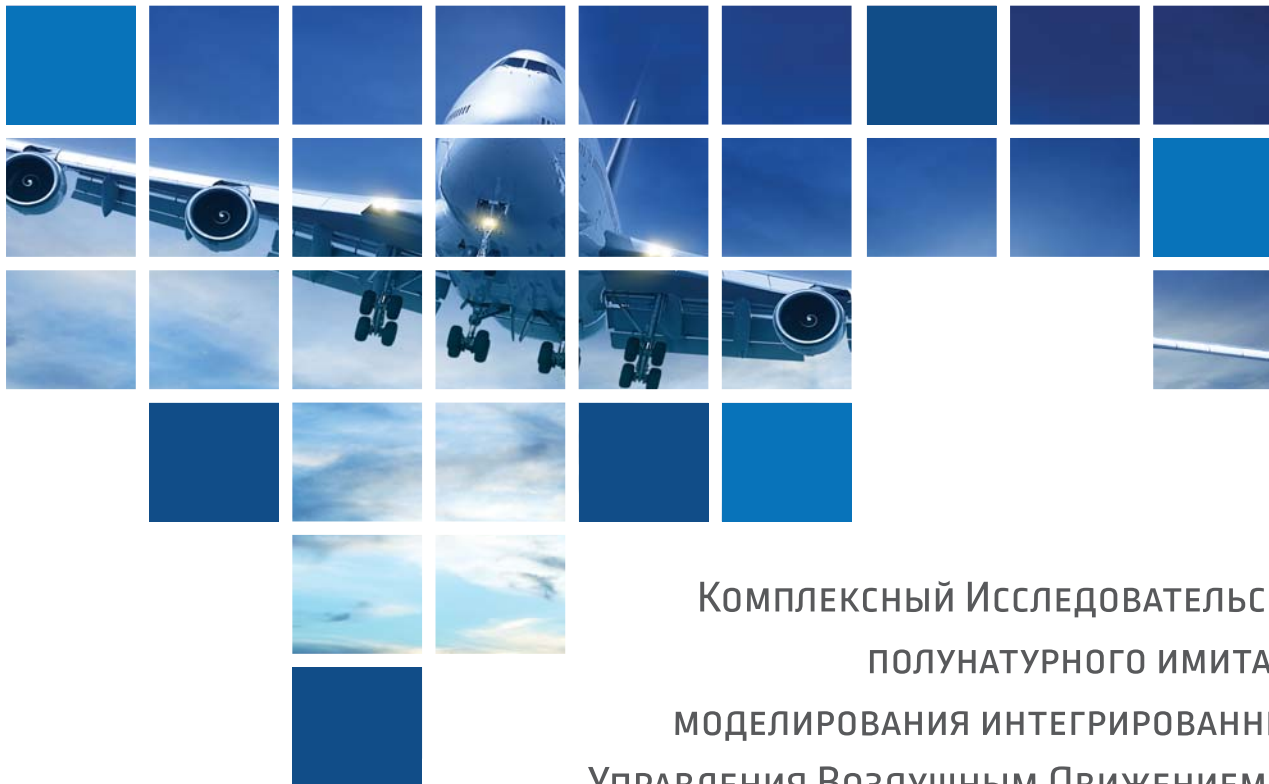




ФГУП «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ»



Комплексный Исследовательский Стенд  
полунатурного имитационного  
моделирования интегрированных систем  
Управления Воздушным Движением (КИС УВД)



Комплексный Исследовательский Стенд полунатурного имитационного моделирования интегрированных систем Управления Воздушным Движением (КИС УВД) предназначен для моделирования процессов организации воздушного движения на всех этапах выполнения полетов – от перрона до перрона. Стенд разработан для демонстрации, моделирования и исследования перспективных технологий в системе организации и управления воздушным движением, новых бортовых процедур и бортовых приложений. КИС УВД позволяет проводить распределенное моделирование с подключением различных математических моделей и автоматизированных рабочих мест (АРМ). В состав стенда может быть включено реальное оборудование (макеты кабин воздушных судов, диспетчерские системы УВД и др.). Набор участников процесса моделирования определяется задачами, стоящими перед исследователем. Стенд может работать в режиме ускоренного времени (многократное моделирование со сбором статистики) и в полунатурном режиме (демонстрации и эксперименты с участием человека в контуре управления).



## Решаемые задачи



### 1. ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ БОРТОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ФУНКЦИЙ НАБЛЮДЕНИЯ И САМОЛЕТОВОЖДЕНИЯ:

