



**«РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ  
АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ  
УЛУЧШЕННОГО ВИДЕНИЯ  
(Enhanced Vision System, EVS)»**

О.В. Выголов

Ю.В. Визильтер

# Системы EVS

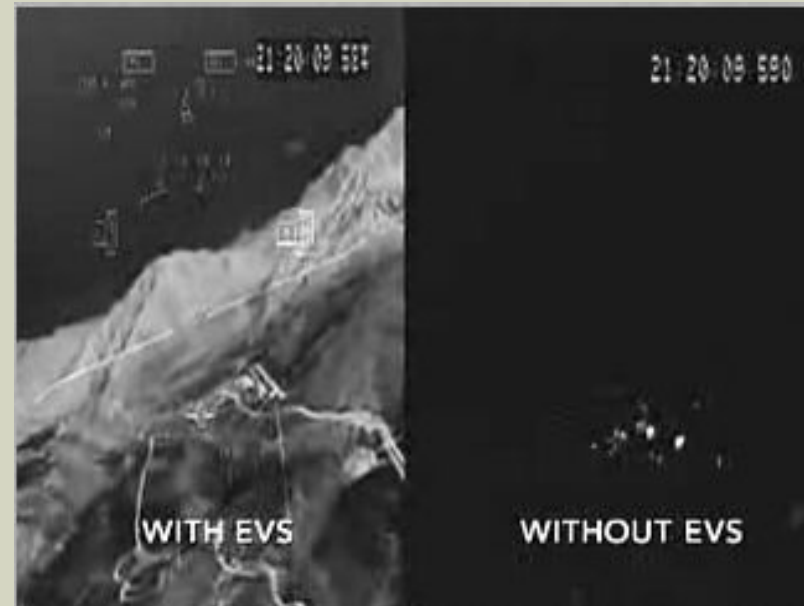
Плохие условия видимости – одна из основных причин авиационных происшествий при заходе ЛА на посадку, посадке и рулении по взлетно-посадочной полосе (ВПП) [*данные Flight Safety Digest, Flight Safety Foundation*]

# Системы EVS

Повышение безопасности пилотирования  
ЛА на малых высотах – разработка систем  
«улучшенного видения» (Enhanced Vision  
System, EVS)

# Системы EVS

EVS – аппаратно-программные системы для повышения ситуационной информированности экипажа ЛА за счет формирования улучшенных графических образов закабинной обстановки



# Стандарты на разработку EVS

При международной сертификации EVS регулирующие организации руководствуются документом **RTCA DO-315 - Minimum Aviation System Performance Standard (MASPS) for Enhanced Vision Systems, Synthetic Vision Systems, Combine Vision Systems and Enhanced Flight Vision Systems**

## **Электронное оборудование**

RTCA DO-254 - Design Assurance Guidance for Airborne Electronic Hardware

## **Программное обеспечение**

RTCA DO-178B - software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification.

## **Эксплуатационные требования**

RTCA DO-160 - Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment.

# Типы систем EVS

**1. Системы улучшенной визуализации (Enhanced Vision System - EVS).** Формируют улучшенное изображение внешней среды по изображениям с ТВ и ИК каналов и отображают его на ИЛС или МФИ.



# Типы систем EVS

## 2. Системы синтезированного видения (Synthetic Vision System - SVS).

Визуализируют данные о рельефе, используют БД рельефа местности, аэропортов и объектов ВПП.



# Типы систем EVS

## 3. Системы комбинированного видения (Combined Vision System - CVS).

Сочетание EVS и SVS.





# Типы систем EVS

4. EVS, обеспечивающие эксплуатационные преимущества (Enhanced Flight Vision System, EFVSC).

EVS с индикацией на ИЛС



# Коммерческие EVS

**Лидеры:** Rockwell Collins Inc. (США), Thales (Франция), CMC Electronics Inc. (Канада), Max-Viz Inc (США), Gulfstream Aerospace Corporation (США), Kollsman (США)

Сертифицированные EVS первого поколения – системы «датчик-дисплей»



## **EVS следующего поколения**

**Задача:** Создание авиационной системы EVS, существенно превосходящей EVS предыдущего поколения по набору функций комплексирования и интеллектуальной обработки видеоданных различной физической природы.

