

1 Тема исследований (проекта)

Разработка принципов проектирования функциональных систем перспективного транспортного самолета нового поколения с использованием модельно-ориентированного подхода.

2 Цель исследований (проекта)

Разработать методики проектирования функциональных систем перспективного самолета с применением модельно-ориентированного подхода, внедрение которого позволит:

- вывести на новый уровень проектирование функциональных систем самолета;
- предоставить эффективные методы проектирования и тестирования функциональных систем с начальных стадий проектирования;
- организовать полную взаимозаменяемость математических моделей систем и реального оборудования;
- производить анализ и оценку взаимодействия функциональных систем в зависимости от изменения параметров этих систем;
- организовать получение информации о любой системе всем участникам процесса проектирования в реальном времени.

3 Описание существующей проблемы по предлагаемой тематике исследований (проекта), обоснование актуальности реализации предлагаемых исследований (проекта)

В «Основах государственной политики Российской Федерации в области авиационной деятельности до 2020 года» авиационной промышленности как одной из наиболее наукоемких и технологически сложных отраслей отводится ведущая роль в решении задач модернизации экономики и перевода ее на инновационный путь развития. Государственные интересы в области авиационной деятельности предусматривают сохранение за Россией статуса мировой авиационной державы, поддержание научно-исследовательского, технического, технологического и кадрового потенциалов на уровне, обеспечивающем эффективную авиационную деятельность в стране, поддержание качества отечественной авиационной техники на уровне, обеспечивающем ее конкурентоспособность на мировом рынке.

Указом Президента Российской Федерации № 899 от 7 июля 2011 года направление «Транспортные и космические системы», включающее в себя авиацию, определено в качестве приоритетного в развитии науки, технологий и техники, а направление «Технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта» названо в числе критических технологий РФ.

В связи с ростом объема работ по проектированию перспективных образцов авиационной техники в ОАО «Ил», а так же работ по модернизации существующих самолетов марки «Ил», остро встает вопрос о проведении ряда исследований в области современных технологий проектирования функциональных систем.

На данный момент при проектировании конструктивных систем самолета используется среда Teamcenter для поддержки жизненного цикла изделий. Вся конструкторская документация разрабатывается именно в этой среде, в ней увязываются в единое целое все агрегаты и узлы проектируемого изделия. Процесс проектирования и увязки функциональных систем самолета не менее ответственный, однако, подобного решения не существует.

На данный момент процесс проектирования функциональных систем имеет следующие проблемы (объяснение дается с позиции интегратора всех систем, то есть в данном случае с позиции ОАО "Ил"):

- главный конструктор не в состоянии оценить как изменение в той или иной системе отразится на всем проекте в целом;
- отсутствие единого информационного поля для взаимодействия подразделений предприятия и как следствие, идет частичный анализ информации, неэффективное

взаимодействие между конструкторами, принятые решения не транслируются в заинтересованные отделы, бесконечные повторения одного и того же действия, после того как одни люди вдруг узнают о решениях других;

- реальное оборудование зачастую не может появиться на ранних этапах проектирования самолета, присутствуют лишь общие требования к работе этого оборудования;
- специалист разрабатывает свою функциональную модель с разным уровнем сложности, не всегда соответствующим уровню проработки данных на текущем этапе;
- отсутствие документации к функциональным моделям, приводит к невозможности взаимозаменяемости сотрудников;
- огромное количество времени тратится на изучение «чужой» программы, сравнения ее с другими. Далее, каждый специалист, имея свои пристрастия, пытается придумать, как моделировать ту или иную задачу;
- опыт не передается из-за разрыва в кадрах и требуется большое количество времени для адаптации молодых специалистов. Отсюда потери времени и насущная необходимость стандартизировать программы и методики;
- и самое главное, большое количество пропущенных ошибок на ранних стадиях проектирования переходит на более поздние этапы, увеличивая тем самым стоимость их исправления, и повышая риск срыва всего проекта.

