

УДК 618.518

Г.Г. КУЛИКОВ¹, К.А. РИЗВАНОВ^{1,2}¹Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия²ОАО «НПП «Мотор», Уфа, Россия

ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНТЕГРАЦИЯ СТАДИЙ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ГТД И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ CALS

В работе приведен подход к построению архитектуры информационной модели для газотурбинного двигателя (ГТД) с его электронной системой автоматического управления, контроля и диагностики (САУКиД). Отмечено, что при применении выделенных телекоммуникационных каналов информационная технология интеграции моделей жизненного цикла ГТД совместно с его САУКиД реализуется в распределенном виде. Отмечено, что при испытаниях САУКиД ГТД на полунатурных стендах, на стендах с реальным двигателем и на самолете, они могут быть интегрированы в сквозную комплексную технологию на основе имитации основных, контрольных, диагностических сервисных и других функций. Рассматривается на этапах разработки, производства и эксплуатации ГТД.

Ключевые слова: информационные технологии, CALS-технологии, этапы жизненного цикла ГТД, система автоматического управления, контроля и диагностики.

Введение

В условиях повышения наукоемкости изделий авиационной техники – ГТД совместно с САУКиД возникает необходимость в применении современных информационных технологий, обеспечивающих высокое качество продукции на всех этапах жизненного цикла. Информационные пространства предприятий, участвующих в разработке, производстве и эксплуатации ГТД, в настоящее время достаточно полно структурированы и компьютеризированы [2, 3].

Особый интерес представляет разработка информационной технологии, интегрирующей процессы доводки и производства в ОКБ-изготовителе системы управления и ОКБ-изготовителе двигателя. Для решения данной проблемы определены требования CALS-технологий, поддерживаемые стандарты STEP [2, 4, 5].

Применение выделенных телекоммуникационных каналов позволяет реализовать указанную выше технологию в распределенном виде, т.е. физически проводя испытания параллельно в темпе эксперимента на двигательном стенде и полунатурном стенде.

1. Постановка задачи

В ходе практического применения таких решений встречаются существенные трудности информационно-технологического плана. Во-первых,

сложность процесса проведения испытания ГТД, начиная от подготовки технической документации до обработки результатов испытаний, связанная с большими материальными затратами и требующая высокой точности получения и обработки результатов. Во-вторых, до сегодняшнего дня две системы: система автоматического управления (САУ) со своей встроенной системой контроля и система контроля и диагностики состояния ГТД разрабатывались автономно.

Но появление концепции электронных систем с полной ответственностью типа FADEC позволило объединить в одну структуру систему управления, систему контроля и систему диагностики ГТД [6, 7].

Отмеченные проблемы требуют разработки научно обоснованных методов построения интегрированной модели, т.е. определения структуры ЖЦ для комплексной системы САУКиД типа FADEC и ЖЦ ГТД. Целесообразно разработать структуру ЖЦ объединения САУКиД и этапов ЖЦ, связанного непосредственно с разработкой, созданием и испытанием самого ГТД по признакам их информационных взаимодействий.

Предлагается развивать методы CALS-технологий как инструмента организации и информационной поддержки всех участников создания, производства и эксплуатации ГТД и его систем, направленных на повышение эффективности работ за счет координации и ускорения организационных и производственных процессов.

Основу данной технологии должны составить универсальный полунатурный стенд, находящийся в ОКБ–изготовителе системы управления, являющийся основным инструментом создания эксплуатационного сопровождения электронных САУКиД и содержащий в своем составе под-

системы имитации отказов, внешних условий и информационного взаимодействия с самолетными системами [8].

На рис. 1 представлена количественная характеристика имитации количества функций и степени полноты контроля.