**ГосНИИАС в кооперации с рядом отечественных предприятий ведет работы по созданию EVS нового поколения**

**В докладе описаны основные результаты, полученные в данном направлении**

# **EVS следующего поколения**

## **Функции обработки видеоинформации:**

- **улучшение** ТВ, ИК1, ИК2 изображений;
- **комплексирование** ТВ, ИК1, ИК2 видеоинформации;
- **автоматическая привязка** оперативной видеоинформации к априорной информации о закабинной обстановке с учетом имеющихся навигационных данных;
- **автоматическое обнаружение ВПП** и других типовых объектов интереса на этапе посадки;
- **автоматическое обнаружение препятствий на ВПП** на этапе посадки и рулежки.

# Ключевые моменты разработки EVS

- **Получение экспериментальных регистраций**
- Создание вспомогательного аппаратного и программного обеспечения
- Компьютерное моделирование
- Разработка алгоритмического обеспечения
- Разработка программного обеспечения
- Использование специальных технологий разработки и тестирования модульного программно-алгоритмического обеспечения.
- Интеграция и отработка взаимодействия с другими датчиками и системами на борту ЛА
- **Создание прототипа системы EFVS**

# Результаты 2010 (по направлениям)

- Собраны реальные авиационные регистрации ВПП в ТВ диапазоне с записью ПНИ



**Пример видеорегистрации ВПП на базе ЛЛ Су-30  
(ФГУП «ПИЦ»)**

# Результаты 2010 (по направлениям)

- **Определен общий облик и найдены возможные аппаратные решения для EVS и многоканальной регистрирующей системы в ТВ и ИК диапазонах.**

## **Состав аппаратного обеспечения EVS:**

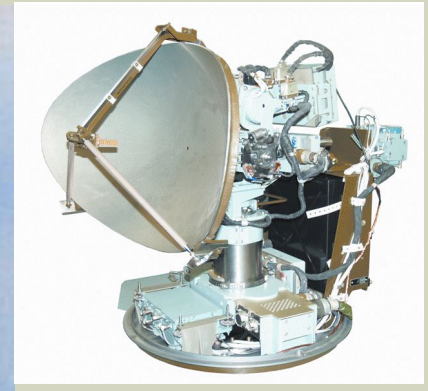
- Средства отображения (МФИ/ИЛС);
- ИК-камера 3-5 мкм;
- ИК-камера 8-14 мкм;
- ТВ-камера высокого разрешения;
- ММ-радар (опционно);
- Вычислитель в виде модулей «крейта» интегрированной модульной авионики (ИМА).

# Результаты 2010 (по направлениям)

- **Определен общий облик и найдены возможные аппаратные решения для EVS и многоканальной регистрирующей системы в ТВ и ИК диапазонах.**

## **Датчики для различных вариантов регистрации:**

- Одноканальная ТВ-система.
- Двухканальная регистрирующая система.
- Двухканальная гиростабилизированная система.
- **Трехканальная гиростабилизированная система.**
- Регистрирующие системы для БПЛА и мотопланера
- ММ-Радар (8-мм).





# Результаты 2010 (по направлениям)

- Выработаны рекомендации по размещению датчиков и методике проведения летных экспериментов

## Размещение датчиков

- Наиболее перспективными являются варианты размещения видеодатчиков **на нижней части корпуса** самолета (как в системе Gulfstream EVS), либо **на верхней носовой части** корпуса самолета (как в системе CMC Electronics EVS), причем точка подвеса сенсоров и главные оптические оси должны быть **максимально близки к вертикальной плоскости симметрии** самолета.



# Результаты 2010 (по направлениям)

- Выработаны рекомендации по размещению датчиков и методике проведения летных экспериментов

## Методика проведения летных экспериментов

*Задачи проведения летных экспериментов в 2011 году:*

1. **Набор базы экспериментальных регистраций изображений ВВП для отработки алгоритмического и программного обеспечения прототипа EVS.**
2. **Создание, отработка и испытание летного прототипа EVS, размещенного на самолете-носителе и демонстрирующего отдельные функции системы EVS в летных испытаниях.**

