

## **АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОГРАММ SESAR И NEXTGEN НА МЕЖДУНАРОДНЫХ ОрВД – СЕМИНАРАХ**

*Рассмотрены основные направления апробации результатов исследовательских программ NextGen и SESAR в рамках международных ОрВД – семинаров*

Для специалистов, сфера деятельности которых связана с аэронавигацией, несомненный интерес представляют перспективные направления развития процессов и систем организации воздушного движения (ОрВД).

В настоящее время мировым авиационным сообществом активно ведутся научные исследования и разработки по совершенствованию ОрВД – систем. Цель данных работ направлена на создание гармонизированной общемировой глобальной системы ОрВД, основанной на концепции траекторного управления воздушным движением. Передовые исследования/разработки в данной сфере проводятся с 2005 г. в рамках специальных программ NextGen (США) и SESAR (Европа) [1]. Результатом работ должно стать создание в течение трех десятилетий двух комплементарных европейской и североамериканской ОрВД – систем нового поколения. Масштабность решаемых научных, технологических, инженерных задач требует значительных финансовых вложений: бюджет каждой из программ исчисляется двумя-тремя десятками американских долларов. Изыскание подобного объема ассигнований по плечу только развитым экономикам.

Отечественные ученые, инженеры, преподаватели, работающие в авиационной отрасли, обязаны хорошо ориентироваться в актуальных проблемах развития ОрВД -систем, в подходах к их решению, в опыте внедрения прогрессивных технологий. Полнота использования специалистами новых знаний и технологий является основой повышения эффективности их повседневной производственной, творческой, педагогической деятельности.

Проводимые с 1997 г. специальные международные научные ОрВД – семинары стали мировой площадкой для обсуждения передовых концепций, методологий, подходов к решению проблем ОрВД, в том числе, исследуемых в рамках работ по программам NextGen (США) и SESAR. Международные ОрВД - семинары организуются Федеральной авиационной администрацией (США) и Евроконтролем (Европа) и проводятся на регулярной основе раз в два года. Семинары предназначены для апробации результатов научных исследований и разработок в сфере ОрВД. Материалы семинаров представляются в интернете на сайте [2]. Последний (девятый) семинар состоялся в Берлине в период с 14 по 17 июня 2011 г.

Остановимся на рассмотрении тематических направлений семинара и соответствующих разделов публикации его материалов. Данная информация позволит отечественным специалистам лучше ориентироваться в круге рассматриваемых вопросов каждого направления и эффективно формировать научно-методическую базу развития отечественной ОрВД - системы.

На семинарах обсуждаются как прикладные (инновационные) разработки,

результаты которых могут использоваться уже в ближайшее время, так и фундаментальные (перспективные) исследования, которые касаются аспектов совершенствования процессов/систем ОрВД в отдаленном будущем. Общее требование к подобным разработкам (прикладным, фундаментальным) - это их обязательная направленность на операционные улучшения, которые подлежат внедрению в ОрВД - системы нового поколения, а также формирование промежуточных шагов, которые необходимо осуществить в переходной период для эволюционного достижения целей отдаленной перспективы. К участию в семинарах приглашаются специалисты, представившие доклады по установленной форме и по конкретной выбранной тематике.

Семинары способствуют установлению рабочих и личностных контактов между признанными экспертами, исследователями и разработчиками в сфере ОрВД, которые помогают в деле обсуждения и отбора полезных результатов для дальнейшего внедрения, выработки согласованных подходов для концептуальных решений глобальных проблем ОрВД.

Наработки семинаров должны использоваться в работе отечественных авиационных специалистов и несомненно будут полезны для выбора и обоснования направлений (проектов) развития ОрВД – системы Украины, включаемых в национальный план имплементации по созданию единого европейского неба.

На ОрВД - семинарах апробируются результаты концептуальных, аналитических, методологических разработок проблемы ОрВД, полученные в рамках проектов программ NextGen и SESAR и структурированные по следующим направлениям обсуждений/публикаций семинара:

1. Оптимизация сети авиаперевозок и глобальных потоков воздушного движения.
2. Интеграция средств автоматизации земли и борта.
3. Управление траекториями и очередями воздушных судов.
4. Обеспечение эшелонирования;
5. Расширенное наблюдение, приложения и процедуры навигации.
6. Динамическое управление структурой и пропускной способностью воздушного пространства.
7. Интегрированные операции в среде «аэропорт – провайдер ОрВД».
8. Финансы и политика.
9. Измерение и менеджмент характеристик системы ОрВД.
10. Поддержка достигнутого уровня безопасности полетов в условиях значительных изменений ОрВД – деятельности.
11. Концепции защиты процессов ОрВД.
12. Возможности/вклад ОрВД - процессов/операций в экологическую и энергетическую эффективность полетов.
13. Влияние метеоусловий на процессы ОрВД.
14. Человеческий фактор в ОрВД.
15. Практика внедрений.

