



**«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)

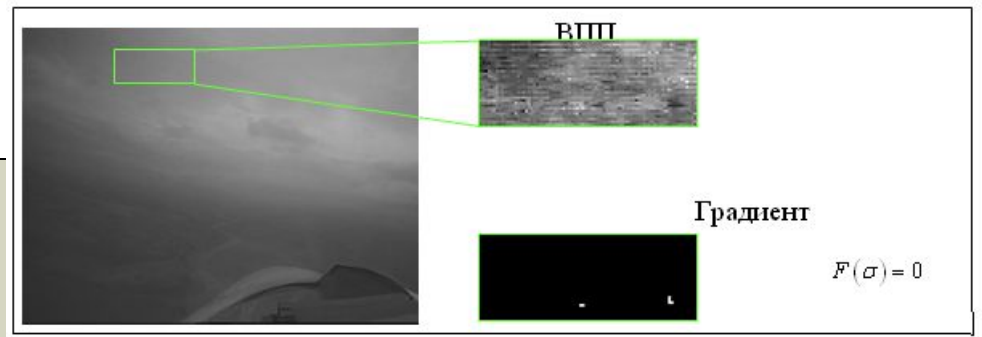
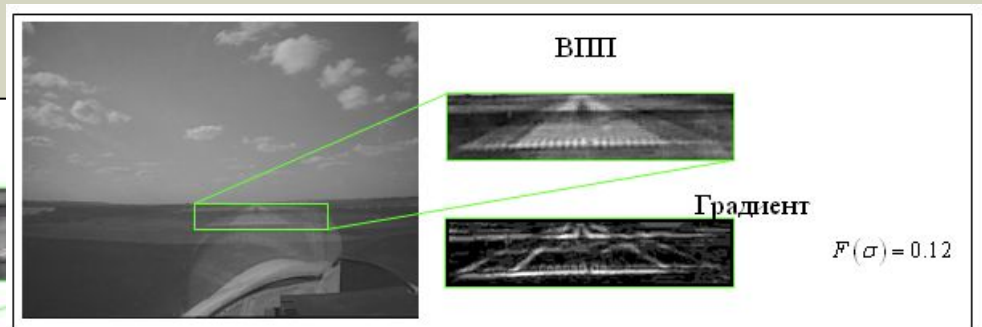
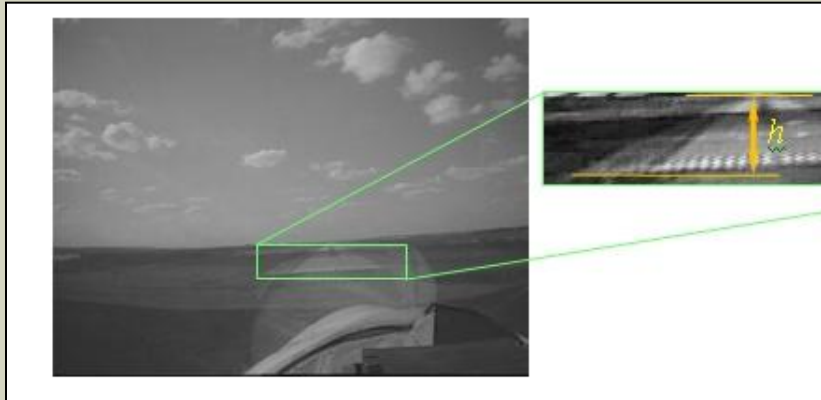
- Разработаны методы и программные средства для **оценки условий видимости ВПП** на ТВ и ИК изображениях
 - Создана база данных экспериментальных видеорегистраций и реализованы программные средства для работы с ней.
 - Разработаны программные средства для калибровки и автоматизированного анализа экспериментальных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