# Результаты 2010 (по направлениям)

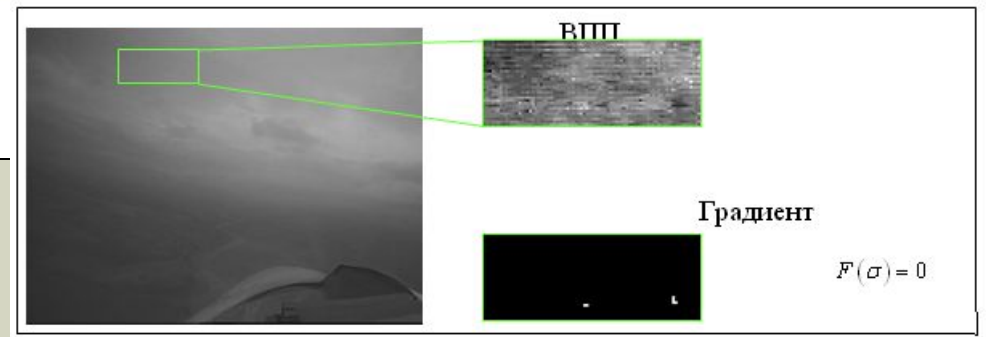
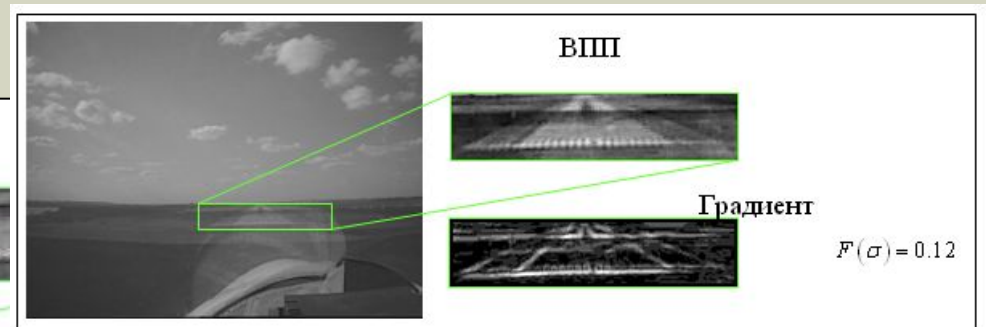
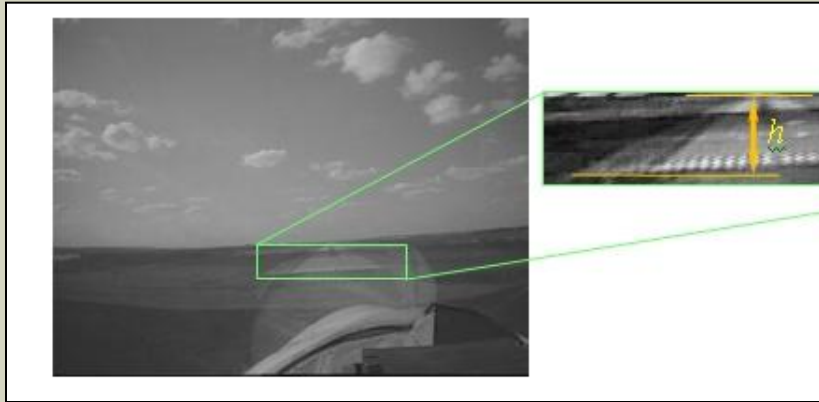
- Разработаны методы и программные средства для **оценки условий видимости ВПП** на ТВ и ИК изображениях
    - Создана база данных экспериментальных видеорегистраций и реализованы программные средства для работы с ней.
    - Разработаны программные средства для калибровки и автоматизированного анализа экспериментальных регистраций
- Используется разработанная в ГосНИИАС программная среда, построенная на базе «фрейм-ориентированной»