В поле зрения ОрВД –семинара попадают также работы, не охваченные данной структуризацией, но раскрывающие новые зарождающиеся инновационные концепции и технологии, для которых пока не сделаны окончательные оценки и выводы относительно возможности их использования

в авиации. К подобным работам относятся:

- разработка нетрадиционных концепций ОрВД - процессов, анализ и оценка их характеристик;
- адаптация ОрВД - сервиса для обслуживания беспилотных летательных аппаратов; разработка новых процедур организации воздушного движения и поддержки минимумов эшелонирования;
- моделирования и анализ процессов разработки и валидации новых технологий, средств, процедур ОрВД и т.п.

Чтобы детальнее вникнуть в сферу оцениваемых результатов на международных ОрВД - семинарах, проанализируем суть (предмет) исследований и разработок перечисленных выше 15 направлений.

*Оптимизация сети авиане перевозок и глобальных потоков воздушного движения* связана с разработкой методологии управления и оптимизации потоков воздушного движения на стратегическом уровне. Для авиакомпаний это означает разработку подходов к управлению и оптимизации траекторной сети авиане перевозок и времени нахождения ВС в рейсах. Для провайдеров аэронавигационного обслуживания - создание методов и средств многослойного планирования, интеграции и оптимизации процессов организации воздушного движения. Данное направление также касается разработки концепций совместного принятия решений, учитывающих ограничения для аэропортов и воздушного пространства. Примерами задач подобного рода могут служить: совместное планирование полетов, преодоление ограничений пропускной способности системы ОрВД из-за погодных аномалий, моделирование согласованной работы аэропортов и провайдеров аэронавигационного обслуживания, прогноз пропускной способности системы ОрВД с упреждением на сутки (или нескольких часов) и соответствующая корректировка планов полетов и т.п. Проекты по будущим концепциям менеджмента потоков воздушного движения также включаются в данное направление работ. Примерами здесь могут быть: динамическое отслеживание запросов военных и введение соответствующих ограничений в воздушном пространстве, пересмотр обязанностей и ответственности планировщиков, диспетчеров, менеджеров воздушного трафика и других операторов, задействованных в процессах ОрВД.

*Интеграция средств автоматизации земли и борта* касается вопросов разработки новых концепций ОрВД, рассматривающих влияние возможностей и ограничений борта/земли на увеличение пропускной способности ОрВД - системы и повышение безопасности полетов. К темам подобного класса могут относиться:

- роль и ответственность пилотов/авиадиспетчеров в процессе решения задач эшелонирования;
- интегрированный инструментарий принятия совместных решений в среде сообщества ОрВД;
- дифференциация режимов ОрВД - операций по качеству обслуживания пользователей воздушного пространства в зависимости от их потребностей;
- взаимосвязь уровня оснащенности ВС и плотности воздушного трафика;
- адаптация воздушного пространства под нужды беспилотных летательных аппаратов;
- ситуационная осведомленность и информационный менеджмент;

- операции в высоко структурированном воздушном пространстве (коридоры высокой плотности трафика, скоростные маршруты);
- сертификация сильносвязанных средств автоматизации земли и борта;
- оценка безопасности и управление трафиком при наличии идентифицированных угроз и непредвиденных обстоятельств;
- компромиссное конфигурирование возможностей борта и земли, например, с целью достижения определенных целей.

*Управление траекториями и очередями воздушных судов* в будущей системе ОрВД нацелено, согласно воззрениям программ NextGen и SESAR, на переход от тактического секторного обеспечения минимумов эшелонирования ВС за счет разрешений, выдаваемых авиадиспетчерами в зонах их ответственности, к глобальному обеспечению ВС бесконфликтными исполняемыми (опорными) бизнес - траекториями в течение всего их полета. Подобные работы включают: планирование и оптимизацию траекторий; концепции согласования и обновления траекторий; синхронизацию трафика и организацию очередей ВС, снижение плотности трафика; новые бортовые системы гарантированного эшелонирования и их роль для поддержки безопасных траекторий полета. К подобным проектам могут относиться также исследования по идентификации функций управления при подходе, отправлении ВС и их движении на поверхности аэродрома, разработки по интегрированным процедурам траекторного управления. К данному классу задач относятся исследования аспектов работы авиадиспетчеров и их инструментально-методологического оснащения, применяемого для прогноза и преодоления опасных ситуаций при реализации траекторий полета, а также разработка специальных процедур, основанных на расширенном наблюдении и возможностях борта для повышения энергетической эффективности полетов и снижения вредного влияния на окружающую среду.