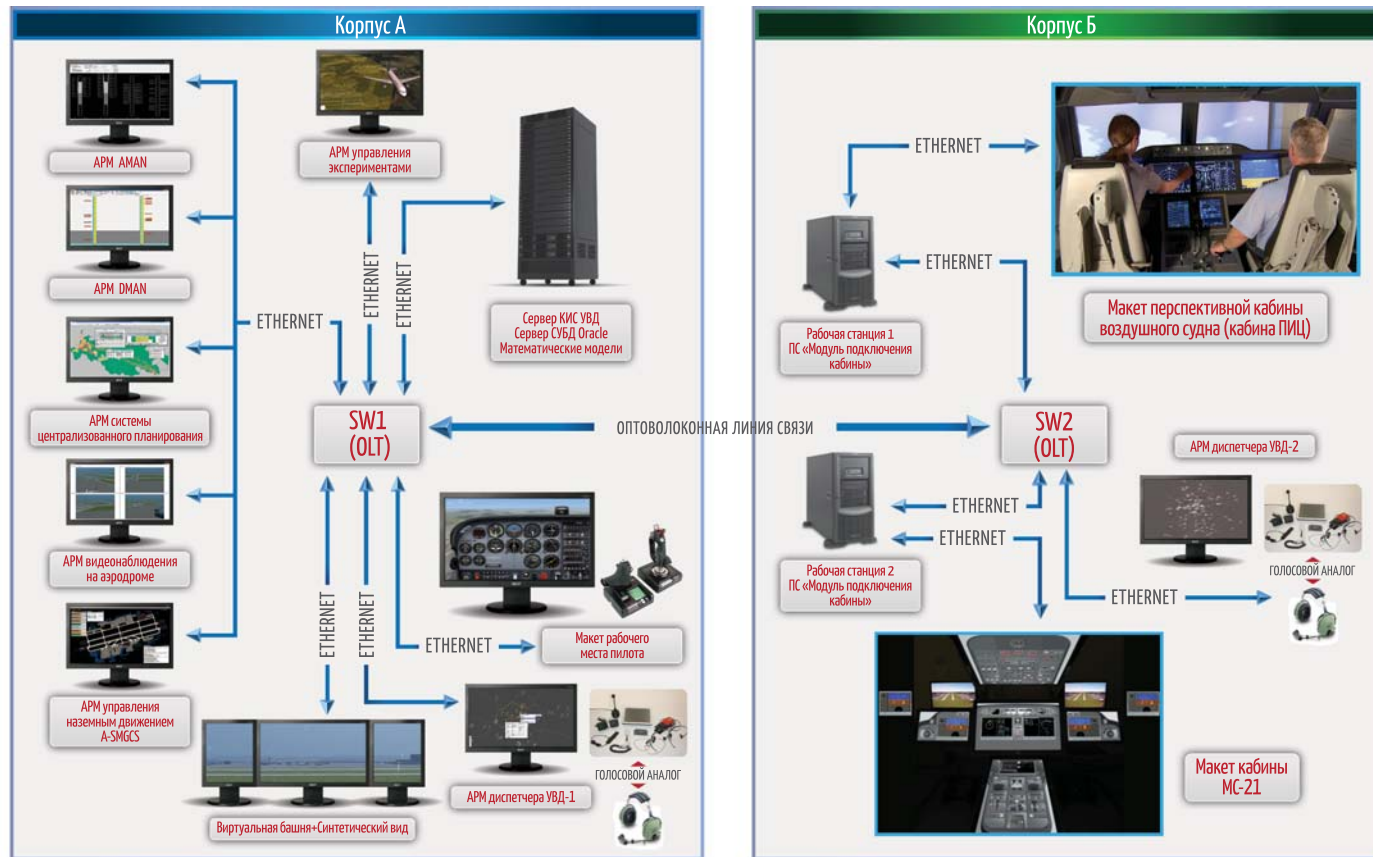
- Обнаружение конфликтов (Conflict Detection, **CD**)
- Автоматическое разрешение конфликтов (Airborne Conflict management, **ACM**)
- Улучшенный визуальный обзор (Enhanced Visual Acquisition, **EVAcq**)
- Улучшенный визуальный заход на посадку (Enhanced Visual Approach, **EVApp**)
- Расширенная функция ситуационной осведомленности об обстановке на аэродроме (Enhanced traffic situational awareness on the airport SURFace with Indicators and Alerts, **SURF IA**)
- Смена эшелона при увеличенных нормах эшелонирования (In-Trail Procedure, **ITP**)
- Ремаршрутизация (Rerouting)
- Горизонтальное эшелонирование на маршруте (Flight-Deck Interval Management, **FIM**)

### 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПИЛОТОМ ВОЗДУШНОГО СУДНА И ДИСПЕТЧЕРОМ УВД, ОСНОВАННОГО НА ОБМЕНЕ **CPDLC** СООБЩЕНИЯМИ

### 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ НОВЫХ АЛГОРИТМОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОЧЕРЕДИ НА ПРИЛЕТ И ВЫЛЕТ (**AMAN, DMAN**)

### 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ НАЗЕМНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ НА АЭРОДРОМЕ (**A-SMGCS**)

### 5. ОТРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОРГАНИЗАЦИИ ПОТОКОВ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ (**ATFM**)





## Основные принципы моделирования

5

- **РАСПРЕДЕЛЕННЫЙ МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЙ** для организации совместной работы различных систем
- **Удобная схема подключения** новых компонент (макетов кабин, рабочих мест, моделей) в состав стенда
- **Единая база данных** для обеспечения общего информационного поля и моделирования концепции совместного принятия решений
- **Моделирование как в режиме ускоренного времени, так и в полунатурном режиме с участием человека** в контуре управления
- **Гибкая настройка** компонент стенда, участвующих в процессе моделирования, в зависимости от поставленных целей



## АРМ управления экспериментом

6

АРМ управления экспериментом является центральным элементом всего комплекса. ПО АРМ управления экспериментом выполняет интегрирующую функцию для всего стенда, регулируя ход моделирования и обеспечивая информационное взаимодействие между всеми компонентами стенда.

