

Многофункциональная  
трансформируемая  
беспилотная  
авиационная  
платформа

# 1. Аэродинамические схемы беспилотных летательных аппаратов и их специализация

Обследование одиночных объектов и малых территорий



Аэрофотосъемка равнинной местности



Полеты в горах, облаках, ...  
(при крупномасштабной турбулентности)



Обследование обширных территорий и береговых линий

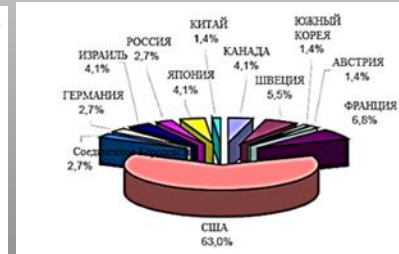
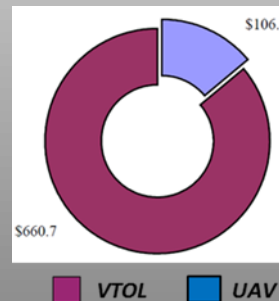


## Недостатки аэродинамической специализации БПЛА

1. Большая стоимость комплекта (ов) используемых БАС.
2. Дублирование полезной нагрузки (фото, видеокамер, датчиков контроля).
3. Отсутствие общих принципов управления БАС различных схем.

## Путь разрешения выявленных недостатков

Использование трансформируемых БАС



■ VTOL ■ UAV



## 2. Существующий подход к созданию трансформируемых летательных аппаратов

### Состав

100%

НЕ  
ИЗМЕНЯЕМЫЙ

#### С поворотным крылом



С поворотным крылом  
Boeing Vertol VZ-2



LTV XC-142

#### С поворотными двигателями



V-22 Osprey

#### Комбинированные

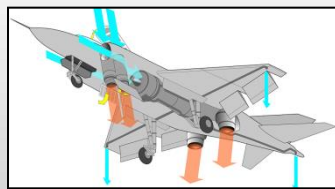


Lockheed Martin программа  
DARPA TX (Transformer)

#### С управляемыми соплами



Harrier Jump  
Jet



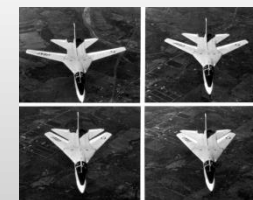
Convair XFY Pogo

#### С вертикальным расположением фюзеляжа



VTOL Metaltail

#### Самолеты с изменяемой стреловидностью



Самолет с изменяемой  
стреловидностью F-111

### Достоинства

1. Вертикальный взлет-посадка,
2. Приспособляемость к режимам полета
3. Уменьшение требований к наземным службам.

### Недостатки

1. Сложность конструкции.
2. Не оптимальность аэродинамической схемы на большинстве режимов полета.
3. Большой расход топлива (энергии).
4. Сложность управления.

# 3. Предлагаемый подход в создании трансформируемых беспилотных летательных аппаратов и его достоинства

## Состав

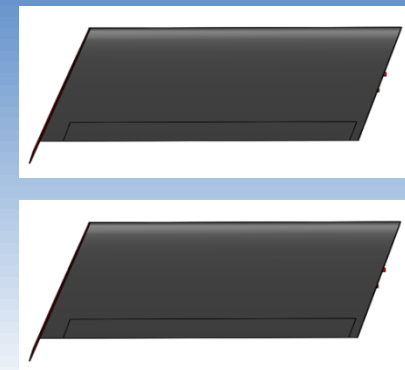
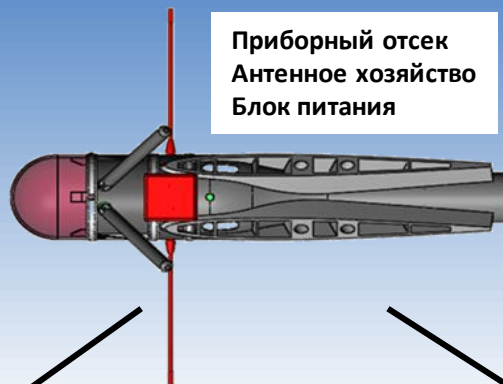
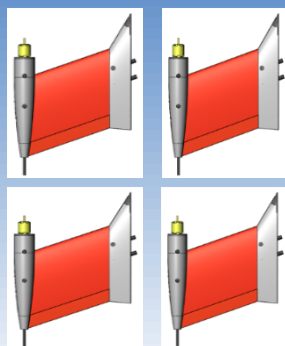
**20%**