Проведение исследований позволит разработать принципы и современные технологии проектирования функциональных систем, которые позволят решить вышеописанные проблемы.

Впервые будет осуществлено комплексное исследование, направленное на формирование единого информационного поля для проектирования функциональных систем.

Впервые будут разработаны методики и указания для внедрения данного подхода в проектировании не только для одного предприятия, но и для авиационной промышленности в целом.

Результаты, полученные в ходе исследований в дальнейшем, возможно, будут использовать в других областях промышленности РФ и иностранных государств.

Успех решения поставленных проблем требует проведение следующих исследований:

- обоснование целесообразности проектирования функциональных систем в единой среде, позволяющей увидеть взаимодействие, производить настройку и анализ характеристик всех систем самолета еще на ранних стадиях проектирования;
- исследования и разработка методик проектирования функциональных систем путем математического моделирования функциональных систем с использованием модельно-ориентированного подхода.
- разработка методов взаимодействия различных функциональных систем самолета с использованием стандартов ARINC для обеспечения взаимозаменяемости математических моделей функциональных систем и реальным самолетным оборудованием
- оценка возможности плавного перехода от единой среды проектирования функциональных систем на ранних стадиях разработки самолета к "Электронной птице" на стадии испытаний.

4 Формулировка научно-технических задач и предлагаемых подходов по их решению **Задачи:**

1. Разработка принципов проектирования в единой информационной среде
2. Разработка методики внедрения модельно-ориентированного подхода на предприятия авиационной промышленности
3. Разработка методик проектирования функциональных систем путем математического моделирования с использованием модельно-ориентированного подхода

4. Разработка методов взаимодействия различных функциональных систем самолета с использованием стандартов ARINC для обеспечения взаимозаменяемости математических моделей функциональных систем и реального самолетного оборудования
5. Реализация комплекса демонстраторов программно-аппаратных средств на примере проектирования нескольких функциональных систем в единой среде проектирования
6. Оценка возможности плавного перехода от единой среды проектирования функциональных систем на ранних стадиях разработки самолета к "Электронной птице" на стадии испытаний

Подходы по решению задач:

1. Метод модельно-ориентированного подхода к проектированию функциональных систем, позволяющий уже на ранней стадии разработки начать проверку и тестирование этих систем с моделями реального оборудования, экономя время, уменьшая затраты и улучшая качество систем в целом и точность работы. При традиционном процессе разработки проектировщики функциональных систем не могут проверять свои проекты, пока реальная аппаратура систем не будет реализована в "железе". Модельно-ориентированный подход, в отличие от традиционного способа проектирования, позволяет:

- создать единую платформу для проектирования и тестирования для проектировщиков различных систем;
- быстро оценивать множество стратегий управления и оптимизировать работу системы;
- находить ошибки прежде, чем реальное оборудование будет изготовлено;
- использовать моделирование для проверки всего диапазона рабочих условий, включая критические;
- тестировать на всем этапе проектирования, а не на заключительной его части;
- создать модель, как исполняемую спецификацию, что уменьшает двусмысленность требований и минимизирует риск ошибок проектирования;
- моделировать функциональные системы в виде "аппаратное средство в контуре" (hardware-in-the-loop), устанавливая алгоритмы работы систем в реальное оборудование, что позволит плавно перейти к созданию полунатурного стенда для отработки систем на стадии испытаний;
- использовать модели и для тестирования в реальном времени.

2. Метод математического и полунатурного моделирования функциональных систем, предусматривающий создание математических моделей функциональных систем высокой точности и адекватности к реальному оборудованию. В решении поставленных задач предполагается использование полунатурного стенда. В результате использования данного метода будут получены рекомендации и составлены общие методики по использованию модельно-ориентированного подхода при проектировании функциональных систем, получен полунатурный стенд, созданный с использованием этих технологий в единой информационной среде, показаны преимущества данного метода проектирования функциональных систем.

3. Будут задействованы комплекты электронных модулей бортовой интегрированной системы самолета, органы управления самолетом с системой загрузки, многофункциональные дисплеи.