**Управление экспериментом** 10:12:46  
Подготовка Моделирование Результаты

Скорость моделирования: 298/1

Управление экспериментом

Авгостоп эксперимента  
Остановить эксперимент автоматически через 00:50:00 после старта (в 01.06.2013 10:50:00)

Автоматор эксперимента  
Не повторять эксперимент  раз

Эксперимент  
 Провести эксперимент

Клиенты  
 CLIENT\_AMAN  
 CLIENT\_WVO  
 CLIENT\_CPMU  
 CLIENT\_CPMU\_LOAD

03.07.2015 19:11:36CPMU Ready

**Карта полета**

Точки Трассы SID/STAR Рейс

**Редактировать рейс**  
Идентификатор рейса: **LEKPLM**  
Утвердить новый идентификатор

Оборудование АСУ-В  Оборудование ГИМ  
 Оборудование АДМ  Оборудование ИТР  
Утвердить параметры оснащённости

Точка	Время	Скорость	Высота
ЛЕКПМ	01.06.2013 07:26:00	957	9450
ЫТ	01.06.2013 07:30:00	957	9450
НЗ	01.06.2013 07:32:00	957	9450
ШНЕПА	01.06.2013 07:34:00	957	9450
РИНЕК	01.06.2013 07:37:00	957	9450
БА	01.06.2013 07:49:00	952	9450
АБЛОТ	01.06.2013 07:53:00	952	9450
МИМРА	01.06.2013 08:03:00	848	9450
КАННН	01.06.2013 08:08:00	848	9450
НАМНТ	01.06.2013 08:22:00	848	9450
КОРЮТ	01.06.2013 08:28:00	848	9450
ТС	01.06.2013 08:34:00	848	9450
УС	01.06.2013 08:45:00	905	6940
ИН	01.06.2013 08:55:00	905	4050
ДР	01.06.2013 09:00:00	905	1680
ПЫРАГ	01.06.2013 09:04:00	905	1000
ОКЛИТ	01.06.2013 09:06:00	905	260
АД	01.06.2013 09:07:00	905	0
ЛУЕЕ	01.06.2013 09:08:00	905	0

Новая дата: 01.06.2013 9:08:00  
Смещение даты: + 0 0 0 сброс  
Сменить рейс по времени  
Утвердить новый эшелон

Пользовательский интерфейс АРМ управления экспериментом.  
Подготовка сценария моделирования



### Пользовательский интерфейс АРМ управления экспериментом позволяет выполнять следующие операции:

#### 1. Подготовка данных для сценария моделирования, включающих:

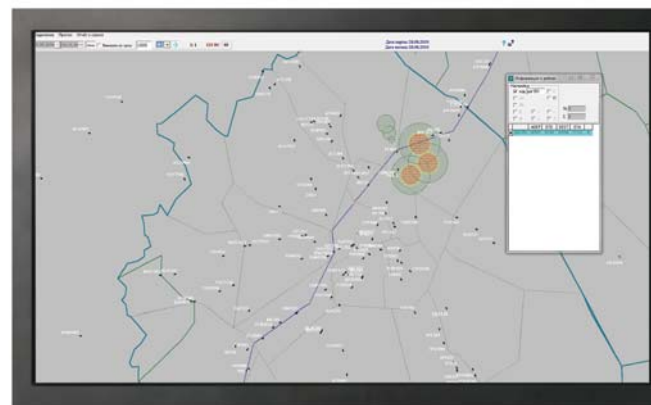
- Планы полетов
- Структуру воздушного пространства
- Данные по метеорологической обстановке (ветер, грозовые облака и др.)
- Расстановку средств наземного наблюдения
- Настройки моделей, участвующих в эксперименте
- Настройки моделирования (продолжительность, рассчитываемые показатели, случайные факторы и др.)

#### 2. Выбор конфигурации стенда и передача инициализационных данных всем участникам процесса моделирования

#### 3. Управление ходом моделирования (запуск, остановка, скорость моделирования и др.)

#### 4. 2D и 3D визуализация воздушной обстановки в процессе моделирования

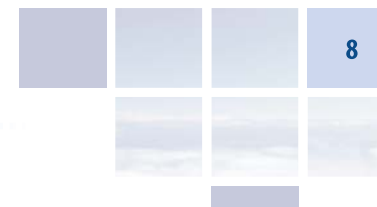
#### 5. Обработка и анализ результатов моделирования



Пользовательский интерфейс АРМ управления экспериментом.  
2D визуализация воздушной обстановки



