

КОМПЛЕКС ПОЛУНАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ***М. В. Бахиркин, А. В. Кан, В. Н. Канадин (Москва)**

В течение многих лет в ФГУП «ГосНИИАС» создавался программный комплекс имитационного моделирования организации воздушного движения (КИМ ОрВД) для воздушного пространства РФ [1]. Возможности комплекса позволяют проводить различные исследования по анализу эффективности использования воздушного пространства РФ и обеспечивать опережающий анализ различных организационных и технических решений, связанных с реорганизацией принципов планирования и управления воздушным движением.

Однако отсутствие бортовой компоненты в КИМ ОрВД не позволяет в настоящий момент полностью отрабатывать и проводить исследования, связанные с функциональным взаимодействием – пилотов и бортовой авионики, наземной компоненты – диспетчеров обеспечения воздушного движения (ОВД) и планирования, автоматизированных систем управления воздушным движением (УВД), как в существующих условиях выполнения полетов так и перспективных.

В настоящее время в рамках НИР “Разработка прототипов и комплектующих интегрированной модульной авионики– систем бортового радиоэлектронного оборудования и агрегатов самолетов и вертолетов гражданской авиации и технологий их создания” в ГосНИИАС создается комплекс полунатурного моделирования интегрированных систем управления воздушным движением (КИС УВД) [2, 3].

Целями создания КИС УВД являются:

- отработка и исследования функционального взаимодействия бортовой компоненты управления полетом – пилотов и бортовой авионики, наземной компоненты – диспетчеров ОВД и планирования, а также средств автоматизации УВД, при решении задач наблюдения и самолетовождения в сложных условиях;
- отработка перспективных функциональных возможностей борта в части наблюдения и самолетовождения, связанных с делегированием ответственности на борт;
- оценка эффективности применения новых бортовых средств и возможностей CNS/ATM (Communication Navigation Surveillance/Air Traffic Management);
- имитация наземного движения воздушных судов в аэропорту для отработки перспективных функций развитой системы управления наземным движением и контролем (A-SMGCS – Advanced Surface Movement Guidance and Control System)

С формальной точки зрения такой комплекс является сложной технической системой управления сверхвысокой размерности, включающий в себя различные программно-реализуемые имитационные модели.

Объем математических моделей определяется исследовательскими системными функциональными задачами, которые предлагается решать с использованием стенда.

Для проверки частных аппаратурных решений (например, подтверждения нормального взаимодействия двух–трех приемопередающих устройств между собой) предусматривается замена части имитационных моделей их реальными прототипами и их сопряжение с программно-реализуемой частью моделирующего стенда (например, была произведена замена имитационной модели диспетчера ОВД на автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера ОВД, внедрены каналы диспетчерской связи и т.д.)

В состав КИС УВД включены имитационные модели наземной и бортовой компонент.

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 11-08-00841-а).

Состав наземной компоненты стенда:

- модель внешней обстановки – имитация движения центра масс воздушных судов (ВС), управления движением ВС от взлета до посадки (а в будущем предполагается поддержка моделирования в соответствии с концепцией “GATE TO GATE”);
- модель метеонаблюдений – имитация различных опасных метеоявлений в динамике их развития;
- модель автоматизированной системы управления воздушным движением (АС УВД) – имитация действий диспетчеров АС УВД во всем объеме моделируемого воздушного пространства в части взаимодействия модели с бортом;
- модель централизованного планирования – имитация функций планирования и регулирования потоков ВД;
- модель планирования и управления в районе аэродрома – AMAN /DMAN (Arrival Manager/Departure Manager) – имитация функций планирования и регулирования потоков воздушного движения (ВД) в районе аэродрома по прилету/вылету;
- модель наземного движения на аэродроме (A-SMGCS) – имитация движения ВС и транспортных средств на поверхности аэродрома;
- модель наземного комплекса наблюдения – упрощенное моделирование радиолокационных средств обзора и сопровождения ВС, имитация работы альтернативных средств наблюдения;
- модель «эфира» – имитация использования эфира в пространстве и времени при условии одновременной работы всех абонентов, как по цифровым линиям связи, так и по голосовым;
- модель наземной линии связи – имитация обмена сообщениями абонентов по сети Интернет и телеграфным линиям.

Состав бортовой компоненты («Кабина»):

- модель бортового комплекса связи – имитация приема/передачи сообщений на информационном уровне;
- модель бортовой аппаратуры АЗН-В – имитация информационного взаимодействия борта с системой связи и функциональным ПО стенда;
- модель движения ВС (ключевым элементом «Кабины» является полная математическая модель уравнений движения ВС под управлением пилота);
- модель Flight Management System (FMS) – макет ПО системы самолетовождения;
- модель программного обеспечения (ПО) перспективных функциональных приложений функций наблюдения и самолетовождения.

Для управления экспериментом и организации распределенного моделирования в состав стенда включены:

АРМ управления экспериментом. Предназначено для:

- формирования сценария моделирования:
 - определение конфигурации эксперимента (подключаемые АРМ и макеты);
 - формирование потоков воздушного движения и структуры воздушного пространства;
 - задание параметров функционирования стенда (модельное время, масштаб моделирования, параметры конфигурации системы);
- организации распределенного моделирования;
- анализа ситуации в процессе моделирования и постполетного анализа.