Технологии визуального программирования



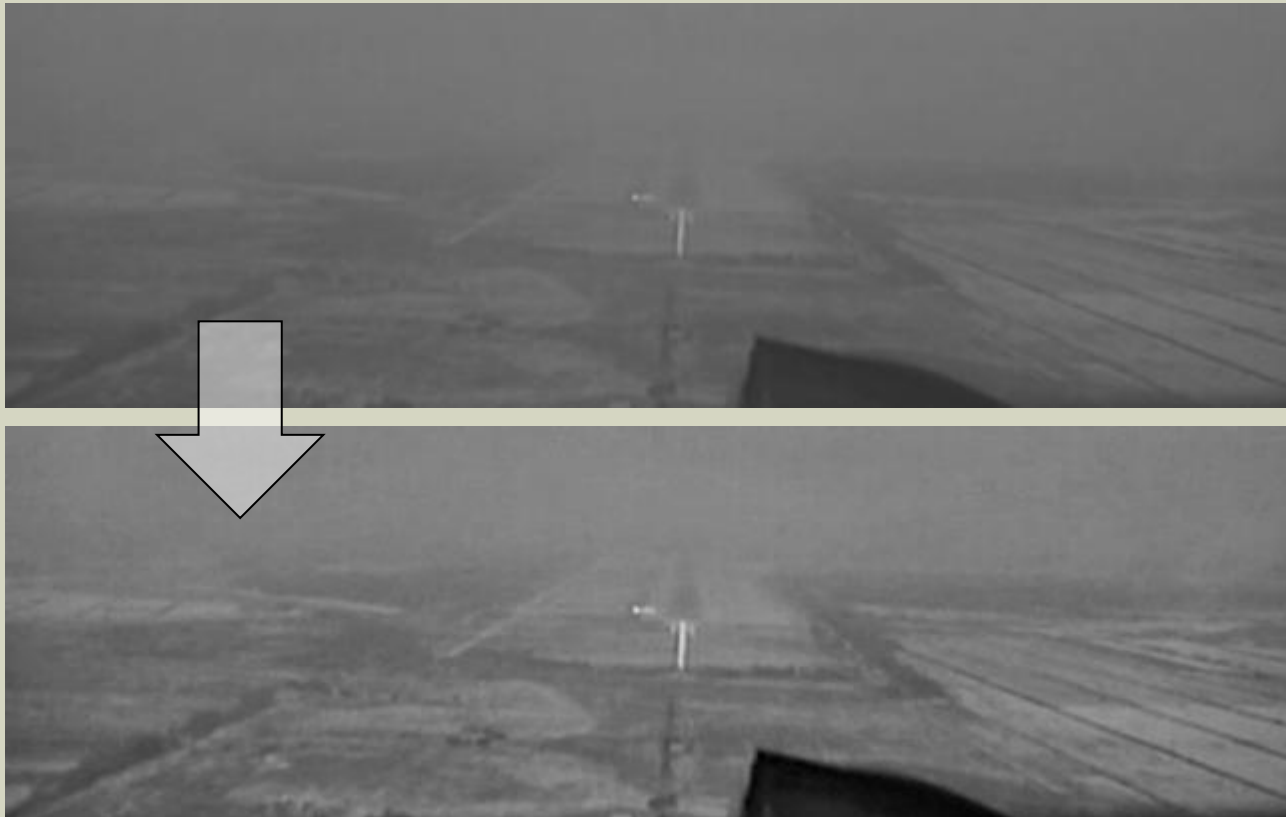
Результаты 2010 (по направлениям)

- 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.



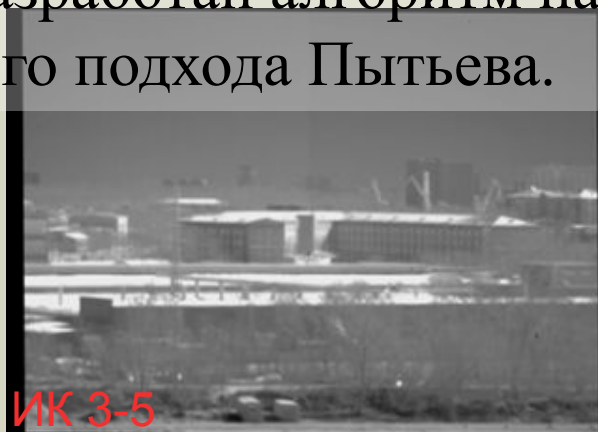
Результаты 2010 (по направлениям)

- Реализованы прототипы основных **алгоритмических модулей** обработки видеoinформации
 - **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.



ИК 3-5

(a)



ИК 8-14

(б)



ТВ

(в)