*Обеспечение эшелонирования* ВС гарантирует безопасность полетов и основывается на технологиях и процедурах, которые обеспечивают требуемые минимумы разделения ВС и максимизируют пропускную способность системы ОрВД. Разработки проблемы эшелонирования, выполняемые в рамках программ NextGen и SESAR, касаются вопросов:

- идентификации функций тактического эшелонирования;
- совершенствования бортовых систем гарантированного эшелонирования, систем предупреждения столкновений; алгоритмов повышения точности эшелонирования и выдачи рекомендаций операторам;
- методов/моделей обеспечения минимумов эшелонирования в различном операционном окружении;
- методов/моделей валидации процедур использования сокращенных минимумов эшелонирования в условиях турбулентности и уровней участия/ответственности в этом процессе пилотов/диспетчеров и средств автоматизации;
- управления воздушным пространством для обеспечения полетов беспилотных летательных аппаратов.

В данный круг вопросов входят также задачи по разработке систем предупреждения несанкционированного вторжения подвижных объектов на

взлетно-посадочную полосу, моделирование работы соответствующих средств автоматизации с учетом действий пилота и авиадиспетчера.

*Расширенное наблюдение, приложения и процедуры навигации* включают проекты, нацеленные на разработку новых приложений расширенного наблюдения в аэронавигации и процедурах ОрВД для увеличения пропускной способности воздушного пространства и терминальной зоны. Проекты данного направления могут включать:

- отображение информации автоматического зависимого наблюдения на дисплее пилота для отслеживания траекторий ВС, их упорядочивания, слияния и разведения;
- разработку приложений расширенного наблюдения и процедур навигации при сокращении минимумов эшелонирования;
- поддержку терминальных операций в условиях роста трафика, включая мульти - конфигурирование аэропортов;
- непредвиденные условия и обстоятельства;
- отработка операций в условиях разного уровня оснащения ВС;
- разработка требований, концепций, технологий поддержки эффективной навигации ВС по планируемым высокоточным траекториям во всех зонах воздушного пространства;
- повышение эффективности и защиты кооперативного и не кооперативного наблюдения для обеспечения точной навигации во всех выделенных для полетов зонах воздушного пространства;
- обеспечение навигации по четырехмерным 4D-траекториям.

*Динамическое управление структурой и пропускной способностью воздушного пространства* - это подход к организации воздушного пространства под нужды пользователей в условиях смешанного (гражданского, военного) трафика, включающего бизнес и служебные траектории. Исследования данного направления, выполняемые в рамках программ NextGen и SESAR, нацелены на разработку процедур и средств динамической структуризации и оптимизации воздушного пространства, которые способны поддерживать трафик высокой плотности, реагировать на возможные сильные его вариации, обусловленные метеоусловиями или запросами военной авиации. Разработки могут касаться создания в воздушном пространстве высокоорганизованных структур (скоростных маршрутов, коридоров, структур маршруты/процедуры). К данному направлению также относятся задачи исследования влияния динамической структуризации на оператора: обеспечение ситуационной осведомленности пилота/авиадиспетчера об изменении воздушного потока и структуры воздушного пространства; частота, глубина и временные переходные интервалы для изменения структуры воздушного пространства.

*Интегрирование операций аэропортов и провайдеров* охватывает операции на поверхности аэродрома, важные для ОрВД – деятельности «со стороны воздуха». Темы этого направления включают:

- создание систем наблюдения за подвижными объектами на поверхности аэродрома;

- разработку процедур, правил организации и оптимизации потоков подвижных объектов на поверхности аэродрома;
- управление и оптимизацию пропускной способности взлетно-посадочных полос (ВПП) на прибытие и отправление ВС;
- интегрирование потоков прибытия/отправления;
- устранение заторов потоков;
- управление перемещением аэродромных трапов/рукавов;
- поддержку непрерывности процесса освобождения/занятия ВПП;
- мониторинг движения и устранение задержек на рулежных дорожках;
- выдачу предупреждений при нарушении пороговых требований к трафику;
- динамическую выдачу предварительных разрешений на отправление;
- контроль операций на вышке;
- принятие совместных решений по аэропортовым операциям;
- влияние человеческого фактора.