ИЗМЕНЯЕМАЯ  
ЧАСТЬ –  
консоли крыла

**80%**

НЕ-  
ИЗМЕНЯЕМАЯ  
ЧАСТЬ –  
фюзеляж

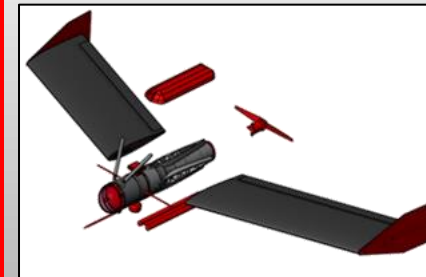
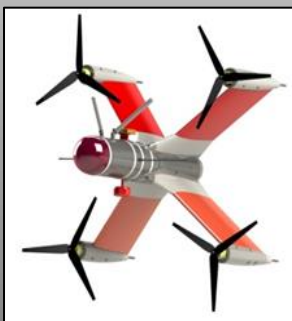
(приборный  
отсек, антенное  
хозяйство,  
блок питания)



## Достоинства,

по сравнению с традиционным подходом(и).

1. Простота конструкции.
2. Множество различных аэродинамических схем.
3. Возможность использования двигателей различных типов.
4. Высокие граничные летные характеристики (высота, дальность, скорость, ...).
5. Многофункциональность.
6. Предрасположенность к серийному производству и, как следствие, малая потребность в оборотном капитале.
7. Большие сбытовые возможности на гражданском рынке, например, в секторе ПОИСК И СПАСЕНИЕ.



# 4. Возможные исполнения трансформируемого беспилотного летательного аппарата (более 40)

## Некоторые возможные компоновочные варианты

## Реализованные аналоги

### КОМПОНОВКИ КВАДРОКОПТЕРНОГО (ВЕРТОЛЕТНОГО) ТИПА



1. Общй фюзеляж  
(с приборным отсеком, антенным хозяйством и аккумуляторным блоком)



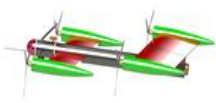
2.1 Квадрокоптер разборный



2.2 Квадрокоптер с верхним расположением складывающихся лучей



2.3 Квадрокоптер с поворотной защитой винтов



2.4 Квадрокоптер-конвертоплан с несущими консолями крыла и поворотными двигателями



3. Самолет с X-образным крылом, вертикального взлета-посадки



4. Самолет с кольцевым крылом, вертикального взлета-посадки



5. Самолет с крестообразным крылом, вертикального взлета-посадки



6. Самолет с неполным крестообразным крылом, вертикального взлета-посадки

### КОМПОНОВКИ САМОЛЕТНОГО ТИПА



7. Самолет типа летающее крыло



8. Самолет по схеме «УТКА»  
(с увеличенным приборным отсеком)



9. Однофюзеляжный мотопланер со средним расположением крыла (среднеплан).



10. Однофюзеляжный мотопланер с верхним расположением крыла (высокплан).



11. Мотопланер - биплан



12. Двухфюзеляжный вариант  
(с увеличенной стерео базой, до 0.5-1 м)



13. Мотопланер с верхним расположением двигателя



14. Самолет с пульсирующим реактивным двигателем Red Head Pulse Jet (500 км/час)



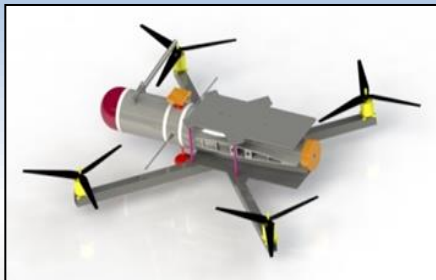
15. Конвертоплан с поворотным крылом

2. Аппараты компании DJI.
3. Самолет с X-образным крылом МАИ и «Шквал-1А» КБ «Сухой», HERO-400ЕС
4. Самолет Луи Блерио (1906 г.), самолет МАИ проекта М. Суханова (1940 г.), самолет Э. Хейнкеля «Lerche» (1940 гг), C-450 Coleoptere (1950г.), американский проект Convair Model 49 (1967), ...
- 5,6 Самолет XFV-1 Salmon , Convair XFY-1 Pogo (1955 г), Quantix , XPlusOne .
7. Самолет Horten Ho IX (1940 гг), Northrop N-1M (1940 гг), B-49 (1946г), Northrop B-2 Spirit (1989 г).
8. Братья Райт - Flyer I
9. MQ-9 Reaper, Predator, X-UAV Talon, «Орион-Э»
10. Планер F5J, ... .
11. Honeywell TBC-2ДТС, самолет И.И. Сикорского «Илья Муромец»/, ПО-2.
12. Stratolaunch Model 351, беспилотные аппараты Aerosonde, Shadow 200, CH-T4.
13. Мотопланеры типа AC5M.
14. Самолет-снаряд ФАУ-1 .
15. Конвертоплан GL-10 (NASA), проект конвертоплана Weserflug P.1003 (Германия 1938 г), конвертоплан МИ-30 (Россия).