## АРМ управления экспериментом

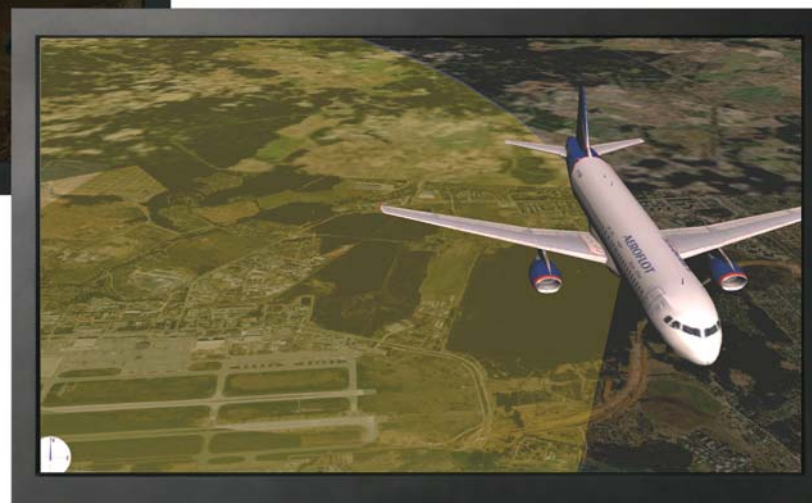


### ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС АРМ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОМ



3D визуализация воздушного движения  
над территорией РФ

3D визуализация выполнения полета над  
аэродромом Шереметьево







### МАКЕТЫ КАБИН ПОЗВОЛЯЮТ РЕШАТЬ СЛЕДУЮЩИЕ ЗАДАЧИ:

- Моделирование полета и движения воздушного судна на аэродроме с участием пилота
- Отработка бортовых процедур, связанных с передачей ответственности за эшелонирование на борт, и перспективных технологий организации воздушного движения
- Отработка взаимодействия экипажа воздушного судна с диспетчерами УВД (голосовой обмен, CPDLC сообщения)
- Моделирование перспективных способов управления информационным полем в кабине (сенсорный экран, голосовое управление и др.)
- Моделирование новых способов информационного обеспечения экипажа (выдача предупреждений, уведомляющих сообщений и др.)
- Исследование эргономики бортовых дисплеев и информационно-управляющего поля
- Валидация моделей бортовых систем для последующей интеграции в состав борта



Макет кабины MS-21 (ФГУП «ГосНИИАС»)



Валидация и демонстрация перспективных бортовых процедур на макете кабины перспективного воздушного судна (ФГУП «ГосНИИАС», ФГУП «ПИЦ»)



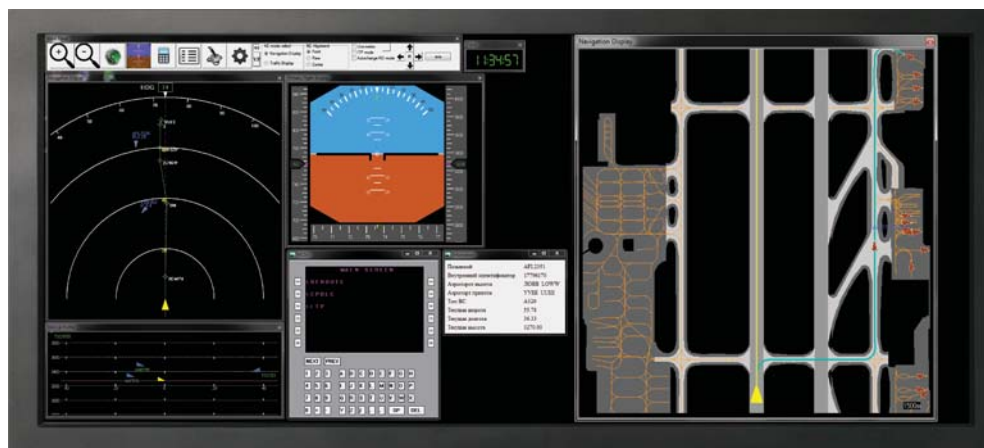
## Макет рабочего места пилота

11

Макет рабочего места пилота является упрощенной версией макета кабины воздушного судна и предназначен для отработки и демонстрации перспективных бортовых функций, а также взаимодействия пилота с диспетчером УВД.

### Основные функции:

- Выполнение полного полётного задания в автоматическом режиме (руление, взлёт, полет по маршруту, посадка, выполнение команд диспетчера УВД)
- Ручное управление воздушным судном (джойстик)
- Вызов бортовых функций, обработка и вывод результатов их работы
- Имитация бортовых дисплеев
- Получение и отправка CPDLC сообщений
- Отображение закабинной обстановки



Пользовательский интерфейс макета рабочего места пилота



## АРМ диспетчера УВД

12

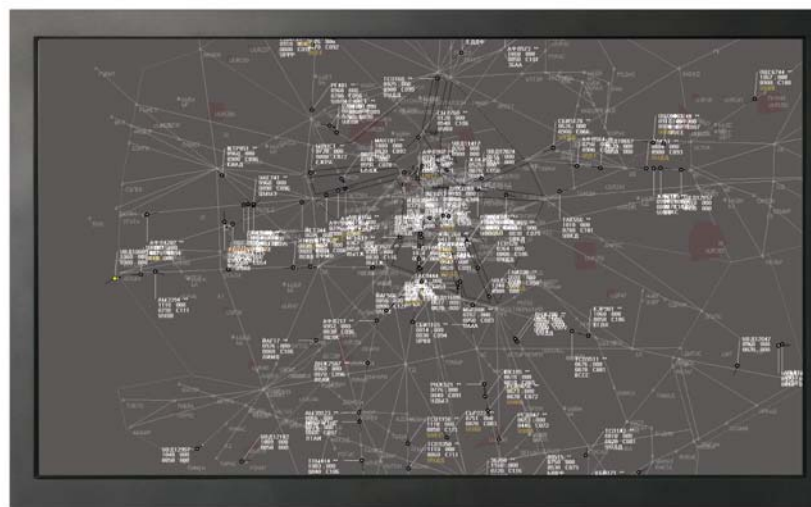
АРМ диспетчера УВД разработан на основе ПО резервного комплекса УВД «МК-2000», установленного в Московском районном центре ЕС ОрВД РФ. АРМ диспетчера УВД предназначен для моделирования операций диспетчера по управлению воздушным движением в верхнем воздушном пространстве и в районе аэродрома, а также перспективных функций системы УВД.

