

Конкурс «премия «Авиастроитель года» за 2020 год
Номинация конкурса «За создание новой технологии»
Конкурсная работа «Технология автоматизированного проведения
полного цикла испытаний современных систем управления ГТД»

Цель работы

Разработка технологии автоматизированного проведения полного цикла испытаний современных систем управления ГТД, обеспечивающее значительное снижение стоимости жизненного цикла разработки за счет повышения качества и сокращения сроков создания.

Описание проблемы

При создании современных систем управления отмечается тенденция значительного усложнения, как аппаратной, так и алгоритмической составляющей агрегатов системы управления. Поэтому для повышения качества и сокращения сроков разрабатываемых систем, как показывает мировой опыт, требуется проведение большого количества исследовательских, аналитических и экспериментальных работ на начальных этапах проектирования без риска потери дорогостоящей и стратегически важной материальной части (ГТД).

Актуальность работы

Работы направленные на снижение стоимости жизненного цикла создания ГТД на сегодняшний день являются актуальными и востребованными как на отечественном, так и международном рынке создания ГТД.

Описание предлагаемого решения

Основная концепция предлагаемой технологии заключается в том, что в традиционной схеме испытаний: “ДВИГАТЕЛЬ (ОБЪЕКТ) – СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ (АГРЕГАТЫ САУ)”, ОБЪЕКТ заменяется на специализированный программно-аппаратный комплекс (ИМИТАТОР ДВИГАТЕЛЯ), позволяющим в автоматизированном режиме провести весь перечень исследовательских, аналитических и экспериментальных работ на начальных этапах проектирования без риска потери дорогостоящей и стратегически важной материальной части (ГТД).

ИМИТАТОР ДВИГАТЕЛЯ, представляет собой специализированный программно-аппаратный комплекс, работающий в режиме реального времени и позволяющий выполнять функции загрузки и вычисления математических моделей (в данном случае функциональных моделей двигателя, датчиков и исполнительных механизмов), а также прием реальных электрических сигналов от АГРЕГАТОВ САУ и, в зависимости от полученных значений на основе расчетов математических моделей, обеспечивающий выдачу в АГРЕГАТЫ САУ электрических сигналов, полностью соответствующих сигналам с реальных датчиков. Функциональная схема предлагаемого технического решения представлена на рисунке 1.

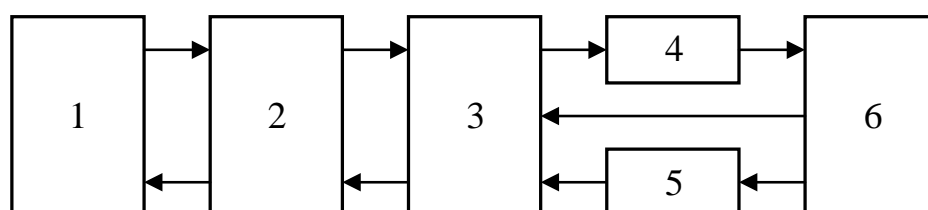


Рисунок 1 – Функциональная схема ИМИТАТОРА ДВИГАТЕЛЯ: 1 – АГРЕГАТЫ САУ; 2 – модуль имитации отказных ситуаций; 3 – модуль верификации сигналов; 4 – модуль обработки входных сигналов; 5 – модуль обработки выходных сигналов; 6 – модуль математической модели.

ИМИТАТОР ДВИГАТЕЛЯ включает в свою структуру специализированный электронный комплекс со встроенным математическим обеспечением, модернизированную кабельную проводку (со штатными разъемами в части подключения к агрегатам САУ и К) и при необходимости испытательный пульт (копия пульта, используемого на испытательных стендах), где ключевым элементом ИМИТАТОРА ДВИГАТЕЛЯ является уровень применяемого специализированного математического обеспечения способного воспроизвести возможные особенности работы имитируемого ГТД. Поэтому использование элементного описания объекта позволяет имитировать работу любого типа ГТД для существующих семейств ГТД разработки АО «ОДК-Авиадвигатель», в том числе для вновь проектируемых позиций. Конфигурация ИМИТАТОРА ДВИГАТЕЛЯ осуществляется изменением структуры взаимодействия элементов специализированного математического обеспечения и уточнением их количественных характеристик.

