
РОЛЬ И МЕСТО ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СТЕНДА ПОЛУНАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОРВД

В.Ю. Сикачев, Л.В. Вишнякова, О.В. Дегтярев, В.Н. Канадин (Москва)

Введение

Разработка Комплексного исследовательского стенда полунатурного имитационного моделирования интегрированных систем Управления воздушным движением (далее – КИС УВД) производится с 2011 года в Государственном научно-исследовательском институте авиационных систем (ГосНИИАС) в рамках НИР «ИМА – Конструктор», «ИМА – Интеграция» и «Ассоциация – ИМА».

Необходимость создания такого интегрированного исследовательского средства в интересах поддержки работ по перспективной авионике определяется следующими обстоятельствами:

- борт все в большей степени становится полноправным участником планирования и управления воздушным движением, а следовательно, и моделировать надо всю систему в целом;

- многие новые и перспективные бортовые функции связаны с перераспределением ответственности за эшелонирование и безопасность в сторону борта, а следовательно и моделирование надо проводить с учетом взаимодействия земли и борта;

- новые бортовые функции, прежде всего функции наблюдения, предназначены для применения в усложненных условиях выполнения полетов, а следовательно, необходимо моделировать сложные и близкие к реальным условия.

Необходимость разработки интегрированных исследовательских комплексов, отвечающих интересам всех участников воздушного движения, в настоящее время достаточно хорошо понимается [1]. Однако у нас в стране таких средств до настоящего времени не было.

Создание инструмента проведения комплексных исследований, прежде всего, в интересах отработки новой функциональности борта и оценки ее потенциальной эффективности является основной целью проектирования стенда КИС УВД.

Назначение стенда КИС УВД

Основное назначение стенда – проведение моделирования для исследований новой функциональности борта, новых технических и программных средств поддержки работы экипажа, новых методов и способов выполнения эффективных и безопасных полетов в условиях, максимально приближенных к реальным. В этом случае ключевым элементом стенда является макет кабины, интегрируемый в ее состав.

Дополнительное назначение – наличие в составе стенда моделей всех участников планирования и управления воздушным движением позволяет использовать его как инструмент для оценки перспективных концепций, методов, способов, технологий организации ВД и их компонент, а также оценок по соответствию им бортового оборудования перспективных ВС.

Решаемые задачи

Проектируемый стенд является инструментом комплексного моделирования всех основных процессов и подсистем управления воздушным движением. Это позволяет рассматривать его как универсальное и уникальное исследовательское средство, которое может быть использовано (напрямую, либо с незначительными доработками) для решения самых разнообразных задач, по желанию пользователя. Ниже приводятся в качестве при-

мера (или в качестве, в некотором смысле, типовых) несколько исследовательских задач, которые можно решать с использованием КИС УВД.

Задача 1. Оценка решений по перспективным бортовым средствам ситуационной осведомленности, основанных на новых возможностях по наблюдению. Ключевая подсистема стенда – макет кабины с реализованным ПО функции наблюдения. Остальные подсистемы стенда обеспечивают подготовку и проведение эксперимента, а также моделирование условий выполнения полетов, приближенных к реальным, а также анализ результатов эксперимента. Задача решается в интересах разработчиков новой авионики и ее функционального ПО.

Задача 2. Моделирование новых способов и технологии организации очереди на прилет и управление прилетом на базе использования цифровой линии связи «борт-земля» CPDLC, а также средств и технологий планирования прилета (типа «Менеджер прилета» – AMAN). Ключевые подсистемы стенда:

- макет кабины с реализованным ПО взаимодействия с диспетчером по линии CPDLC;
- макет АРМ диспетчера управления прилетом;
- макет АРМ диспетчера РЦ;
- макет АРМ диспетчера подхода;
- модель аэродрома.

Остальные подсистемы стенда обеспечивают подготовку и проведение эксперимента, а также моделирование условий выполнения полетов, приближенных к реальным, а также анализ результатов эксперимента. Задача комплексная и представляет интерес для разработчиков авионики, автоматизированных систем УВД, провайдеров аэронавигационных услуг, аэродромов, авиакомпаний.

Задача 3. Оценка возможностей системы УВД и существующей или разрабатываемой авионики по управлению 4D траекторией совершаемого полета, обеспечивающие приемлемую точность в отечественных условиях (аналог – валидационный эксперимент i4D, проводимый в рамках европейской программы SESAR). Ключевые подсистемы стенда:

- макет кабины с реализованным ПО, обеспечивающим 4D управление (ПО FMS, ПО взаимодействия с диспетчером по линии CPDLC);
- макет АРМ диспетчера управления прилетом;
- макет АРМ диспетчера РЦ;
- макет АРМ диспетчера подхода.