### МОДЕЛИРУЕМЫЕ ОПЕРАЦИИ:

- Анализ воздушной обстановки, обнаружение и разрешение конфликтных ситуаций
- Выработка и передача управляющих команд, обмен голосовыми или цифровыми сообщениями с экипажами воздушных судов
- Взаимодействие с другими участниками УВД и ОрВД

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ УВД:

- Взаимодействие с АРМ управления прилетом (AMAN)
- Автоматическое обнаружение отклонений воздушных судов от плана полета (функция MONA)
- Поддержка принятия решений при выполнении процедур ремаршрутизации, самоэшелонирования воздушных судов, ИТР

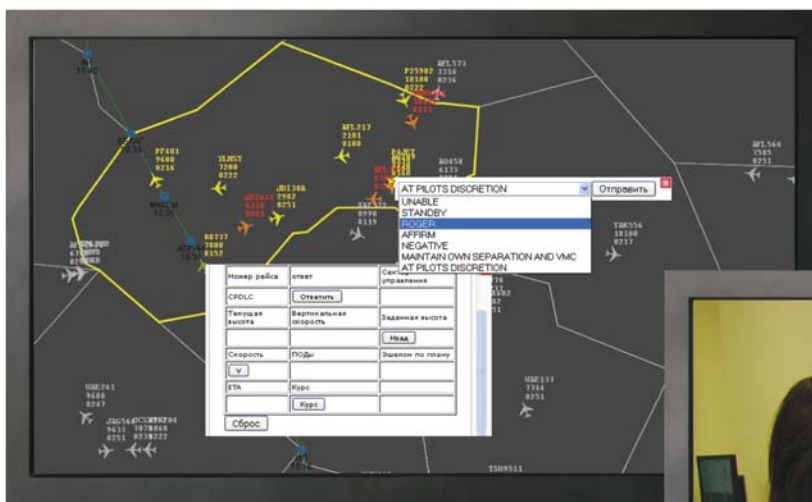


Пользовательский интерфейс АРМ диспетчера УВД



## АРМ диспетчера УВД

13



Пользовательский интерфейс модернизированного АРМ диспетчера УВД

Использование системы голосовой связи «Камертон» на АРМ диспетчера УВД





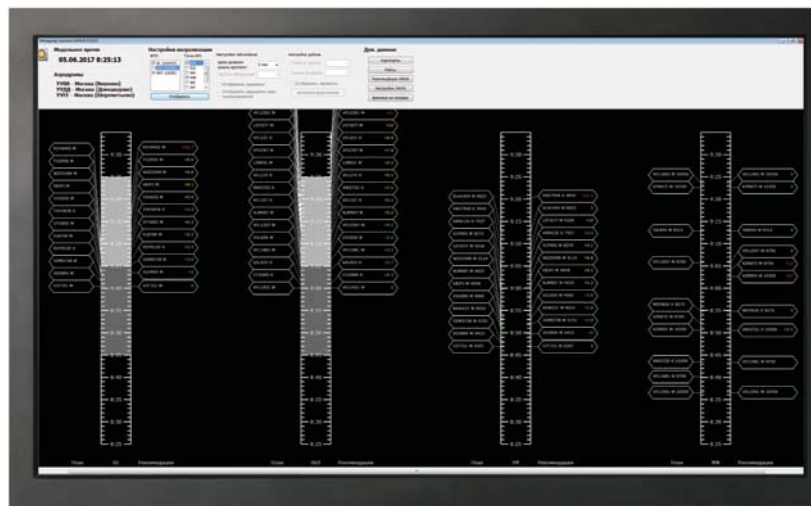
## АРМ управления прилетом (AMAN)

14

АРМ управления прилетом (AMAN) имитирует процесс планирования прилета воздушных судов для аэродрома и аэроузла. Данное средство предназначено для решения проблем, связанных с интенсивным воздушным движением, в самых узких местах системы ОрВД – в районе аэродрома либо аэроузла и на самом аэродроме. АРМ управления прилетом использует процедуру глобальной оптимизации для разрешения конфликтов и построения оптимальной очереди воздушных судов на прилет. При этом формируются рекомендации по регулированию воздушных судов для их выстраивания в оптимальную последовательность, которые затем передаются на АРМ диспетчера УВД и в модель автоматизированной системы УВД

### Основные функции:

- Анализ потока прилетающих воздушных судов, обнаружение конфликтов на взлетно-посадочной полосе и в районе аэродрома
- Автоматическая процедура составления оптимальной очереди воздушных судов на прилет



Пользовательский интерфейс АРМ управления прилетом (AMAN)



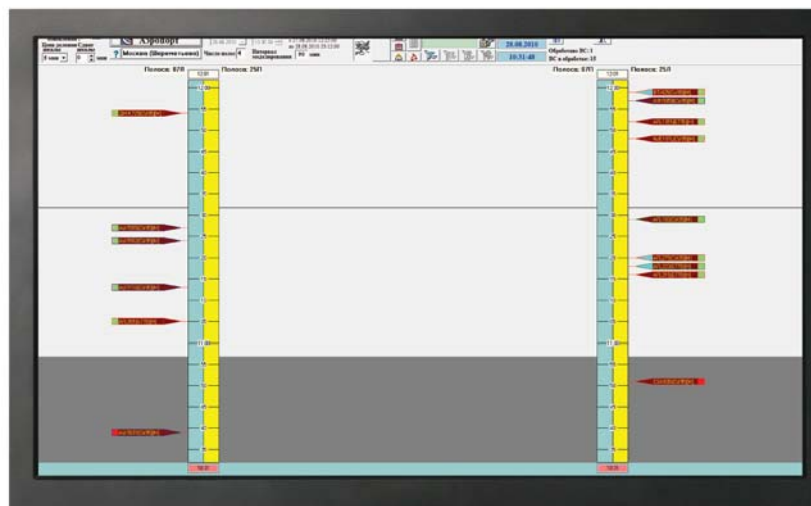
## АРМ управления вылетом (DMAN)

15

АРМ управления вылетом (DMAN) имитирует процесс планирования вылета воздушных судов с аэродрома. С использованием оптимизационной процедуры данное средство строит очереди воздушных судов на вылет и выдает рекомендации по задержкам воздушных судов на земле или изменению маршрутов вылета. Для регулирования воздушных судов и реализации построенных очередей АРМ управления вылетом взаимодействует с АРМ управления движением на аэродроме.

