

БОРТОВЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ НА ВОЗДУШНОМ СУДНЕ

Полянских Надежда Вадимовна

студент ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный Университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова, РФ, г. Санкт-Петербург

Сагитов Дамир Ильдарович

научный руководитель, канд. техн. наук, доцент кафедры Систем автоматизированного управления, ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный Университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова, РФ, г. Санкт-Петербург

Аннотация. Статья посвящена автоматизированным системам управления (АСУ) электрооборудованием воздушных судов. Рассмотрены цели автоматизации: безопасность, эффективность, мониторинг и снижение нагрузки на экипаж.

Описаны принципы построения АСУ (модульность, отказоустойчивость) и примеры современных систем (FMS, EEC, TCAS). Анализируются решения в гражданской (Boeing 787, Airbus A350, SSJ-100) и военной авиации (F-35, Су-57), а также роль российских организаций (НИИАО, ОАК, КРЭТ) в разработках (МС-21, SSJ-New, ПАК ДА). Подчеркнут потенциал России в развитии интеллектуальных и экологичных технологий.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, электрооборудование ВС, безопасность, интеграция, российские разработки, цифровизация.

Резкое увеличение скорости реактивных самолетов, скачкообразный рост интенсивности воздушного движения, сложность окружающей систему "экипаж - ВС" среды, огромные затраты перевозчиков при авиационных происшествиях и осознание ограниченных возможностей человека побудили проектировщиков ВС и авиакомпаний к внедрению автоматизации ВС. Можно сформулировать основные назначения автоматизации ВС:

1. Увеличение безопасности: Автоматизированные системы помогают минимизировать риск человеческой ошибки, предоставляя пилотам и операторам точную информацию и автоматические системы контроля.
2. Эффективность управления: Автоматизация позволяет более точно и быстро управлять электрооборудованием, что способствует оптимизации работы систем и снижению затрат на эксплуатацию.
3. Мониторинг и диагностика: Автоматизированные системы могут постоянно отслеживать состояние электрооборудования, выявлять неисправности и предупреждать о необходимости обслуживания.
4. Управление энергопотреблением: Автоматизация позволяет более эффективно распределять электроэнергию между различными системами ВС, что способствует экономии ресурсов и увеличению диапазона полета.
5. Интеграция систем: Автоматизированные решения обеспечивают интеграцию различных систем управления, таких как навигация, связь, управление двигателями и бортовыми системами, что улучшает общую координацию работы ВС.

6. Снижение нагрузки на экипаж:

Автоматизация позволяет снизить физическую и умственную нагрузку на пилотов и технический персонал, позволяя им сосредоточиться на более критических задачах.

7. Обеспечение соответствия стандартам:

Современные системы автоматизации помогают обеспечить соответствие международным стандартам безопасности и эффективности в авиации.

Автоматизированные системы управления (АСУ) в авиации основываются на принципах, обеспечивающих их эффективность, надежность и безопасность. К основным принципам относятся модульность, интеграция, автоматизация процессов, надежность и отказоустойчивость, адаптивность, удобный человеко-машинный интерфейс, мониторинг и диагностика, стандартизация и обратная связь.

АСУ состоят из взаимосвязанных модулей, что упрощает обновление и обслуживание системы.

Интеграция всех компонентов обеспечивает эффективный обмен данными между системами управления, навигации и связи.

Системы должны минимизировать участие человека в рутинных операциях, позволяя сосредоточиться на более сложных задачах.

Проектирование должно учитывать потенциальные отказы с резервированием критически важных компонентов.

Безопасность является ключевым требованием для АСУ, включая защиту от несанкционированного доступа и защиту данных.

Интерфейс должен быть интуитивно понятным для пилотов и технического персонала. Важным элементом является постоянный мониторинг состояния оборудования для своевременного выявления неисправностей.

Применение общепринятых стандартов упрощает интеграцию различных систем. Обратная связь от пользователей позволяет улучшать функциональность на основе реального опыта эксплуатации.

Примеры АСУ включают автопилот, который может выполнять сложные маневры, включая взлет и посадку; системы управления полетом (FMS), которые помогают планировать маршруты; и системы управления двигателями (EEC), оптимизирующие их работу.