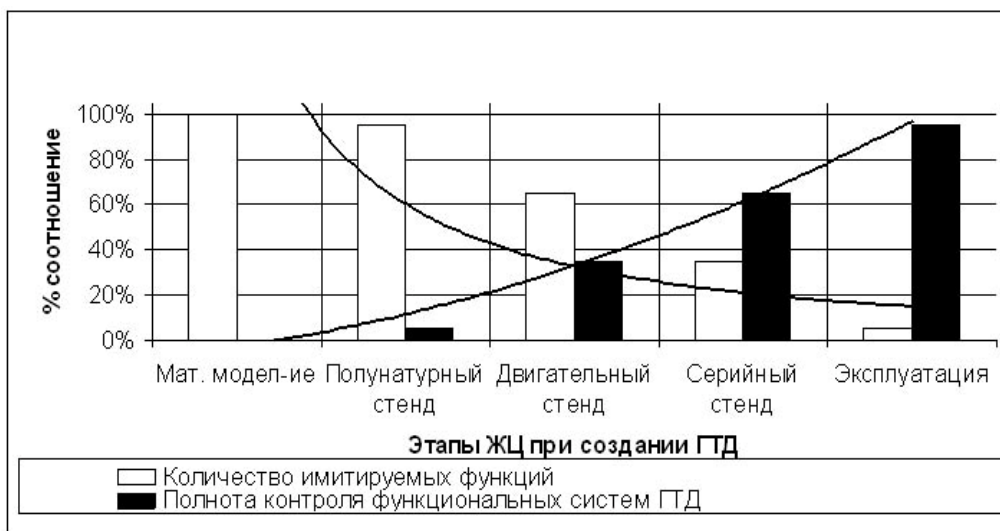


Рис. 1. Количественная характеристика имитации функций и степени полноты контроля

2. Анализ полученных результатов

Наличие указанных средств, формирующих электронное пространство, позволяет создавать различные модели ЖЦ как объективное отображение сложившихся технологических процессов и взаимосвязей на различных стадиях проектирования, производства и эксплуатации.

В такой постановке может существовать множество моделей ЖЦ ГТД, которые с разной степенью адекватности соответствуют реальным ЖЦ. В этом множестве можно выделить наиболее эффективные модели ЖЦ.

Отметим, что управление ЖЦ ГТД может эффективно осуществляться только на основе его адекватной модели. Поэтому задача создания модели ЖЦ как адекватного описания эволюционно сложившихся отношений и взаимосвязей как между организациями, так и в одной организации, отвечающих заданным требованиям формализации как необходимого условия автоматизации, является актуальной.

Одним из основных аспектов организации информационных связей и соответствующих им информационных потоков являются потоки с оперативной информацией о состоянии конкретных экземпляров самолетов и соответственно двигателей.

Оперативные данные о состоянии двигателя на этапе создания и производства определяются, преж-

де всего, данными, полученными при испытаниях. В эксплуатации данными, эквивалентными испытаниям, являются параметры работы двигателя в эксплуатации.

Анализ существующих схем организации эксплуатации ГТД в составе самолета показывает, что линейно-штабная схема организации теряет свою эффективность. Это объясняется тем, что появляется возможность непрерывного мониторинга состояния ГТД в течение его ЖЦ, в том числе эксплуатации и ремонта ГТД по его состоянию. В функциональном аспекте начинают преобладать технологии ремонта и восстановления ГТД на основе сменной модульности, когда в случае неисправности происходит замена конструктивного модуля, который затем отправляется на ремонт в специализированные предприятия. При этом предполагается, что с помощью непрерывного мониторинга во время эксплуатации определяется и состояние ГТД в целом.

Соответственно это определяет и новую схему организации управления (снабжением запасными ресурсами).

Эксплуатация и ремонт, как правило, организуются и управляются, и в какой-то части выполняются производителем и разработчиком ГТД.

Среди новых концепций перспективной представляется идея информационной интеграции стадий ЖЦ ГТД и САУКиД. Она состоит в создании

интегрированной информационной среды, позволяющей консолидировать информацию стадий ЖЦ ГТД и САУКиД.

Информационная интеграция заключается в том, что все автоматизированные системы, применяемые на различных стадиях ЖЦ, оперируют не с традиционными документами, а с формализованными информационными моделями, описывающими процессы создания и испытаний ГТД и САУКиД. Эти модели существуют в интегрированной информационной среде в электронной форме в виде информационных объектов.

Системы, которые используют те или иные информационные объекты, извлекают их из интегрированной информационной БД, обрабатывают, создавая новые объекты, и помещают в интегрированную БД [1].

Чтобы все это было возможно, информационные модели и соответствующие IT-технологии должны быть стандартизованы.

Интегрированная информационная среда представляет собой совокупность распределенных гетерогенных хранилищ данных (ХД), в которых действуют стандартные правила обработки, хранения, обновления, поиска и передачи информации, через которые осуществляется “бесбумажное” информационное взаимодействие между всеми этапами жизненного цикла как ГТД, так и его системы автоматического управления, контроля и диагностики.

Среди CALS-технологий ключевой является технология интеграции данных об изделии – PDM/PLM-технология – управление ЖЦ ГТД и САУКиД в эксплуатации. Она предназначена для управления всеми данными об изделии и информационными процессами ЖЦ ГТД и САУКиД, создающими и использующими эти данные.