# 5. Комплектность поставки

**Штатная комплектность поставки (90% авиаработ, ~2 млн. руб.)**

**1. Квадрокоптер**



**2. X-образное крыло**



**3. Летящее крыло**

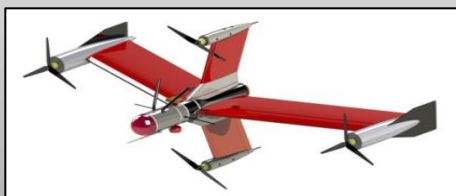


**4. Мотопланер**



**Дополнительная поставка (~ 300 т. руб)**

**Самолет с крестообразным крылом**



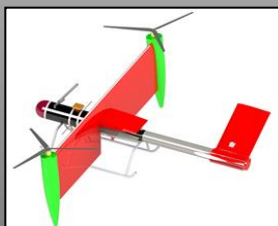
**Самолет с ПуВРД**



**Двух фюзеляжный мотопланер**



**Самолет с поворотным крылом**



**Состав штатной поставки**

N	Наименование	Кол.	N	Наименование	Кол.
1	Общий фюзеляж	1	14	Радиуправление	1
2	Консоль большая	2	15	Приемопередатчик телеметрии	1
3	Консоль средняя	2	16	Ноутбук	1
4	Консоль малая	4	17	Джойстики	1
5	Стабилизатор	2	18	Видеоприемник	1
6	Фюзеляж планера	1	19	Видеомонитор	1
7	Плата квадрокоптера	1	20	Видеокамера	1
8	Двигатель толкающий	1	21	Зарядное устройство	1
9	Прока планера	1	22	Аккумуляторный блок	2
10	Двухлопастной пропеллер	4	23	Монтажный набор	1
11	Трехлопастной пропеллер	4	24	Инструкция по эксплуатации	1
12	Лич квадрокоптера	4	25	Транспортный контейнер (и/или)	1
13	Стойка квадрокоптера	1	26	Ремень для переноски (съемный)	1



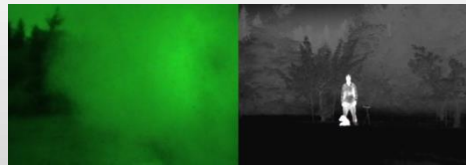
# 6. Задачи обработки информации бортовой аппаратурой

## I. Улучшение качества изображения

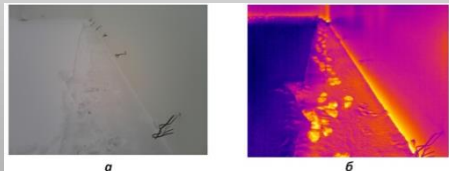
### Увеличение четкости



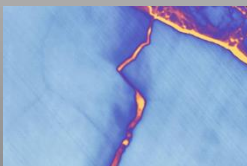
### Повышение информативности



### Наблюдение в тумане



### Следы на снегу



### Трещина в леднике

## II. Обнаружение, идентификация и сопровождение цели



### Фильтры:

1. Размер объекта, м
2. Температура объекта, °C
3. Частота мерцания, Гц
4. Подвижность, м/сек
5. Спектр теплового излучения, мкм

## III. Позиционирование GNSS+INS (MEMS)

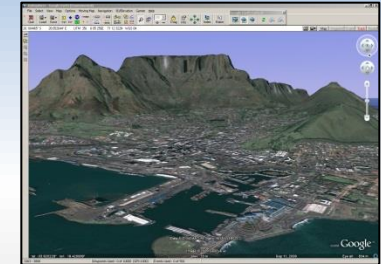
### GNSS+INS антенны



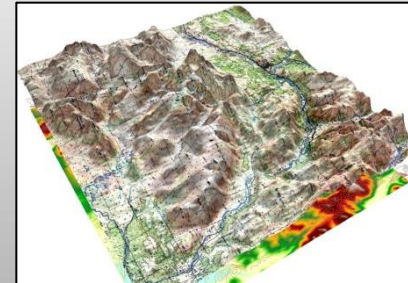
Магнитные независимые  
Автоматический переход между AHRS, INS и GNSS-Compass  
Регулируемые длины базовой антенны GNSS для более короткого времени запуска или повышенной точности курса  
Точность заголовка между 0,15 и 1,2 ° (RMS)  
Запуск менее чем за 2 минуты  
Необработанные псевдоданные, доплеровские и несущие фазовые выходы