Системы предупреждения о столкновении (TCAS) играют важную роль в предотвращении аварий, предоставляя информацию о потенциальных угрозах.

Также АСУ контролируют бортовые системы, такие как электроника и гидравлика, что улучшает комфорт пассажиров.

Современные воздушные суда оснащены системами мониторинга состояния, позволяющими заранее выявлять неисправности и планировать техническое обслуживание, что повышает надежность.

Кроме того, АСУ обеспечивают автоматическую передачу данных между самолетом и наземными службами, включая информацию о состоянии полета, метеорологических условиях и технических параметрах.

Это улучшает взаимодействие между экипажем и наземными диспетчерами.

Наконец, в некоторых современных грузовых самолетах используются АСУ для автоматизации

процессов загрузки и разгрузки, что значительно повышает эффективность операций.

Boeing 787 Dreamliner: полностью электрическая архитектура **EPS (Electrical Power System)**, отказ от гидравлики в пользу электроприводов (электромеханические рулевые машинки), интеллектуальное распределение энергии между генераторами и аккумуляторами.

Airbus A350: интегрированная система управления электропитанием IPS (Integrated Power System), использование BPCU (Bus Power Control Unit) для балансировки нагрузки, автоматическое переключение на резервные источники при отказе основных.

Сухой Superjet 100: цифровая система управления электрооборудованием на основе российских разработок, микропроцессорные контроллеры для управления генераторами и распределительными шинами.

F-35 Lightning II: полностью электрическая система управления (без гидравлики), интеллектуальная система управления нагрузками, автоматическое перераспределение энергии при боевых повреждениях, встроенная система прогнозирования отказов, использование технологии **PEBB (Power Electronic Building Blocks)**, высокоинтегрированная система управления, адаптивные алгоритмы работы в различных режимах полета.

Разработка отечественных автоматизированных систем управления (АСУ) в Российской Федерации осуществляется различными научно-исследовательскими институтами и производственными объединениями.

Эти организации занимаются созданием и внедрением передовых технологий, направленных на повышение безопасности и эффективности воздушных судов.

НИИ авиационного оборудования (НИИАО) - ведущий российский научный центр, специализирующийся на разработке: бортового электрооборудования, авиационных систем управления, пилотажно-навигационных комплексов, средств авионики.

Ключевые разработки института:

1. **Система управления электрооборудованием для МС-21:** Интеллектуальное распределение нагрузок, алгоритмы прогнозирования отказов, интеграция с другими бортовыми системами.
2. **Цифровая платформа для SSJ-New:** полностью российская элементная база, совместимость с международными стандартами, повышенная отказоустойчивость.
3. **АСУ для истребителя 5-го поколения Су-57:** адаптивные алгоритмы управления, система автоматического восстановления после повреждений, помехозащищенные каналы связи.
4. **Специализированные системы для вертолетов:** управление электрооборудованием в сложных условиях, оптимизация энергопотребления.

Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ) - ведущий российский научный центр авиационной науки, основанный в 1918 году. Хотя основная специализация института - аэродинамика и динамика полета, ЦАГИ внес значительный вклад и в развитие систем управления электрооборудованием ВС.

Основные направления деятельности: фундаментальные исследования в области авиационной техники; разработка перспективных концепций летательных аппаратов; интеграция систем управления различного назначения; испытания и сертификация авиационных систем.

Участие в ключевых проектах

Разработка концепций: электрического самолета (More Electric Aircraft), интегрированных систем управления.

Участие в создании: перспективного авиационного комплекса ПАК ДА, самолетов МС-21 и SSJ-New, истребителя пятого поколения Су-57.

Объединённая авиастроительная корпорация (ОАК) – ключевой интегратор российского авиапрома, созданный в 2006 году. Корпорация объединяет ведущие авиационные предприятия страны, координируя разработку и производство современных воздушных судов.

Ключевые функции в контексте АСУ: Организация полного цикла создания авиатехники, координация работы конструкторских бюро и НИИ, внедрение единых стандартов управления электрооборудованием, интеграция систем различных производителей

Разработка АСУ в рамках проектов ОАК

Проект МС-21: разработка полностью цифровой системы управления, внедрение интеллектуального распределения нагрузок, использование отечественных микропроцессорных контроллеров, интеграция с системой бортового диагностирования.