## Технологии визуального программирования



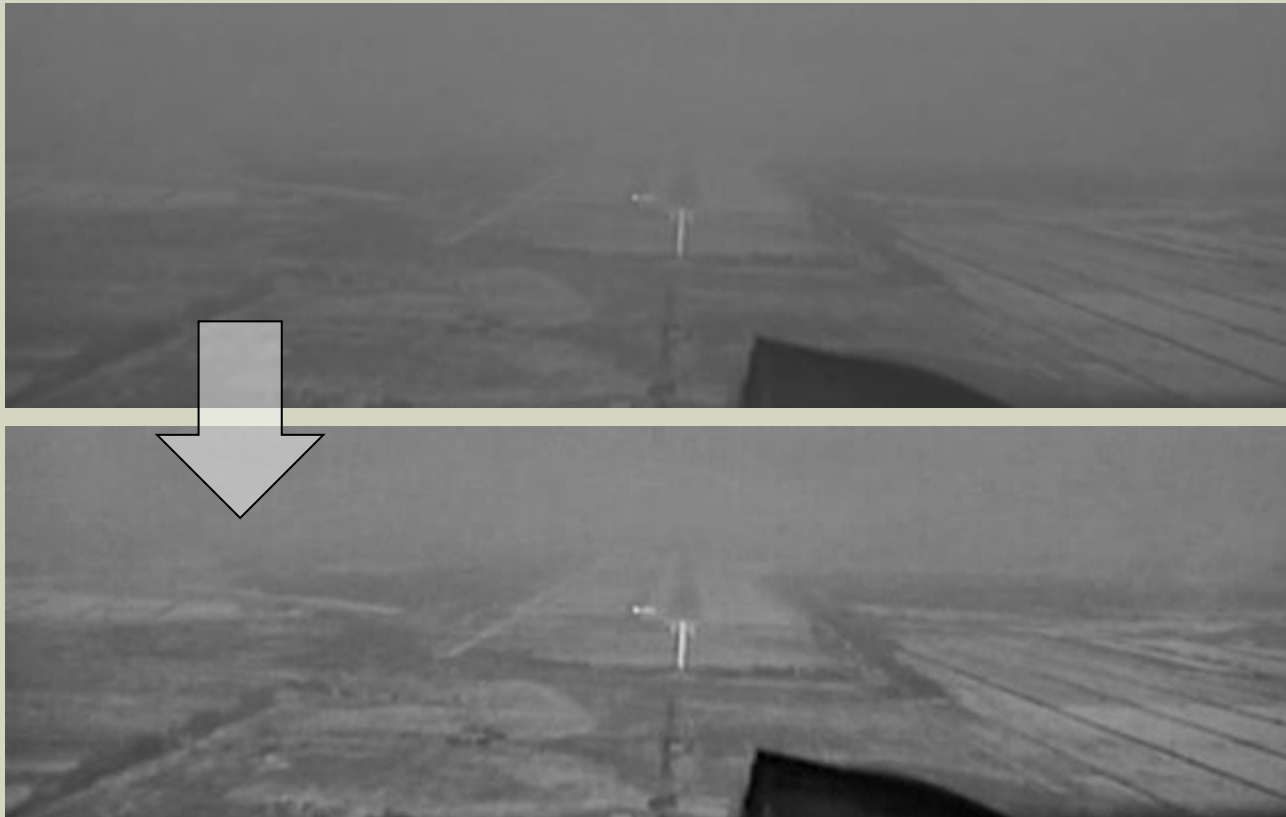
# Результаты 2010 (по направлениям)

- Разработаны методы и программные средства для **оценки условий видимости ВПП** на ТВ и ИК изображениях
  - Реализованы средства численной оценки параметров информативности ТВ и ИК изображений:
    - линейное разрешение
    - степень выраженности контуров
    - яркостная отделимость объекта от фона.



# Результаты 2010 (по направлениям)

- Реализованы прототипы основных **алгоритмических модулей** обработки видеоинформации
  - **Для улучшения ТВ изображений** реализован алгоритм MSR типа «Retinex», позволяющий проявлять как яркие, так и затемнённые области изображения.

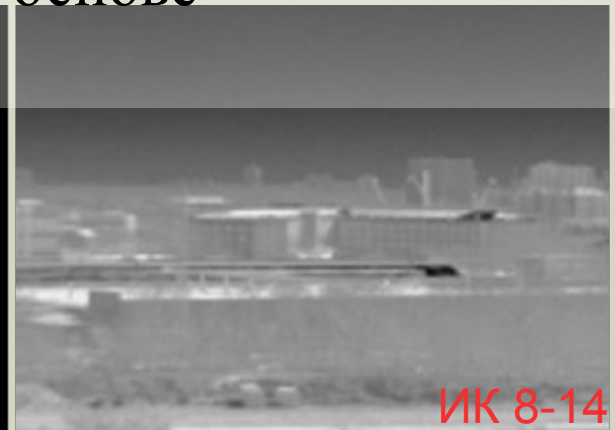


# Результаты 2010 (по направлениям)

- Реализованы прототипы основных **алгоритмических модулей** обработки видеоинформации
  - Для **комплексирования изображений** (ТВ, ИК-3-5 мкм, ИК-8-14 мкм) разработан алгоритм на основе морфологического подхода Пытьева.