*Финансы и политика* требуют разработки и применения организационно-финансовых инструментов управления процессом перехода к новым процедурам/системам ОрВД, создаваемым в рамках программ NextGen и SESAR. Темы исследований данного направления касаются вопросов:

- виды бизнес - деятельности провайдеров и других членов сообщества ОрВД, которые считаются для них полезными, и поэтому подлежат внедрению в будущем;
- модели затрат для количественного описания стоимости воздушных перевозок;
- модели затрат при производстве и реализации ОрВД – сервиса: сколько, кто, кому и за что платит;
- механизмы ускорения процесса оснащения ВС новой авионикой;
- идентификация мест и мотивации размещения дополнительных аэродромов и других аэронавигационных ресурсов;
- разграничение доступа к данным, реализуемого в рамках общесистемного информационного менеджмента для поддержки сетевых приложений членов сообщества ОрВД;
- уточнение стратегических задач государств, провайдеров, авиаиндустрии;
- поиск компромисса по вопросам защиты окружающей среды;
- аспекты повышения эффективности процесса перехода к новым системам ОрВД за счет финансовых инструментов и акционирования.

*Измерение и менеджмент характеристик системы ОрВД* подразумевает решение следующих задач:

- прогноз, измерение, мониторинг, контроль, оптимизация показателей эффективности работы систем ОрВД по разнообразным критериям, включая безопасность, экономичность, экологичность и регулярность полетов;
- установление количественной метрики для целей планирования характеристик систем ОрВД;
- оценка достижения целевых показателей развития; оценка соответствия нововведений поставленным целям; оценка и смягчение рисков;
- моделирование и имитация процесса измерения и менеджмента

характеристик ОрВД систем.

*Поддержка достигнутого уровня безопасности полетов в условиях значительных изменений ОрВД – деятельности* имеет цель гарантирования того, что изменения ОрВД - процессов/систем, предлагаемые программами NextGen и SESAR, не станут источником новых рисков для обеспечения безопасности полетов. Данный класс исследований направлен на обнаружения новых вызовов для безопасности полетов, обусловленных предполагаемыми нововведениями, и установления компонент системы ОрВД, к которым эти вызовы будут обращены. Тематика данных исследований очень широка и может варьироваться от задач, связанных с улучшением традиционной технологии обеспечения безопасности полетов, до задач создания новых концепций обеспечения безопасности будущих ОрВД - операций, например:

- разработка эталонов оценки безопасности;
- улучшение традиционных методов оценки безопасности (анализа эксплуатационных угроз, определения требований к безопасности, анализа дерева отказов и т.п.);
- разработка методов учета человеческого фактора в моделях оценки безопасности систем ОрВД;
- создание методов моделирования, поддержки и оценки безопасности будущих систем ОрВД (учитывая операции не только ВС, но и других подвижных объектов); совершенствование моделей риска столкновений;
- создание методов оценки безопасности сложных систем с учетом взаимодействия их системных компонентов; анализ влияния скрытых функциональностей компонентных систем на безопасность сложной системы;
- общесистемная оценка безопасности/рисков; оценка улучшения безопасности ОрВД за счет применения систем управления безопасностью или подобных систем.

*Концепции защиты процессов ОрВД – исследования*, которые касаются интеграции концепций/требований защиты информации в ОрВД - операциях, чтобы гарантировать безопасность, эффективность и защищенность обслуживания воздушного движения. Подобные исследования могут включать темы:

- новые концепции идентификации и обслуживания ВС, несущих потенциальную угрозу;
- эффективная организация воздушного пространства специального назначения; управление воздушным пространством, используемым беспилотными летательными аппаратами; роль и ответственность персонала провайдеров аэронавигационного обслуживания, служб безопасности и военных в обеспечении задач защиты ОрВД - сервиса;
- потребности членов сообщества ОрВД в информационной интеграции и общей ситуационной осведомленности, например, в процессе наблюдения;
- использование аэропортовой информации ограниченного доступа (например, о конфиденциальной задержке/перемещения пассажиров) для принятия ОрВД - решений (например, для планирования отправления ВС);
- новые концепции поддержки возможностей и процедур скрытного и эффективного перемещения пассажиров и багажа в пределах аэропорта.