## IV. Построение 3D изображений

### Трехмерное изображение объекта



### Карта параметра(ов)



### Физическая карта



# 7. Состав и программное обеспечение наземной станции управления

**Long Range радиопередатчик**



**Приемники телеметрического и видео каналов**



**Наземный компьютер**



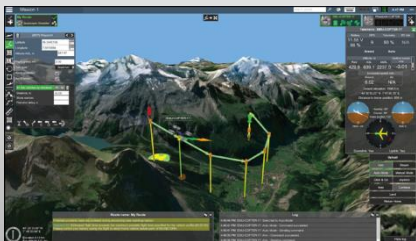
**Видеомонитор**



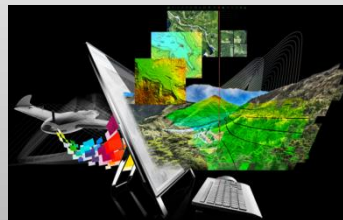
**Очки с высоким углом обзора**



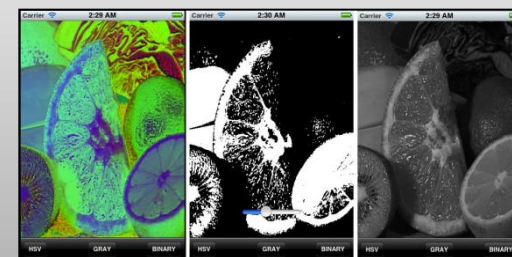
**Программы планирования полета и анализа телеметрии типа UGSC (3D)**



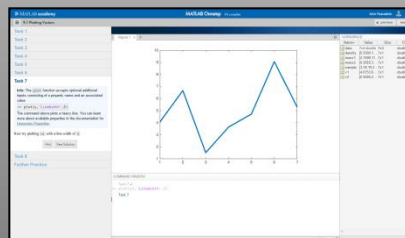
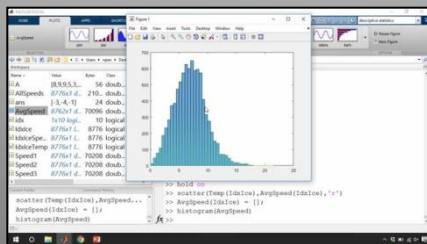
**Программы фотограмметрии и построения 3D поверхности, типа Pix4d, PhotoScan, ...**



**Программы обработки и распознавания изображений типа Open CV, Open GL**



**Программы обработки цифровых данных типа Matlab**





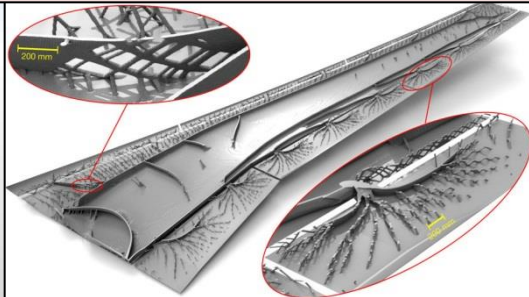
## 8. Что сделано

- результаты патентных исследований по возможной конструкции универсального трансформируемого БПЛА;
- результаты работ по выбору оптимальной конфигурации планера ЛА обеспечивающего решение тех или иных авиационных работ;
- результаты численных и физических экспериментов по оценке возможности создания универсального трансформируемого БПЛА.
- алгоритмы управления трансформируемым БПЛА;
- программу будущих летных испытаний, разработанную совместно с сотрудниками Эльбрусского спасательного отряда МЧС России;
- летный симулятор, учитывающий все аэродинамические условия последующей эксплуатации, включая моделирование атмосферных явлений т.к. ветер, разреженность атмосферы,
- исследовательские стенды на базе квадрокоптера;

# 9. Направления дальнейших работ

**Совершенствование конструкции летательных аппаратов**

Уменьшение массы крыла за счет совершенствования топологии конструкции крыла

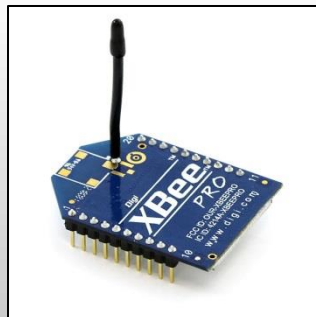


Повышение эффективности пропеллеров для полета на высотах более 10 т. м.



**Увеличение возможностей блока управления и наземной станции**

Установка сетевых блоков, обеспечивающих без аварийный групповой полет.



Улучшение эргономики (все в одном, для моря и авиа)



**Расширение вариантности применения комплекса**

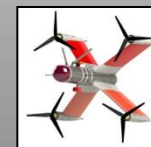
Разработка новых режимов полета



Разработка алгоритмов ГРУППОВОГО управления летательными аппаратами и наземными средствами



← **Более 8000 м**



← **От 50 до 6000 м**

→ **На поверхности земли**