(а)



(б)



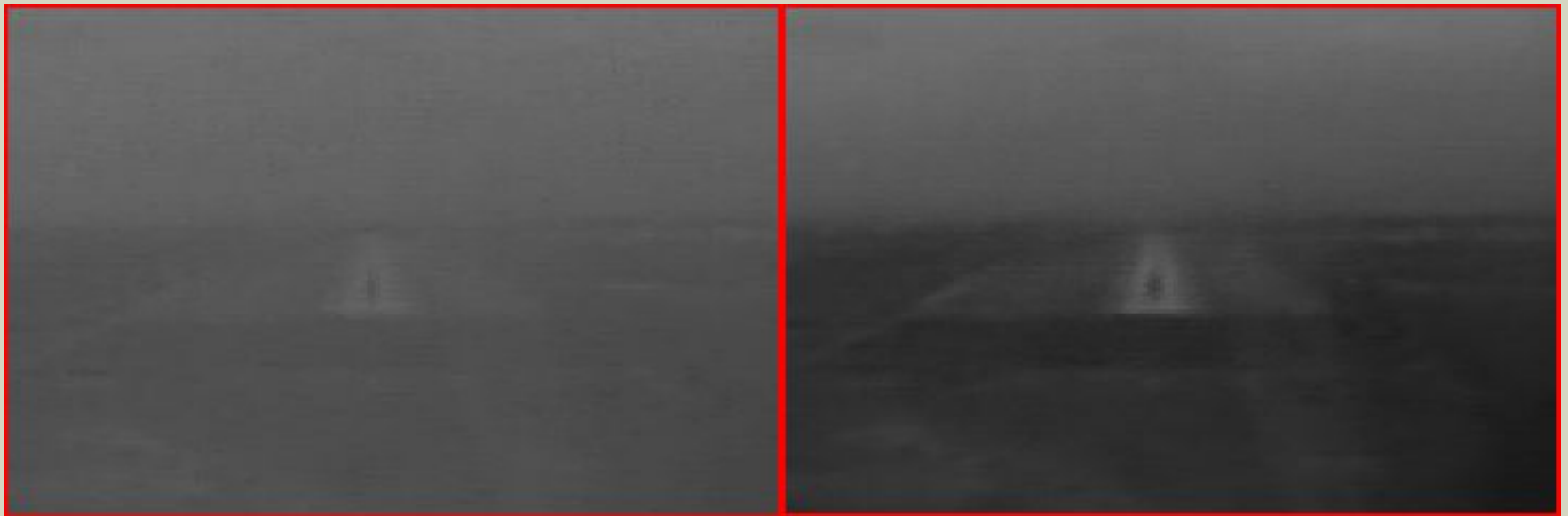
(в)



(г)

# Результаты 2010 (по направлениям)

- Реализованы прототипы основных **алгоритмических модулей** обработки видеоинформации
  - **Для повышения информативности** изображений реализован метод «**суперразрешения**» на основе серии изображений низкого разрешения.



Увеличение (бикуб. интерп.)

Суперразрешение

# Результаты 2010 (по направлениям)

- Реализованы прототипы основных **алгоритмических модулей** обработки видеoinформации
  - **Алгоритм обнаружения ВПП** реализован в виде программного модуля для крейта ИМА