Остальные подсистемы стенда обеспечивают подготовку и проведение эксперимента, моделирование условий выполнения полетов, приближенных к реальным, а также анализ результатов эксперимента. Задача комплексная и представляет интерес для разработчиков авионики, автоматизированных систем УВД, провайдеров аэронавигационных услуг, аэродромов, авиакомпаний.

Состав и функциональные возможности моделей КИС УВД

КИС УВД представляет собой реконфигурируемый комплекс и предназначен для проведения исследований управляемого воздушного движения ВС с помощью полунатурного моделирования. С функциональной точки зрения, комплекс состоит из двух групп «моделей» подсистем имитируемой системы управления воздушным движением с элементами системы планирования использования воздушного пространства:

- первая группа – программно-аппаратные макеты отдельных подсистем, предусматривающих участие в их работе человека оператора (пилота, диспетчера УВД, планирования и др.);
- вторая группа – математические (имитационные) модели отдельных подсистем.

К первой группе подсистем относятся:

- 1) близкие к реальным **АРМ диспетчера УВД**;
- 2) **стенд прототипирования борта ВС** с включением реальных элементов бортовой авионики (или его **макет-имитатор**);
- 3) **макет-имитатор системы централизованного планирования** (имитирующий работу этой системы, прежде всего, главного центра планирования);
- 4) **макет системы управления вылетом из аэродрома** (имитирующий работу диспетчера управления потоком вылетающих с аэродрома ВС, вырабатывающего регулирующие меры, для их последующей реализации диспетчерами АДП);
- 5) **макет системы управления прилетом на аэродром** (имитирующий работу диспетчера управления прибывающим на аэродром потоком ВС, вырабатывающего регулирующие меры, для их последующей реализации диспетчерами УВД);
- 6) **макет системы управления наземным движением на аэродроме** (имитирующим работу диспетчеров руления ВС на поверхности аэродрома, а также диспетчеров движения наземных транспортных средств (НТС)).

Ко второй группе моделей подсистем относятся:

- 7) имитационная **модель движения воздушных судов**, выполняющих свои задачи на земле и в воздухе. В состав имитируемых этой моделью ВС не входит то ВС, которое имитируется с помощью стенда прототипирования (с реальной кабиной) или с помощью макета-имитатора кабины. Для всех ВС моделируется движение в воздухе, а для ВС, которые прибывают в моделируемый аэропорт, – также и движение по поверхности аэродрома. Модель движения ВС реализована в виде двух связанных программных компонент – модели движения воздушных судов в воздухе и модели движения по поверхности аэродрома;
- 8) имитационная модель **автоматизированных системы (АС) УВД**, осуществляющей непосредственный контроль и управление за полетом ВС в моделируемом воздушном пространстве (ВП). Эта модель имитирует соответствующие действия диспетчеров РЦ, подхода, аэродромной зоны во всей области моделируемого ВП;
- 9) имитационная **динамическая модель метеоявлений**, включающая моделирование как состояния атмосферы (величину и направление ветра), так и состояние с опасными метеоявлениями (грозовыми облаками);
- 10) имитационная **модель системы наземного наблюдения**. Во-первых, эта модель имитирует измерение, обработку и передачу в систему траекторных данных (полученных или радиолокационными средствами, или с использованием возможностей АЗН-В); во-вторых, эта модель имитирует работу измерительных метеосредств; и в-третьих, модель имитирует работу наземных средств связи для использования этой информации **моделью «Эфира»**.
- 11) имитационная **модель движения НТС** по поверхности моделируемого аэродрома.
- 12) **модель «Эфира»**, имитирующая прохождение всех сигналов (голосовых, цифровых сообщений) в воздухе в реальных условиях радиосвязи.

Отдельное место в стенде занимает подсистема управления экспериментом. Ее задачи – во-первых, обеспечить автоматизированную и полную подготовку к проведению исследований (подготовка сценария), а, во-вторых, обеспечить возможность проведения собственно моделирования и информационного взаимодействия всех подсистем.

Общая функциональная схема стенда приведена на рисунке 1. На схеме компоненты стенда представлены прямоугольниками и объединены в две группы: воздушную и наземную часть системы. Отдельно в нижней части схемы выделена подсистема управления экспериментом. На схеме также указаны информационные потоки между элементами системы (стрелки с указанием типа данных и формата передачи). Овалы, на которых продуб-

лированы названия компонент, служат исключительно для наглядного отображения некоторых информационных потоков.