Таким образом АГРЕГАТЫ САУ, работая в компоновке с ИМИТАТОРОМ ДВИГАТЕЛЯ, функционируют равным счетом так, как если бы они были

подключены к реальному ДВИГАТЕЛЮ, что позволяет провести все необходимые проверки как аппаратной реализации, так и сложного программного обеспечения до проведения испытаний на реальном ГТД со значительным снижением как технических, так и финансовых рисков.

Технологическая реализуемость

Предлагаемая технология реализована на базе лаборатории для проведения полного цикла полунатурных испытаний электронных агрегатов САУ. Общий вид лаборатории представлен на рисунке 2.



Рисунок 2. Общий вид лаборатории для проведения полного цикла полунатурных испытаний электронных агрегатов САУ.

В рамках реализации технологии можно выделить основные этапы:

1. Проектирование коммуникаций программно-аппаратного комплекса (электрических цепей, системы заземления).
2. Внедрение технологии сквозного проектирования при разработке сложных систем управления.
3. Создание «имитатора двигателя». Разработка математического обеспечения: физическая модель работы двигателя, датчиков и исполнительных механизмов с возможностью работы в режиме реального времени.
4. Отладка совместной работы. Разработка специализированных кабельных линий, системы электрического питания, стендовой системы регистрации и проверка функционирования имитатора двигателя.
5. Совместная работа имитатора двигателя и реальных агрегатов САУ.
6. Разработка автоматизированной системы испытаний проведения полного цикла полунатурных испытаний электронных агрегатов САУ.

Предложенное решение запатентовано. Патент на полезную модель RU 187791 U1, 19.03.2019. Заявка № 2018139181 от 14.11.2017. Стенд для испытаний электронных агрегатов системы автоматического управления и контроля газотурбинного двигателя.

Практическая значимость

Предложенная технология автоматизированного проведения полного цикла испытаний современных систем управления ГТД внедрена в процесс разработки САУ ГТД с МЭКС в АО «ОДК-Авиадвигатель» и позволяет решать следующие задачи:

- проверка алгоритмов управления, реализованных в электронных агрегатах САУ, на соответствие техническим заданиям до начала испытаний на ГТД;
- оценка выполнения алгоритмов управления, реализованных в электронных агрегатах САУ и К (в том числе и для аварийной работы ГТД - имитация дорогостоящих испытаний, например, проверка системы встроенного контроля, алгоритмов СЗТР и т.п.) без риска потери материальной части (ГТД) с возможностью своевременной доработки алгоритмов до начала испытаний на реальном ГТД;
- исследование возможных причин нештатных ситуаций электронных агрегатов САУ и К в эксплуатации;
- доводка интерфейсов входной/выходной информации электронных агрегатов, взаимодействия с КПА;
- получение требуемого качества моделирования переходных процессов в математических моделях и испытательных стендах до начала проведения испытаний;
- доводка прикладного математического обеспечения разработки ОА «ОДК-Авиадвигатель» для интеграции в электронные агрегаты САУ и К;
- обучение персонала по обслуживанию САУ и К в эксплуатации методикам поиска и устранению неисправностей.

Команда проекта

Снитко М.А., Заместитель генерального конструктора - главный конструктор приводных ГТУ для ГПА и объектов их применения

Грибков И.Н., заместитель начальника отдела расчетно-экспериментальных работ и проектирования САУ АО «ОДК-Авиадвигатель».

Лисовин И.Г., начальник отделения систем автоматического управления АО «ОДК-Авиадвигатель».

Полулях А.И., начальник отдела расчетно-экспериментальных работ и проектирования САУ АО «ОДК-Авиадвигатель».

Тонков П.Ю., инженер отдела расчетно-экспериментальных работ и проектирования САУ АО «ОДК-Авиадвигатель».