**Пример обнаружения ВПП на модельном изображении (моделирование ФГУП «ПИЦ»)**

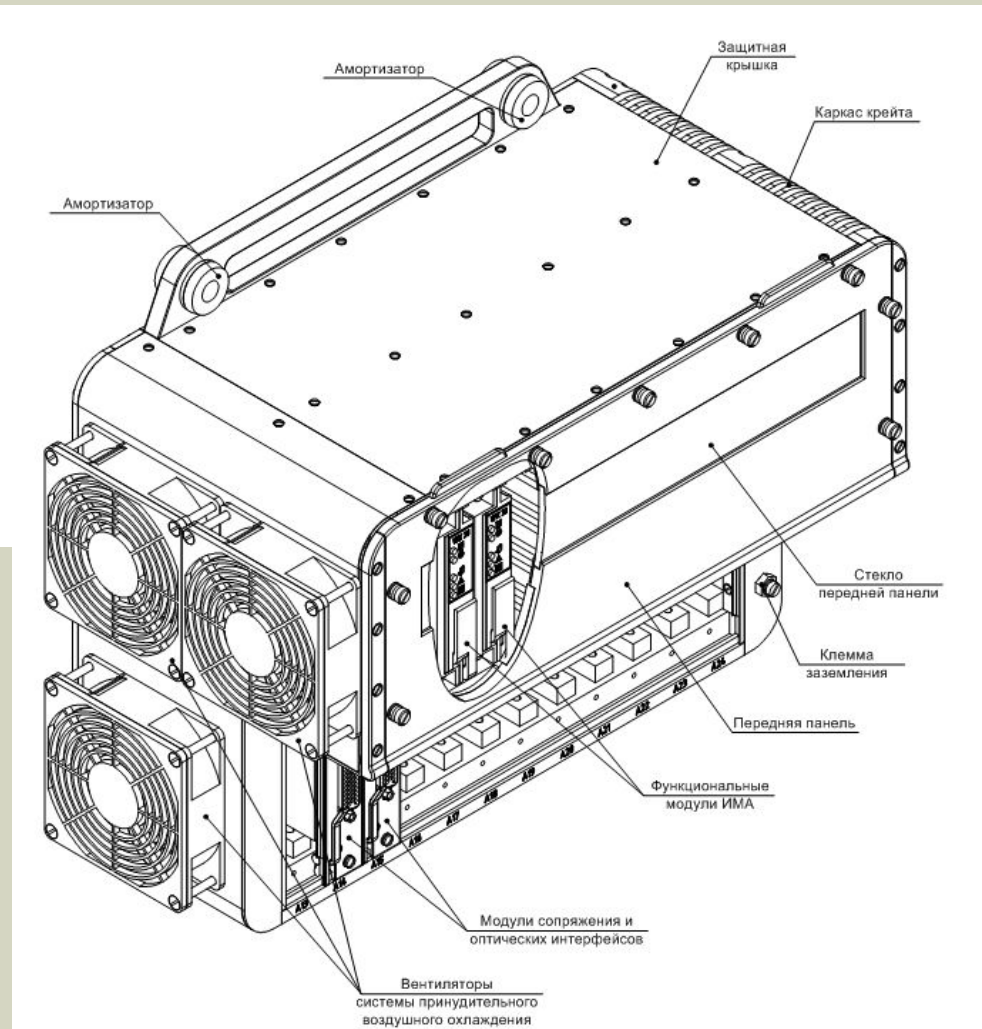


# Результаты 2010 (по направлениям)

- Прототип EVS реализован на базе БУП ИМА и включен в состав демонстрационного стенда ФГУП «ГосНИИАС»