Пути дальнейшего развития КИС УВД

Предполагается продолжение разработки стенда, в том числе реализация новых функциональных возможностей и совершенствование уже существующих. В качестве развития новых функциональных возможностей стенда предлагаются:

- расширение возможностей модели системы УВД по управлению со стороны диспетчера воздушным движением (приближение по функциональности в части обнаружения и предотвращения нарушений норм эшелонирования на всех этапах управляемого движения ВС к реальным технологиям УВД), реализация возможностей по имитационному моделированию различных вариантов управления, различных уровней автоматизации, реализация формирования и передачи на борт перспективных типов сообщений (TIS, FIS и др.);

- в части макета кабины – реализация ПО новых бортовых функций наблюдения, ПО для дополнительных возможностей FMS (ремаршрутизация, построение маршрутов на аэродроме, управление с выдерживанием 4D траектории), реализация макета бортовой AMDB;

- полномерная имитация процесса приема/передачи связи «борт-земля» в модели эфира (разных видов цифровых и голосовых сообщений, реализуемых в стенде);

- расширение возможностей модели движения ВС в части имитации функционального взаимодействия борта и земли в процессе выполнения управляемых диспетчером полетов, реализация моделирования различных погрешностей, ошибок, нарушений, отказов в части борта;

- реализация модели управляемого движения наземных транспортных средств на аэродроме, разработка ПО интерфейса работы диспетчера руления, обеспечивающего его автоматизированную работу, реализация ПО макета АРМ диспетчера перрона и внедрение макета в состав стенда, реализация возможности моделирования движения на нескольких аэродромах одновременно;

- реализация ПО макета ЦУП авиакомпании в части участия в планировании и управлении полетами;

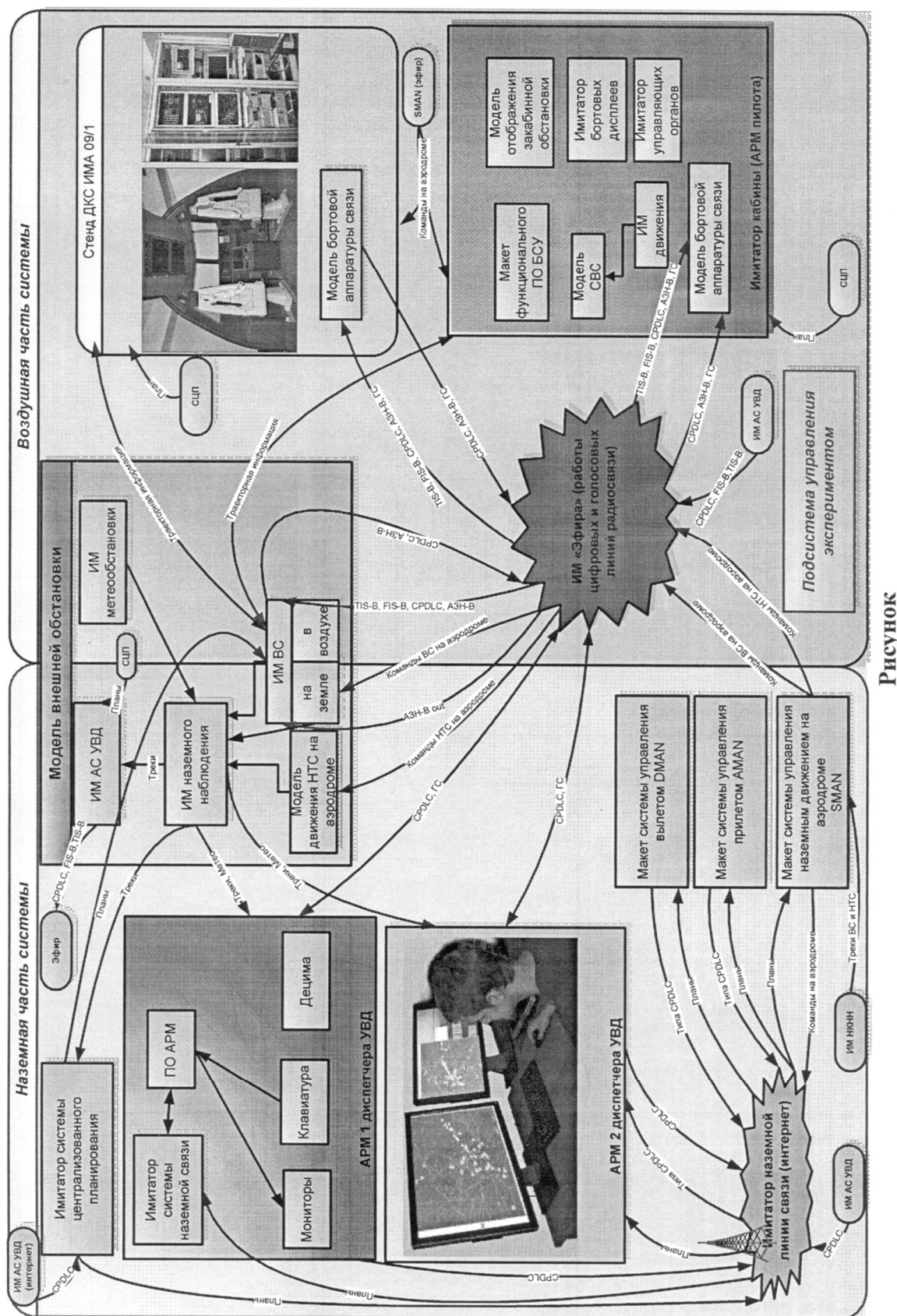
- доработка ПО как самой динамической модели развития метеообстановки, так и средств подготовки к моделированию достаточно реалистичных сценариев;