### Основные функции:

- Анализ потока вылетающих воздушных судов, обнаружение конфликтов на взлетно-посадочной полосе и в районе аэродрома
- Ручное регулирование и построение очереди вылетающих воздушных судов
- Автоматическая процедура составления оптимальной очереди воздушных судов на вылет
- Поддержка диспетчеров управления движением на аэродроме



Пользовательский интерфейс АРМ управления вылетом (DMAN)



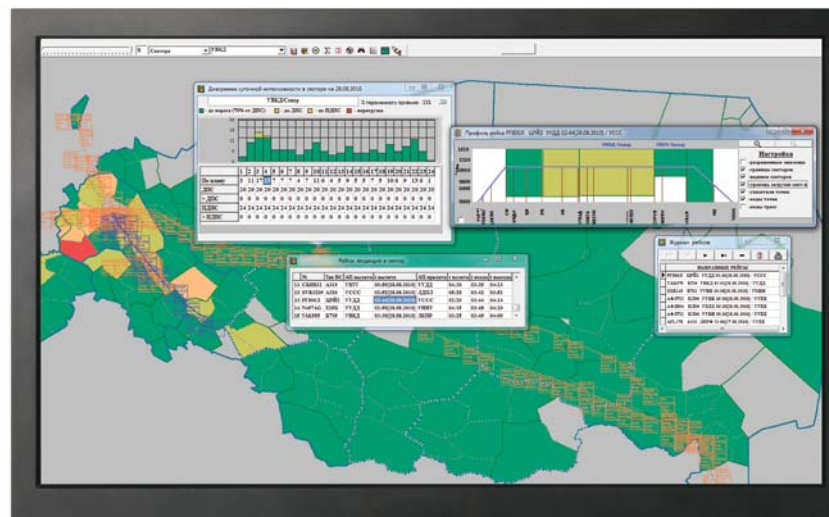
## АРМ системы централизованного планирования воздушного движения

16

АРМ системы централизованного планирования воздушного движения предназначен для имитации операций системы планирования и системы организации потоков воздушного движения (ОПВД).

### МОДЕЛИРУЕМЫЕ ОПЕРАЦИИ:

- Корректировка планов полета воздушных судов согласно данным от систем УВД и системы наземного наблюдения
- Прогноз траекторий движения воздушных судов и распространение актуальных планов полета другим участникам процесса моделирования
- Анализ соотношения пропускной способности воздушного пространства и потребности в его использовании
- Регулирование потоков воздушного движения (с использованием оптимизационных алгоритмов) для предотвращения превышения пропускной способности аэропортов и секторов воздушного пространства

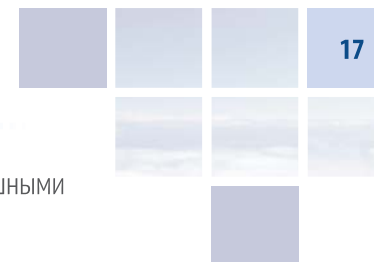


Пользовательский интерфейс АРМ системы централизованного планирования воздушного движения





## Имитационная модель автоматизированных систем УВД



Имитационная модель автоматизированных систем УВД имитирует операции по управлению воздушными судами на всех этапах полета (кроме воздушных судов, контролируемых АРМ диспетчера УВД и АРМ управления движением на аэродроме).

### МОДЕЛИРУЕМЫЕ ОПЕРАЦИИ СИСТЕМЫ УВД:

- Управление воздушным движением на всех этапах полета (взлет, набор высоты, полет по трассе, снижение, посадка)
- Обнаружение и разрешение конфликтных ситуаций
- Поддержка перспективных бортовых процедур (ITP, АСМ, FIM, 4D TBO)

### МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ НАЗЕМНОГО НАБЛЮДЕНИЯ

Модель системы наземного наблюдения имитирует измерение, обработку и распространение траекторных данных (полученных радиолокационными средствами или с использованием возможностей АЗН-В) и данных о метеорологической обстановке.

### ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

- Формирование и распространение данных о траекториях движения воздушных судов
- Моделирование работы метеолокатора (формирование актуальных карт облачности)
- Формирование данных о расположении наземного оборудования связи



## Модель движения воздушных судов

18

Модель движения воздушных судов предназначена для имитации реалистичного потока воздушного движения и позволяет моделировать выполнение каждым отдельным судном полета по исходному плану с учетом команд диспетчеров УВД. В модели учитываются ЛТХ различных типов воздушных судов в соответствии с моделью Eurocontrol BADA.