Комплекс синхронизации времени. Обеспечивает определение, хранение и выдачу значений текущего времени, синхронизированного со шкалой всемирного скоординированного времени UTC.

Функциональная схема комплекса представлена на рисунке.

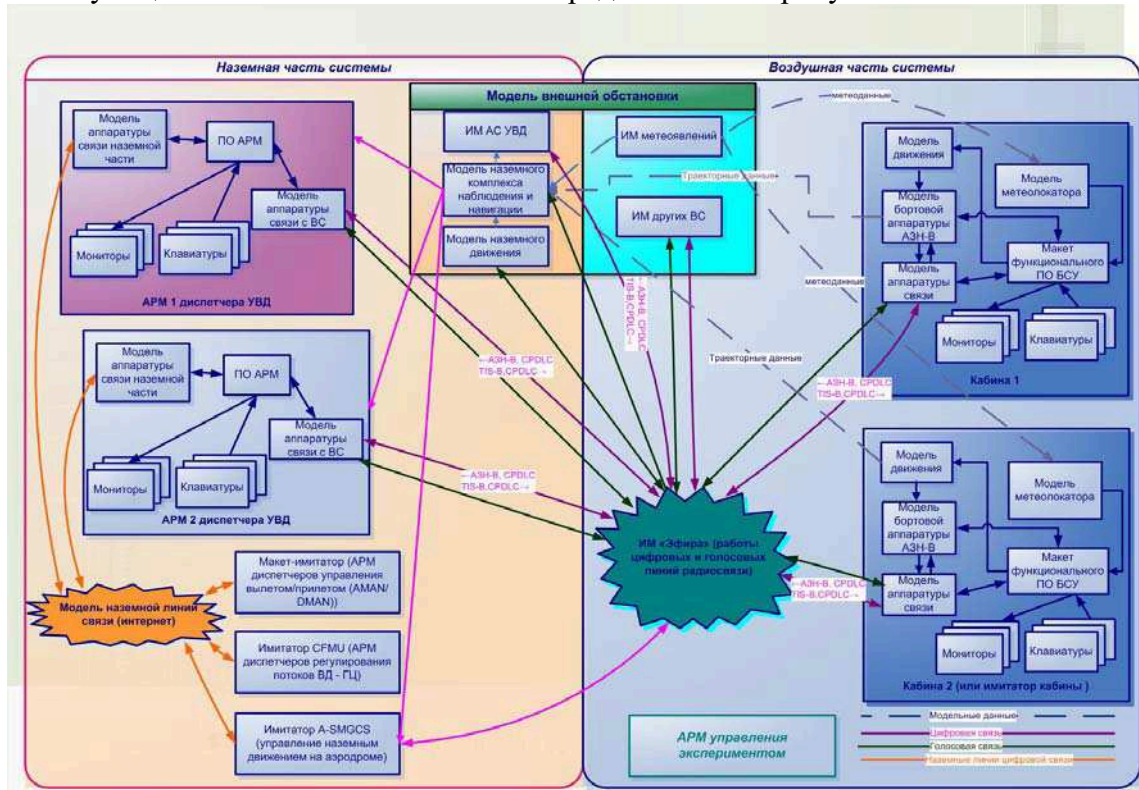


Схема комплекса полунатурного моделирования интегрированных систем управления воздушным движением

Выводы

Полунатурный стенд КИС УВД разрабатывается как универсальное средство оценки эффективности и особенностей выполнения полетов в любых задаваемых условиях как со стороны системы УВД, так и с точки зрения бортовой компоненты.

Стенд в настоящее время, например, позволяет отрабатывать различные функции и отдельные процедуры бортовой системы обеспечения эшелонирования ASAS (Airborne Separation Assurance System) [3]; перспективные функциональные приложения функций наблюдения и самолетовождения; функции наземного управления движением на аэродроме; различные алгоритмы управления и планирования потоков воздушного движения.

Стенд 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 гражданской авиации, авиакомпаний, авиационной промышленности, занимающихся анализом и прогнозом проблем использования воздушного пространства и проблемами повышения эффективности воздушного движения.

Уникальность стенда заключается в интеграции имитационных моделей с макетами АРМ и аппаратурой, а также в практическом отсутствии таких отечественных универсальных стендов, предназначенных для решения разноплановых исследовательских задач.

Литература

1. **Дегтярев О. В., Кан А. В., Орлов В. С.** Проблемы моделирования процессов выполнения управляемых потоков воздушного движения // ИММОД-2005, г. Санкт-Петербург.
2. **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-й международной конференции «CNS/ATM авионика», Московская область, г.Жуковский.
3. **Бахиркин М. В., Орлов В. С.** Распределенная модель динамической воздушной обстановки // ИММОД-2009, Санкт-Петербург.
4. <http://www.eurocontrol.int/>
5. <http://www.arinc.com/>
6. <http://www2.icao.int>
7. rtca.org