- доработка ПО АРМ управления экспериментом для повышения наглядности при демонстрации эксперимента.

Выводы

Разработанный Комплексный исследовательский стенд полунатурного имитационного моделирования интегрированных систем Управления воздушным движением является уникальным средством для проведения исследований, в котором интегрированы имитационные модели, макеты АРМ и реальная аппаратура. Эта оригинальная разработка не имеет отечественных аналогов.

Комплекс позволяет решать широкий круг задач по отработке взаимодействия «пилот – диспетчер» как в рамках разработки новых перспективных бортовых приложений, так и при модернизации существующей системы УВД.



Рисунок

Комплекс разрабатывается с учетом ориентации на широкий круг потенциальных пользователей, включающих разработчиков методов и алгоритмов управления полетом

отдельных ВС и потоков ВД, участников планирования и регулирования потоков ВД, специалистов ГА, авиакомпаний, авиационной промышленности, занимающихся анализом и прогнозом проблем использования воздушного пространства и проблемами повышения эффективности воздушного движения.

Литература

1. Комплексы полунатурного моделирования систем ОрВД (обзор): Научно-технический отчет: Отв. исп. О.В.Дегтярев и др. / ГосНИИАС, 2012.
2. Моделирование авиационных систем: сб. докл. Юбилейной науч.-техн. конф., Москва, 12–14 апреля 2011 г. Т. I, II, III. – М.: ФГУП «ГосНИИАС», 2011.
3. Авиационные системы в XXI веке: сб. док. Юбилейной научно-технической конференции, Москва, 11–13 апреля 2006 г. Т. I, II. – М.: ФГУП «ГосНИИАС», 2006.
4. Состояние и перспективы развития автоматизированных систем планирования использования воздушного пространства в РФ (ПВП-2011): сб. тр. Российского научно-технического семинара, Москва, 22–24 ноября 2011 г. – М.: ФГУП «ГосНИИАС», 2011.
5. Дегтярев О.В., Зубкова И.Ф. Методы и особенности математического моделирования систем организации воздушного движения // «Известия РАН. Теория и системы управления». – 2012. – № 4. – С. 62–67.
6. Вишнякова Л.В., Чуянов Г.А. Моделирование в поддержку принятия перспективных решений по ОрВД и разработка интегрированной модульной авионики с новыми функциональными бортовыми приложениями. Доклад на 3-ей международной конференции «CNS/ATM авионика», Московская область, г. Жуковский, 2011.
7. Бахиркин М.В., Орлов В.С. Распределенная модель динамической воздушной обстановки. ИММОД-2009, г. Санкт-Петербург.
8. Вишнякова Л.В. New functionality of avionics in the implementation of prospective ATC system and its validation of the hardware-in-the-loop simulation method. Труды Международной конференции «Состояние и перспективы развития интегрированной модульной авионики», Москва, 29–30 октября 2012 г. В печати.
9. Разработка геоинформационной модели аэродрома и модели управления движением на аэродроме: отчет о НИР. Отв. исп. О.В.Дегтярев и др. – М.: ФГУП «ГосНИИАС», 2012.
10. Анализ международных научно-исследовательских программ модернизации систем ОрВД SESAR и NextGen: науч.-техн. отчет. Отв. исп. О.В.Дегтярев, И.Ф.Зубкова, В.Н.Канадин/ГосНИИАС, 2010.
11. Программы модернизации систем ОрВД Европы и США SESAR и NextGen: аналитический обзор по материалам зарубежной информации. Составители: О.В.Дегтярев, И.Ф.Зубкова. НИЦ ГосНИИАС. – М., 2011.
12. Анализ хода реализации программ SESAR и NextGen: аналитическая справка. НИР «Конструктор КБО – Интеграция». ФГУП «ГосНИИАС», 2011.
13. Анализ результатов работ по программам SESAR и NextGen в 2011–2012: аналитическая справка. НИР «Конструктор КБО – Интеграция». ФГУП «ГосНИИАС», 2012.