*Возможности/вклад ОрВД - процессов/операций в экологическую и энергетическую эффективность полетов* – класс задач исследований программ NextGen и SESAR, содержание которых нацелено на изучение влияния ОрВД - деятельности на экономию авиатоплива и на снижение вредного воздействия полетов на окружающую среду в условиях значительного роста будущего воздушного трафика. К темам данного направления исследований могут относиться:

- разработка методов оценки и измерения вредных факторов воздействия ОрВД - системы на окружающую среду;
- повышение эффективности использования авиационного топлива и поиск новых альтернативных видов топлива; моделирование оптимальных с экологической точки зрения (снижение эмиссии вредных веществ и шумов) траекторий и процедур подхода ВС на посадку и руления;
- анализ взаимосвязи экологической эффективности ОрВД - системы с другими критериями эффективности (безопасность, пропускная способность и т.п.);
- экология эксплуатации новых типов ВС и применения альтернативных видов топлива и т.п.

*Влияние метеоусловий на процессы ОрВД* охватывает следующие темы исследований:

- интегрирование метеоданных в приложения поддержки решений задач ОрВД на тактическом и стратегическом уровнях обслуживания пользователей воздушного пространства;
- формирование операционных требований к представлению метеоданных в будущем ОрВД - окружении;
- отображение метеоданных на дисплее пилота для обеспечения безопасности полетов; количественная оценка влияния погоды на ОрВД - операции (например, по задержкам полетов);
- перераспределение ответственности за эшелонирование между пилотом и авиадиспетчером в сложных метеоусловиях, основанное на возможностях новых средств автоматизации;
- всепогодное обслуживание беспилотных летательных аппаратов; моделирование влияния погоды на ОрВД - процессы;
- совершенствование доступа пользователей к метеоданным на общесистемном уровне, использование метеоданных в сетевых приложениях.

*Человеческий фактор в ОрВД* – это проблема, которая включает широкий круг задач:

- новые комплексные парадигмы взаимодействия и распределение степени ответственности между пилотом и диспетчером;
- динамическое переключение функций, исполняемых оператором или средствами автоматизации, аспекты интеграции человека-оператора в сложную эргатическую систему;
- взаимодействие решений, вырабатываемых оператором и средствами автоматизации; оценка продолжительности жизненного цикла систем;
- совершенствование организационно-управленческих аспектов ОрВД деятельности;
- разработка концепций, приложений, процедур, сетевых

инструментария оператора и инструментария информационного менеджмента и т.п.

*Практика внедрений* охватывает направление работ, посвященных методологии использования прикладных результатов программ NextGen и SESAR путем повсеместного освоения передового опыта на практике. Подобные работы обосновывают методологический переход от исследований к внедрениям. Они ориентируются на разработку методов валидации систем/процедур, разработку метрик оценок эффекта позитивного влияния новых технологий/концепций на ОрВД – процессы, процедур/инструментов сбора и анализа данных, подтверждающих эффект улучшений от вводимых изменений в ОрВД – систему.

Подводя черту анализу направлений апробации на международных ОрВД – семинарах результатов работ по программам SESAR и NextGen, можно сделать следующее заключение:

1. С 2005 г уже проведено четыре международных ОрВД - семинара, на которых достаточно полно представлены научные результаты широкого спектра разработок, выполненных за истекшие годы в рамках программ SESAR и NextGen. Для отечественных специалистов большое значение имеет овладение передовыми методами совершенствования процессов и систем ОрВД, которые представлены в публикациях данных ОрВД - семинаров. Их эффективное применение к системе ОрВД Украины будет содействовать успешной интеграции воздушного пространства государства в единое небо Европы. Кроме того, данные публикации могут быть положены в основу разработки учебно-методических материалов подготовки авиационного персонала для отечественной ОрВД - системы.

2. Значительный интерес представляет формирование и ведение базы знаний, охватывающей описание результатов и методологий научно-прикладных разработок программ SESAR и NextGen, прошедших апробацию на ОрВД - семинарах. Включая результаты валидации потенциальных нововведений, подобная база знаний была бы крайне полезной, например, для обоснования выбора целей совершенствования национальной системы ОрВД и включения соответствующих проектов в Национальный план имплементации Украины, направленный на создание единого европейского неба.

3. Изложенная информация будет полезна студентам, аспирантам, преподавателям авиационных университетов при выборе актуальных тем их самостоятельного обучения и исследовательского творчества.

### **Литература**

1. Єдиний Європейський простір // Биковцев І.С., Дем'янчук В.С., Железна О.С., Клименко В.О. та інші. – К.: ДП ОПР України, 2012.- 398 с.
2. <http://www.atmseminar.org/indexatm.cfm>