### МОДЕЛИРУЕМЫЕ ОПЕРАЦИИ:

- Выполнение полетов воздушных судов и их движение на аэродроме
- Взаимодействие экипажей с диспетчерами УВД
- Функции бортовой системы навигации (расчет плановой траектории полета и ее корректировка в соответствии с командами диспетчера УВД)
- Функции бортовой системы стабилизации (динамика отработки команд, ограничения на скорость изменения угла крена, продольной и вертикальной скорости)
- Выполнение перспективных бортовых процедур
- Обнаружение препятствий на аэродроме и реакция на них
- Имитация отказов и ошибок бортовых систем и системы связи

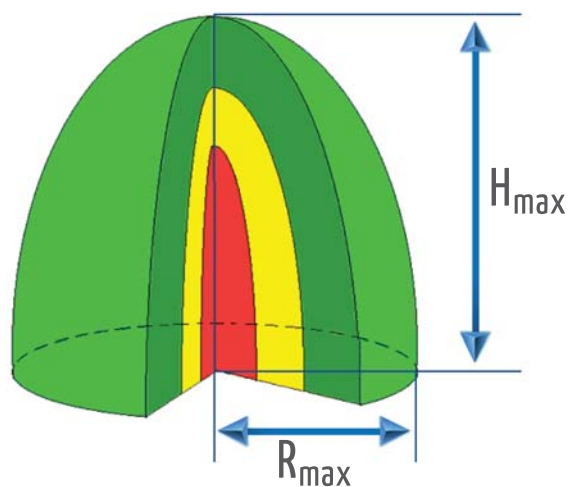




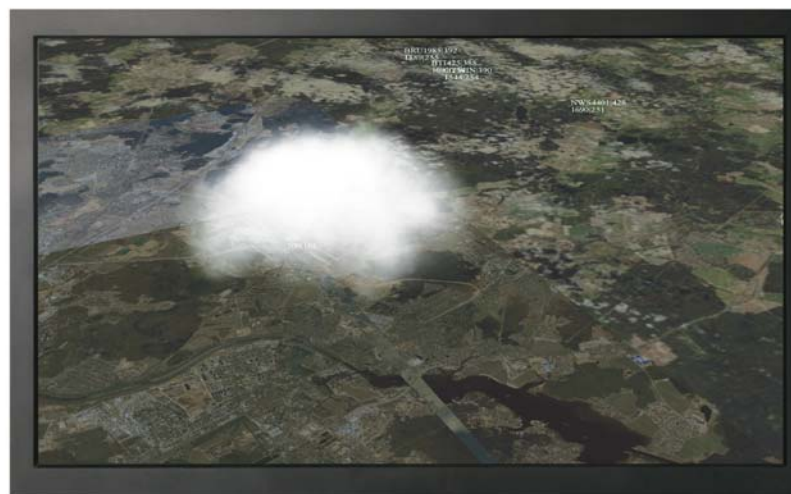
## Модель развития метеоявлений

19

Модель развития метеоявлений предназначена для имитации метеорологической обстановки в воздушном пространстве, включая динамическое развитие во времени и пространстве грозовых облаков, силу и направление ветра. Пространственная модель одноячейкового грозового облака представляется в виде перевернутого эллиптического параболоида с тремя степенями опасности. Информация о метеорологической обстановке передается в модель наземного наблюдения и в модели визуализации.



Модель одноячейкового грозового облака



3D визуализация одноячейкового грозового облака



## APM управления движением на аэродроме (A-SMGCS)

20

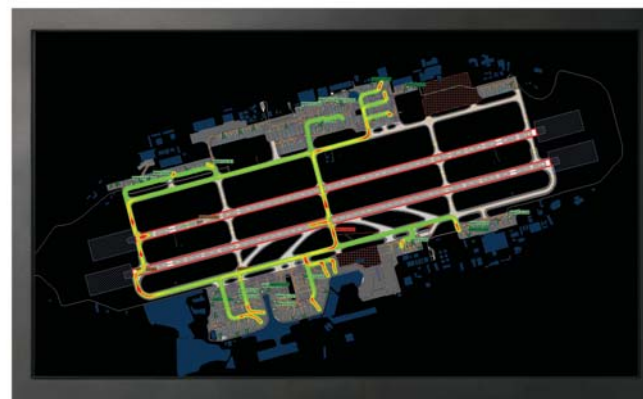
APM управления движением на аэродроме является прототипом усовершенствованной системы контроля и управления наземным движением (A-SMGCS) и разработан для моделирования всех операций диспетчеров на поверхности аэродрома. APM может работать в двух режимах: автоматическом (команды управления передаются автоматически) и полуавтоматическом (оператор следит за обстановкой на аэродроме, передает команды и контролирует их выполнение).

### Основные функции:

- Контроль движения воздушных судов и наземных транспортных средств
- Обнаружение и предотвращение опасных сближений
- Определение и назначение мест стоянок
- Расчет и назначение оптимальных маршрутов движения
- Назначение заданий для наземных транспортных средств