4. Проведение полученных результатов и оценка эффективности метода в сравнении с традиционным способом проектирования функциональных систем.

5 Подробное описание планируемых работ

1. Анализ и оценка традиционного метода проектирования функциональных систем. Сравнительная оценка перспективных направлений развития процесса проектирования функциональных систем. Определение оптимального варианта для решения задач проектирования функциональных систем.

2. Подробное описание принципов построения единой среды для проектирования функциональных систем. Проработка механизма взаимодействия проектировщиков в единой среде. Проработка единых методик и требований для создания математических моделей функциональных систем, принципов их взаимодействия.
3. Разработка математических моделей следующих функциональных систем самолета и увязка их в полунатурном стенде с реальным оборудованием:
 - Разработка математических моделей системы управления перспективного транспортного самолета
 - Разработка математической модели аэродинамики и динамики перспективного транспортного самолета
 - Разработка математической модели силовой установки перспективного транспортного самолета
 - Разработка математической модели органов управления перспективного транспортного самолета
 - Разработка математической модели для визуализации кадров на многофункциональных дисплеях
 - Увязка разработанных математических моделей в единой среде с использованием методов модельно-ориентированного подхода и стандартов ARINC
 - Взаимозаменяемость функциональных моделей самолета на реальное оборудование на примере органов управления летательного аппарата и многофункционального дисплея
4. Разработка комплекса демонстраторов программно-аппаратных средств в виде полунатурного стенда функциональных систем с реальным оборудованием содержащего в себе: модель системы управления перспективного транспортного самолета, модель аэродинамики и динамики, модель шасси, модель силовой установки, модель управляющих органов, реальное оборудование в виде органов управления самолета с системой загрузки, многофункциональные дисплеи для отображения кадров самолетных систем.
5. Оценка эффективности полученных результатов и полноты достижения поставленных целей, сравнение с традиционным методом проектирования функциональных систем.
6. Проработка дальнейшего развития и внедрения разработанного метода проектирования функциональных систем. Проработка возможности плавного перехода от проектирования функциональных систем в единой среде на ранних стадиях разработки самолета к "Электронной птице" на стадии испытаний.
7. Разработка рекомендаций для использования полученных результатов на других предприятиях авиационной промышленности и промышленности в целом.

6 Ожидаемые научные и научно-технические результаты

1. Принципы и методология проектирования функциональных систем в единой информационной среде с использованием модельно-ориентированного подхода.
2. Методология внедрения модельно-ориентированного подхода в процесс проектирования функциональных систем на предприятиях авиационной отрасли.
3. Методология взаимодействия функциональных систем самолета с использованием стандарта ARINC для обеспечения взаимозаменяемости математических моделей и реального самолетного оборудования.
4. Экспериментальная оценка эффективности нового метода проектирования функциональных систем на примере проектирования функциональных систем аэродинамики и динамики, системы управления, шасси, силовой установки, органов управления, МФД для отображения кадров самолетных систем.
5. Комплекс демонстраторов – программно-аппаратный стенд функциональных систем самолета для оценки эффективности нового метода проектирования и дальнейшего использования в процессе проектирования перспективных транспортных самолетов.
6. Рекомендации по дальнейшему развитию и внедрению разработанного метода проектирования функциональных систем.

7. Заключение о возможности плавного перехода от проектирования функциональных систем в единой информационной среде с использованием модельно-ориентированного подхода на ранних стадиях разработки самолета к «Электронной птице» на стадии испытаний.

