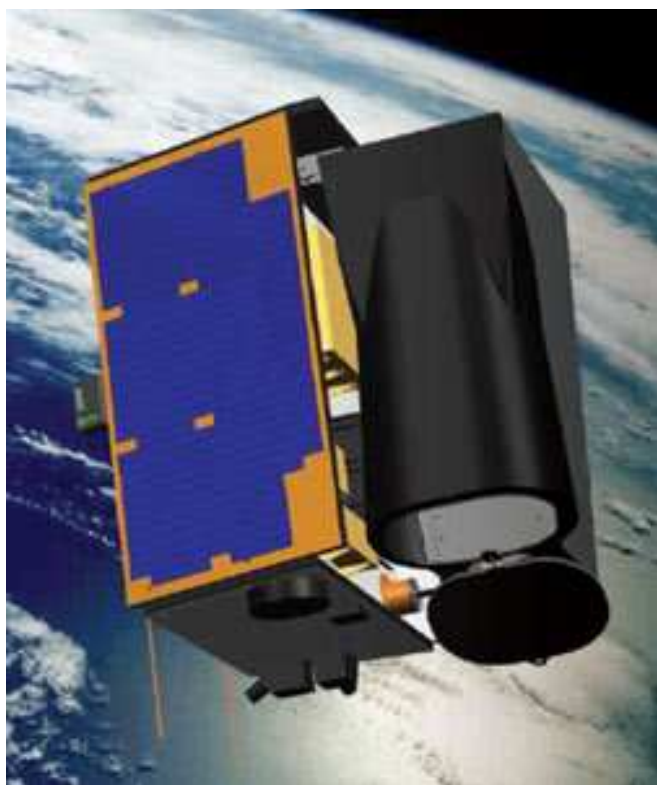
- Аппарат специально доработан с целью обеспечить возможность установки двух камер: многоспектральной с разрешением 32 метра, использованной на спутниках AlSat, UK-DMC и NigeriaSat-1, а также панхроматической камеры разрешением 4 метра, разработанной SSTL.

- **Масса КА** - 166 кг.
- **Габаритные размеры** - 91,2x77x91,2 см.

Орбита:

98,4 град, 730x690 км, РН «Космос-3М», Плесецк

Малый КА TopSat, Великобритания (2005-043В) (Система DMC)



Британский спутник TopSat представляет собой демонстрационный малый КА по оперативному наблюдению за земной поверхностью в военных целях, а также для экспериментальной отработки новых спутниковых технологий.

Проект TopSat финансируется Министерством обороны и Британским национальным космическим центром BNSC (British National Space Centre) в рамках программы MOSAIC (Microsatellite Applications in Collaboration) по **использованию микроспутников**. Эксперимент TopSat призван показать, что микроспутник способен по оперативному заданию получать изображения в высоком разрешении (2.5 м) и передавать их непосредственно на мобильные наземные станции той же зоны.

Масса платформы спутника - 90 (кг)

Масса полезной нагрузки - 45 (кг).

Габаритные размеры КА – 86,5x78,1x149,5 (см)

Орбита:

98,15 град, 730x690 км, РН «Космос-3М», Плесецк



Заключение

Малые космические аппараты (МКА) - перспективное направление космической деятельности

Это связано со следующими обстоятельствами:

- массовым спросом на услуги, представляемые ракетно-космической техникой (Интернет-технологии, связь, навигация, метеорология, дистанционное зондирование Земли и акватории океанов, научные исследования);
- достигнутыми результатами в создании новых легких конструкционных материалов, микропроцессоров с высокой производительностью, миниатюрных фотокамер, микромеханизмов, микросенсоров и т.д.;
- высокой конкуренцией со стороны ведущих космических корпораций и стремлением снижения затрат на разработку и эксплуатацию космической техники при одновременном увеличении качества и эффективности использования орбитальных группировок КА.