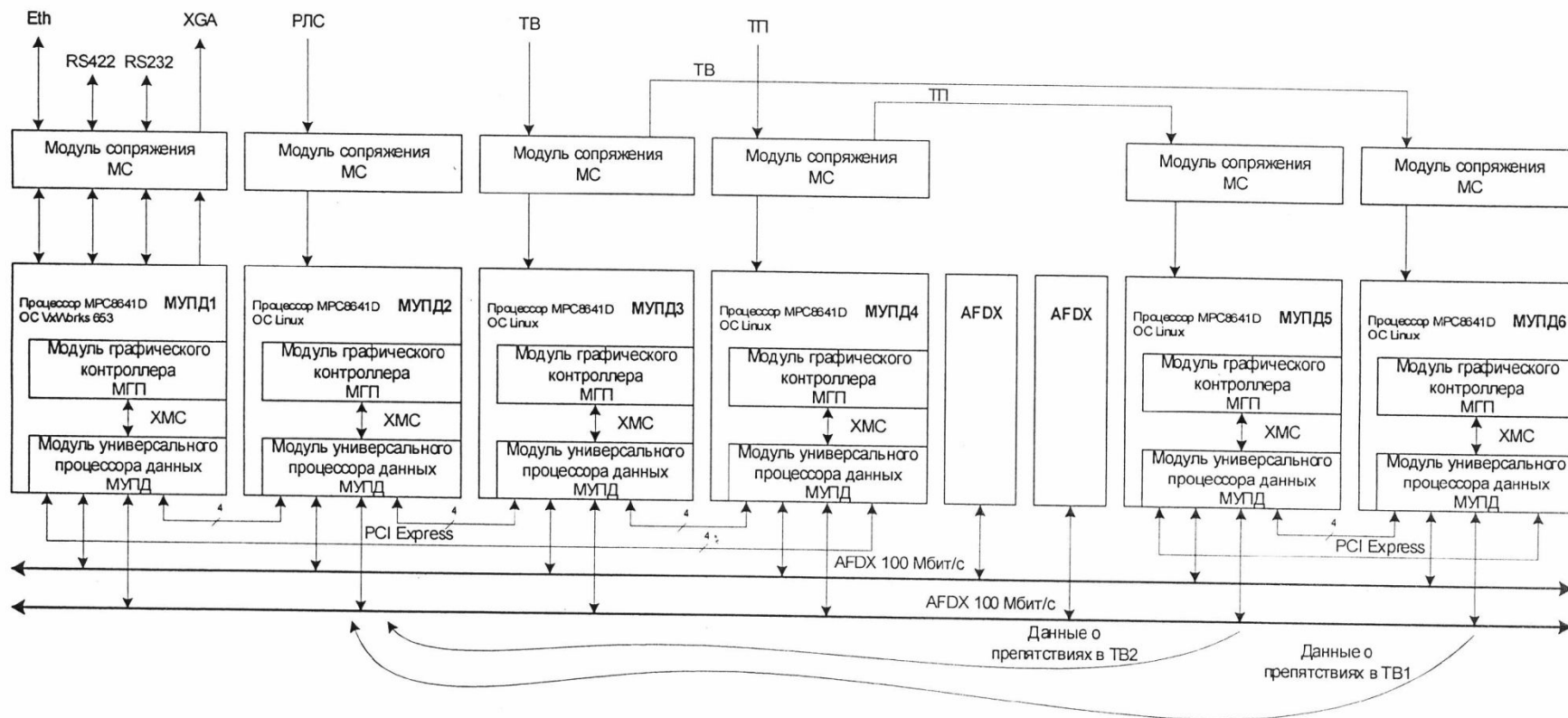
**Быстродействующая  
унифицированная  
платформа  
(БУП) ИМА**



# Результаты 2010 (по направлениям)

- Прототип EVS реализован на базе БУП ИМА и включен в состав демонстрационного стенда ФГУП «ГосНИИАС»

## • Реализация EVS на платформе БУП ИМА



# Предполагаемые работы 2011

- **Совершенствование алгоритмов интеллектуальной видеообработки, сравнительное тестирование и комплексирование алгоритмов интеллектуальной видеообработки** (ФГУП «ГосНИИАС», ОАО «НКБ ВС», ФГУП «ГРПЗ»).
- **Проведение летных экспериментов с использованием нескольких типов носителей** (тепловой аэростат, мотопланер, БПЛА, винтомоторный самолет, реактивный самолет) с целью **создания базы многоспектральных видеопоследовательностей натуральных изображений ВВП** (ФГУП «ГосНИИАС», ФГУП «ПИЦ»).
- **Создание, отработка и испытания летного прототипа EVS** на базе крейта ИМА, размещенного на самолете-носителе (ФГУП «ГосНИИАС», ОАО «НКБ ВС», ФГУП «ПИЦ»).
- **Проработка требований к функциям синтезированного видения (ССВ) и создание прототипа системы улучшенного и синтезированного видения (СУСВ)** на базе крейта ИМА (ФГУП «ГосНИИАС», ОАО «НКБ ВС», ФГУП «ПИЦ»).
- **Разработка методики и алгоритмов совмещения синтезированной и наблюдаемой видеоинформации** (ФГУП «ГосНИИАС», ОАО «НКБ ВС», ФГУП «ПИЦ»).
- **Совершенствование архитектуры и аппаратных модулей крейта ИМА** (ОАО «НКБ ВС»).
- **Разработка специализированных мезонинов или модулей видеообработки для крейта ИМА** (ФГУП «ГРПЗ»).
- **Проработка возможности использования отечественных видеодатчиков в составе разрабатываемой СУСВ** (ФГУП «ГосНИИАС», ОАО «НТК «СПП»).
- **Проработка возможностей сертификации создаваемой системы СУСВ** (ФГУП «ГосНИИАС», ОАО «НКБ ВС»).

***Спасибо за внимание!***