8. Значения показателей результативности выполнения проекта:

1) Число публикаций по результатам исследований и разработок в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus или в базе данных «Сеть науки» (WEB of Science), не менее

a. 1 год – 1

b. 2 год – 2

c. 3 год – 4

2) Число патентных заявок, поданных по результатам исследований и разработок, не менее

a. 1 год – 0

b. 2 год – 0

c. 3 год – 1

3) Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей – участников проекта, не менее

a. 1 год – 50 %

b. 2 год – 50 %

c. 3 год – 50 %

4) Объем внебюджетных средств, привлекаемых для софинансирования работ, не менее

a. 1 год – 20%

b. 2 год – 20%

c. 3 год – 20%

5) Число завершенных проектов прикладных научно-исследовательских работ, готовых переходу в стадию опытно-конструкторских работ (опытно-технологических работ)

a. 1 год – 0

b. 2 год – 0

c. 3 год – 1

7 Характеристика назначения и областей применения (использования) ожидаемого научного (научно-технического) результата, пути и действий по доведению результата до потребителя

Используя механизмы моделирования, раннего тестирования и тестирования в реальном времени проектирование функциональных систем в единой среде, с использованием модельно-ориентированного подхода, позволяет сократить и удешевить циклы проектирования и помогает проектировщикам создавать более надежные функциональные системы. Эти системы становятся все более и более сложными, со временем проверка и тестирование проекта до реализации в аппаратуре станет не только передовой практикой, но и станет обязательной.

Результаты проведенных исследований позволят по новому подойти к процессу проектирования функциональных систем не только на одном предприятии, но и на всех предприятиях авиационной отрасли. Производители сложной техники, с передовыми системами управления и большим количеством функциональных систем смогут применить результаты проведенных исследования и, используя написанные методологии по внедрению в процесс проектирования модельно-ориентированного подхода, решат проблемы традиционного подхода, описанные в пункте 3.

На предприятиях, где спецификация и требования представлены в форме печатного документа, подсистемы, включая механическую, электронную, управления и алгоритмы разработаны независимо друг от друга, обычно при помощи использования различных средств проектирования, в полной мере смогут оценить результат внедрения

разработанных методик проектирования функциональных систем в единой среде с применением модельно-ориентированного подхода.

Использование нового подхода в проектировании функциональных систем позволит:

- Повысить эффективность разработки функциональных систем. Ранее тестирование разрабатываемых систем больше не рассматривается как заключительный шаг, оно становится непрерывным процессом, который постепенно переходит к испытаниям в железе. Тем самым в течении всего процесса проектирования, возможно видеть картину взаимодействия и работы систем, вносить изменения, анализировать результаты изменений в реальном времени. Разработка функциональных систем становится открытым и непрерывным процессом.
- Повысить надежность функциональных систем. Если ошибка не была обнаружена на ранней стадии в процессе проектирования, то сложное взаимодействие между подсистемами может помешать поиску ее причины. Ошибки, связанные с неполными или противоречивыми требованиями, могут даже повлечь за собой фундаментальное изменение проекта. Внедрение новых методологий позволяет находить и исправлять такие ошибки и противоречия на самых ранних стадиях проектирования, не затягивая этот процесс до проведения испытаний, когда стоимость такой ошибки уже слишком велика и может привести к срыву проекта в целом.
- Повысить экономичность проектирования функциональных систем. Как уже было сказано, уменьшится риск обнаружения ошибок на поздних стадиях проектирования, а как известно чем позднее ошибки и несоответствия были обнаружены, тем дороже стоимость их исправления.
- Сократить время на поиск необходимой информации и сократит время неэффективного взаимодействия между конструкторами функциональных систем. Единое поле для проектирования позволит конструкторам видеть актуальную информацию обо всех подсистемах в реальном времени и использовать ее для своей работы. Результаты проведенных исследований позволят достичь следующих социально-экономических эффектов:
- Будет реализован принципиально новый подход к проектированию функциональных систем.
- Повысится качество и надежность проектируемых систем, за счет внедрения модельно-ориентированного подхода.
- Существенно снизятся издержки, и сократится цикл проектирования функциональных систем.

Путем и действиями по доведению результата до потребителя является успешная реализация и внедрение данных методологий на одном предприятии. Полученный эффект покажет и качественно и количественно преимущества нового подхода в проектировании функциональных систем. Дальнейшие выступления на отраслевых конференциях, позволят довести результаты и заинтересовать другие предприятия авиационной отрасли в использовании данного подхода к проектированию.