Пользовательский интерфейс APM управления движением на аэродроме



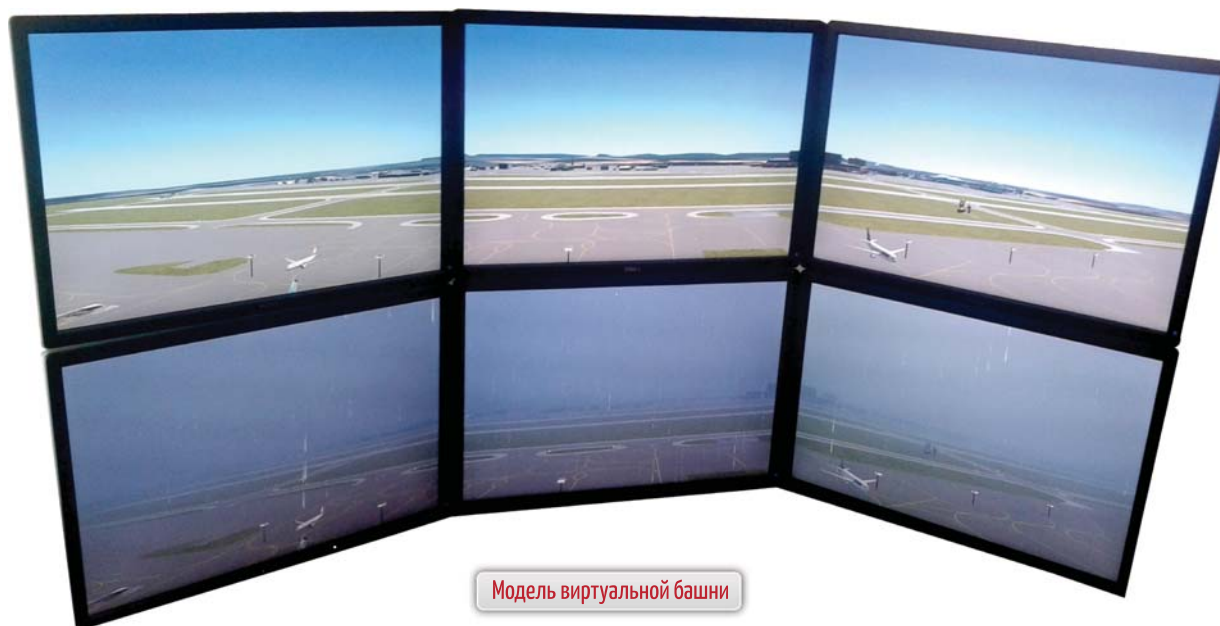
Тепловая карта движения на аэродроме



## Модель виртуальной башни

21

Модель виртуальной башни разработана для имитации работы ситуационного центра аэродрома и включает в себя системы отображения реальной обстановки на поверхности аэродрома и синтетического (очищенного от помех) вида из окон командно-диспетчерского пункта (башни). Нижний ряд мониторов отображает реальную моделируемую обстановку на аэродроме (условия видимости, осадки, время суток). Верхний ряд представляет синтетический вид, созданный по данным наблюдения АЗН-В и видеонаблюдения на аэродроме.



Модель виртуальной башни



## Модель движения наземных транспортных средств

22

Модель имитирует движение по аэродрому и функционирование различных типов наземных транспортных средств – тягачей, заправщиков, багажных тележек, автобусов, машин сопровождения, снегоочистителей и др.

### МОДЕЛИРУЕМЫЕ ОПЕРАЦИИ:

- Движение до места выполнения задания и обратно в соответствии с правилами движения на аэродроме с учетом технических характеристик транспортных средств
- Выполнение заданий диспетчера по обслуживанию воздушных судов
- Предотвращение столкновений с воздушными судами и другими наземными транспортными средствами



Буксировка воздушного судна



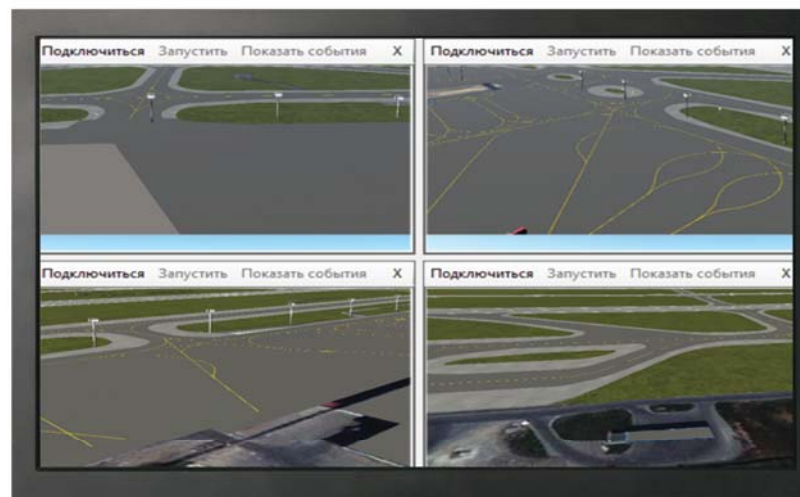
## Модель системы видеонаблюдения на аэродроме

23

Модель системы видеонаблюдения предназначена для повышения ситуационной осведомленности на аэродроме всех участников процесса организации движения. Система анализирует видеоизображение с различных камер, расположенных на территории аэродрома, и определяет положение воздушных судов и наземных транспортных средств (в том числе необорудованных передатчиками АЗН-В). Система может использоваться для определения оптимального количества и расстановки камер, необходимых для полного покрытия территории аэродрома.


### Основные функции:

- Обнаружение и сопровождение всех движущихся объектов на аэродроме
- Обнаружение появляющихся и исчезающих объектов на аэродроме
- Комплексование информации от видеокамер с данными АЗН-В



Модель системы видеонаблюдения на аэродроме

125319, Г. МОСКВА, УЛ. ВИКТОРЕНКО, 7

 + 7 (499) 157-95-97

 + 7 (499) 157-16-96

**[atm.gosniias.ru](http://atm.gosniias.ru)**  
**e-mail: [ovd@gosniias.ru](mailto:ovd@gosniias.ru)**

.....  
Copyright © GOSNIIAS

WWW.GOSNIIAS.RU