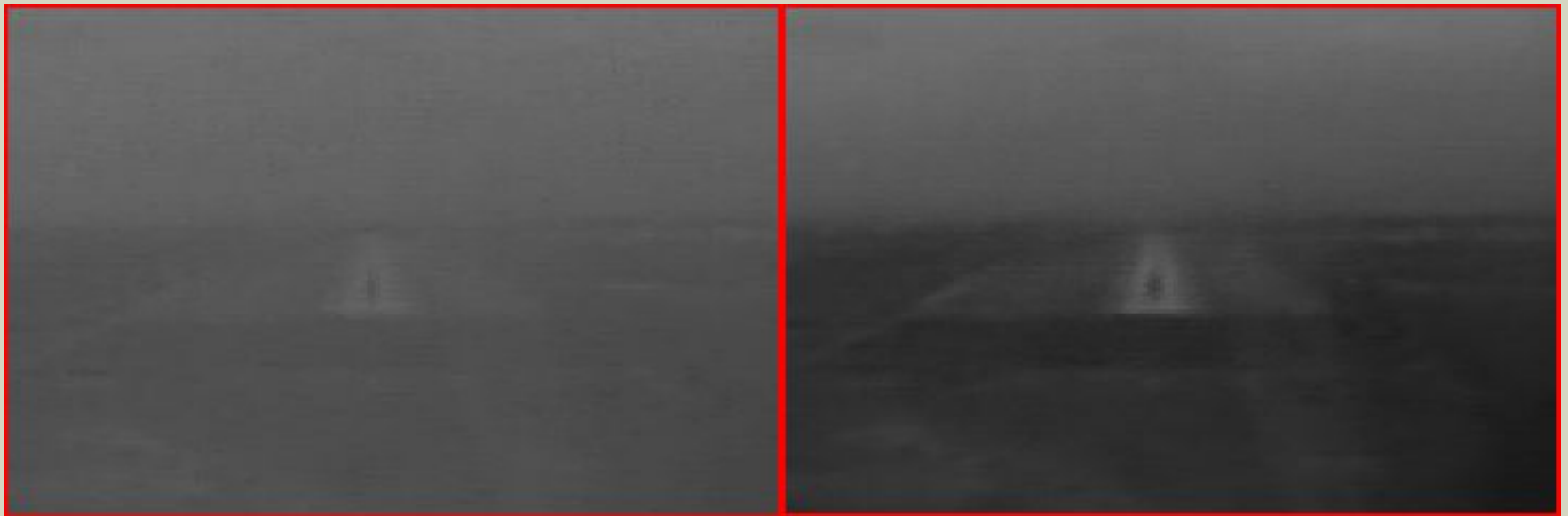


Компл.

(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



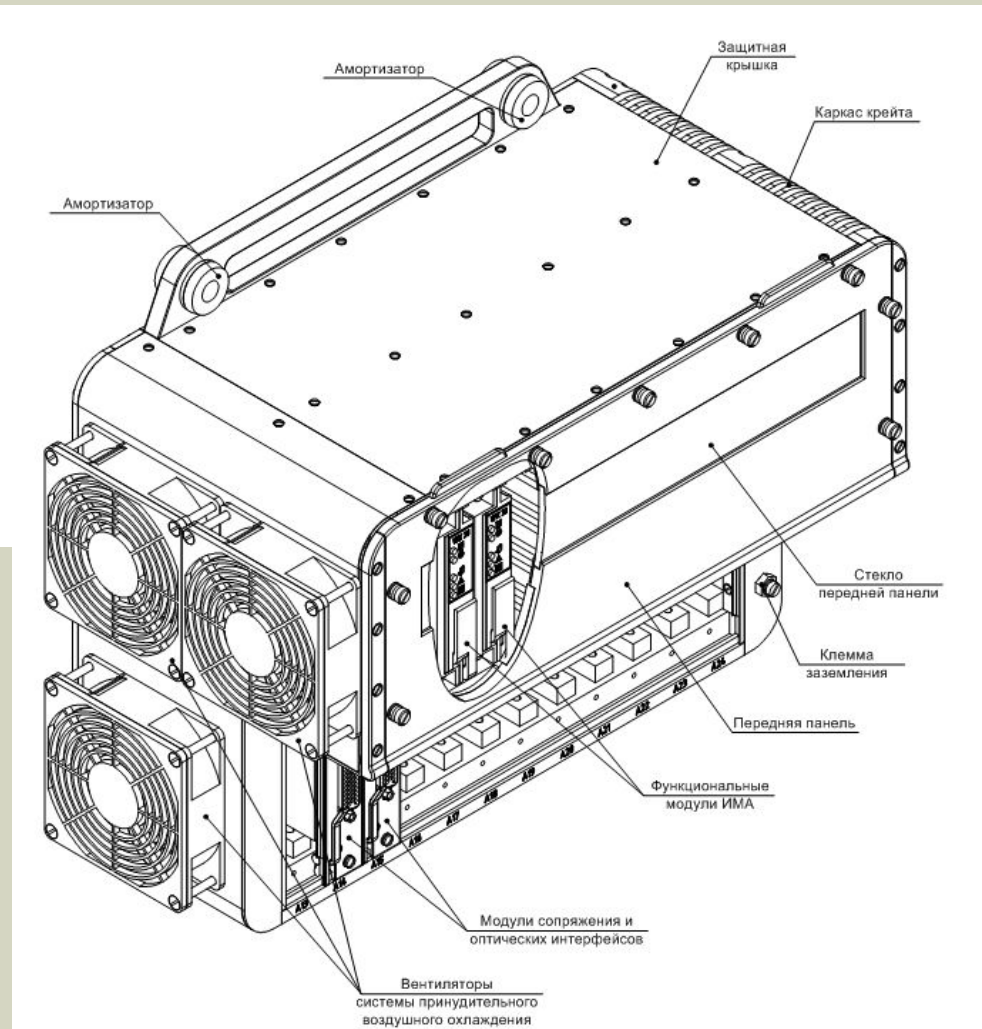
Пример обнаружения ВПП на модельном изображении (моделирование ФГУП «ПИЦ»)