SSJ-New (Сухой Superjet 100):

программа импортозамещения электрооборудования, создание российской версии системы управления, адаптация под новые требования авиационных правил.

Истребитель 5-го поколения Су-57:

разработка адаптивной системы управления, реализация принципа "электрического самолёта", повышенная живучесть электросистем, интеграция с комплексом бортового оборудования.

Перспективный авиационный комплекс ПАК ДА:

создание принципиально новой архитектуры АСУ, внедрение технологий искусственного интеллекта, разработка системы прогнозирования отказов.

Концерн "Радиоэлектронные технологии" (КРЭТ) - ведущий российский разработчик и производитель авионики, входящий в состав Госкорпорации Ростех.

Специализируется на создании комплексных решений для управления электрооборудованием воздушных судов.

Основные разработки в области АСУ

Генераторные системы: ГС-24МП - генераторная установка для SSJ-100; ГТ40ЕНЧ - высокочастотный генератор для перспективных ВС; системы автоматического регулирования (САРГ).

Системы распределения энергии: БРЭ-40 - блок распределения электроэнергии; БУР-30 - блок управления распределением; микропроцессорные устройства защиты.

Контрольно-измерительные системы: БКИС-35 - бортовой комплекс измерения параметров; СДУ-М - система диагностики и управления; интеллектуальные датчики нового поколения.

Изменения, происходящие в авиационном секторе, обусловлены целым рядом факторов, включая растущий рост воздушного движения, растущие сложности авиационных операций и их регулятивной среды, появление и расширение возможностей цифровых технологий, растущую потребность в оперативном согласовании, расширении возможностей воздушного движения и повышении совместимости систем, а также новые реалии, касающиеся методов и технологий для обеспечения более совершенных, эффективных и устойчивых способов полетов.

Эти изменения, включая решительную и целенаправленную интеграцию новых технологий, привели к ряду положительных результатов, включая расширение доступа к средствам для уменьшения угроз и опасностей, наличие технологий для улучшения содействия и комфорта пассажиров, а также методов и технологий для сокращения рабочей нагрузки персонала при одновременном повышении эффективности и обеспечении охраны и безопасности.

Для Российской Федерации эти изменения представляют одновременно вызов и уникальный шанс.

Наличие мощной научной школы, сохранившейся производственной базы и государственной поддержки цифровой трансформации создают условия для технологического рывка.

Ключевыми факторами успеха станут: ускоренное развитие отечественной элементной базы; глубокая интеграция между НИИ, вузами и промышленностью; создание гибкой нормативной базы для инноваций; системная подготовка кадров "нового типа".

Авиация будущего будет принципиально отличаться от современной - более интеллектуальной, экологичной и эффективной.

Те страны и компании, которые уже сегодня делают стратегические ставки на ИИ и цифровизацию, завтра получают решающее конкурентное преимущество. Российская Федерация имеет все шансы занять достойное место в этом новом технологическом укладе, сохранив статус великой авиационной державы.

Список литературы:

1. Большая российская Энциклопедия: Научно-исследовательский институт управления [Электронный ресурс]: Научно-исследовательский институт. Большая российская энциклопедия
2. Научная статья. Концерн "Радиоэлектронные технологии" [Электронный ресурс]: Концерн «Радиоэлектронные технологии» (компания) — РУВИКИ
3. Научная статья. Бортовая электроника МС-21 [Электронный ресурс]: Как создается бортовая электроника российского лайнера МС-21 | N + 1 | Дзен
4. Научная статья. Автоматизированные системы управления СУ-57 [Электронный ресурс]: Радиолокационный комплекс 'Белка' для истребителя Су-57 - технологический шедевр, созданный НИИП им. В.В. Тихомирова
5. Официальный сайт. Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского [Электронный ресурс]: ЦАГИ
6. Студенческий научный форум - 2021. Юков М.С. Бортовые автоматические системы управления [Электронный ресурс]: Бортовые автоматические системы управления - Студенческий научный форум
7. Система управления самолета: учеб. пособие / О.Н. Корольков, Г.А. Резниченко.- Самара: Самар, гос. аэрокосм, ун-т, 2007. - 120 с