Результаты 2010 (по направлениям)

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



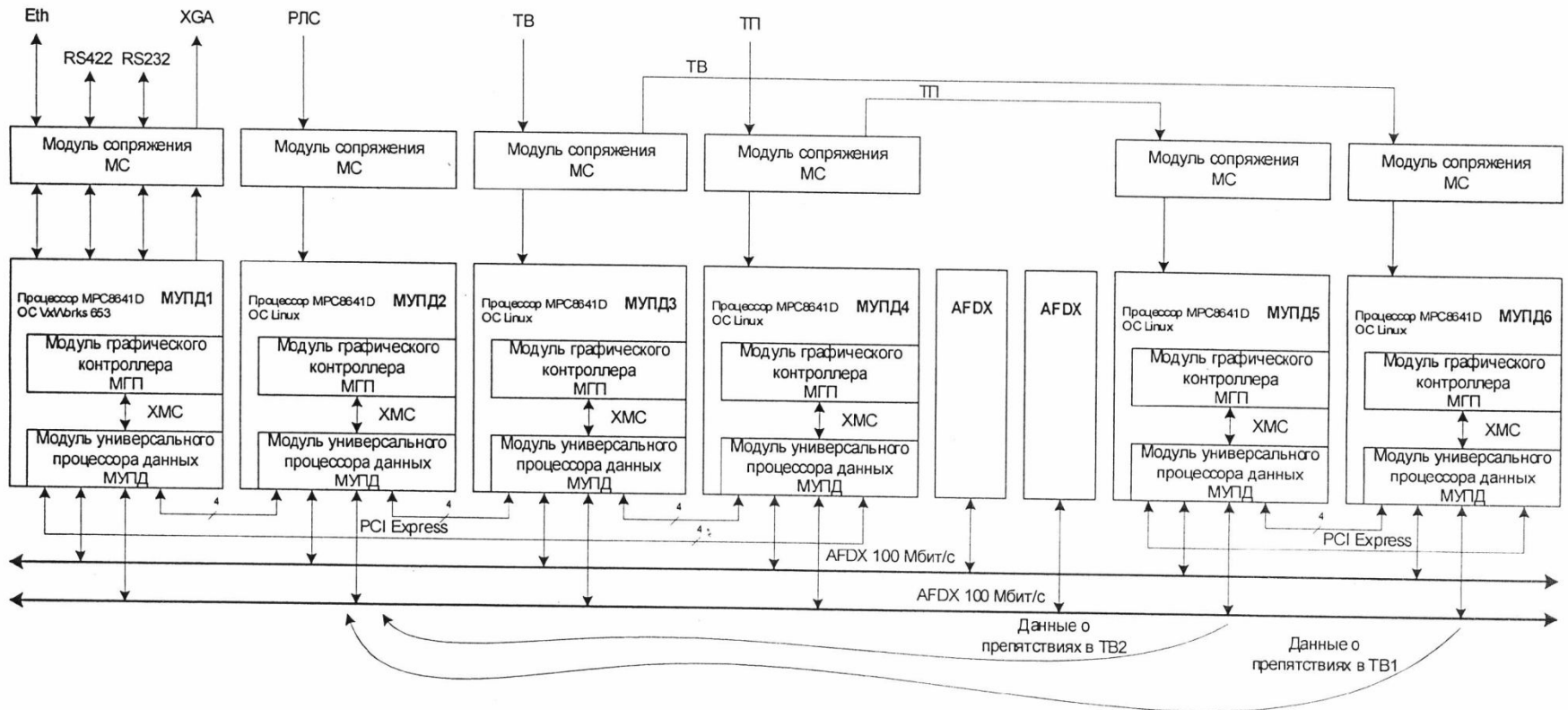
**Быстродействующая
унифицированная
платформа
(БУП) ИМА**



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!