Заключение

Анализ современных технологий испытаний электронных систем автоматического управления, контроля и диагностики ГТД на полунатурных стендах, на стендах с реальным двигателем и на самолете показывает, что они могут быть интегрированы в сквозную комплексную информационную технологию испытаний на основе имитации (полунатурного моделирования) основных, контрольных, диагностических, сервисных и других функций.

Для решения этой задачи можно использовать опыт создания и применения полунатурных стендов, применяемых разработчиком для испытания электронных систем автоматического управления, контроля и диагностики

Литература

1. Kulikov G.G., Thompson H.A. (Eds). *Dynamic modelling of gas turbines: identification, simulation, condition monitoring, and optimal control* / G.G. Kulikov, H.A. Thompson. – London, New York, Springer, 2004. – 309 p.

2. Погорелов Г.И. Информационная поддержка управления жизненным циклом испытаний ГТД на основе CALS-технологий / Г.И. Погорелов, Б.К. Галимханов, К.А. Ризванов // Вестник УГАТУ: науч. журн. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та. Сер. Управление, информатика и выч. техника. – 2007. – Т.9, № 4 (22). – С. 57-63.

3. Гумеров Х.С. Системная модель информационной поддержки длительных испытаний и эксплуатации газотурбинного двигателя на основе показателя остаточного ресурса / Х.С. Гумеров, Г.Г. Куликов, К.А. Ризванов // Исследования и перспективные разработки в авиационной промышленности: матер. 3-й науч.-практ. конф. молодых специалистов и ученых. – М.: ОАО “ОКБ Сухого”, 2005. – С. 583-586.

4. Погорелов Г.И. Организационно-функциональная модель процесса проведения испытаний ГТД в соответствии с CALS-технологиями / Г.И. Погорелов, К.А. Ризванов, М.Р. Азанов // Труды междунар. конф. комп. наук и информ. техн. (CSIT'2007). – Красносельск, Уфа, 2007. – Т. 2. – С. 177-180.

5. Куликов Г.Г. Формирование структуры модели жизненного цикла ГТД, отвечающей требованиям CALS-технологий / Г.Г. Куликов, К.А. Ризванов // Исследования и перспективные разработки в авиационной промышленности: матер. 4-й науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – М.: ОАО “ОКБ Сухого”, 2007. – С. 704-707.

6. Куликов Г.Г. Разработка архитектуры информационной подсистемы испытаний ГТД / Г.Г. Куликов, К.А. Ризванов // Матер. 4-й Всерос. науч.-техн. конф. – Уфа: ОАО УМПО, 2008. – С. 118-119.

7. Куликов Г.Г. Об информационной технологии, интегрирующей процессы разработки, производства и эксплуатации ГТД / Г.Г. Куликов, К.А. Ризванов, С.С. Денисова // Матер. междунар. науч.-техн. конф. – Самара, 2009. – Ч. 2. – С. 160-161.

8. Куликов Г.Г. Архитектура интегрированной информационной модели для разработки, производства и эксплуатации ГТД совместно с его системой автоматического управления, контроля и диагностики / Г.Г. Куликов, К.А. Ризванов, С.С. Денисова // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева № 3 (19) Часть 1. Спец. Выпуск, подгот. По матер. междунар. науч.-техн. конф. «Проблемы и перспективы развития двигателестроения». – 2009. – С. 244-252.

Поступила в редакцию 20.05.2010

Рецензент: канд. техн. наук, заместитель Генерального директора ФГУП " УНПП "Молния" Г.И. Погорелов, Россия.

**ІНФОРМАЦІЙНА ІНТЕГРАЦІЯ СТАДІЙ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ГТД
І СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ І ДІАГНОСТИКИ
ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ CALS**

Г.Г. Куліков, К.А. Різванов

У роботі приведено підхід до побудови архітектури інформаційної моделі для газотурбінного двигуна (ГТД) з його електронною системою автоматичного управління, контролю і діагностики (САУКіД). Відмічено, що при застосуванні виділених телекомунікаційних каналів інформаційна технологія інтеграції моделей життєвого циклу ГТД спільно з його САУКіД реалізується в розподіленому вигляді. Відмічено, що при випробуваннях САУКіД ГТД на напівнатурних стендах, на стендах з реальним двигуном і на літаку, вони можуть бути інтегровані в кризу комплексну технологію на основі імітації основних, контрольних, діагностичних сервісних і інших функціях. Розглядається на етапах розробки, виробництва і експлуатації ГТД.

Ключові слова: інформаційні технології, CALS-технології, етапи життєвого циклу ГТД, система автоматичного управління, контролю і діагностики.

**INFORMATION INTEGRATION OF LIFE CYCLE STAGES GTE AND AUTOMATIC CONTROL
SYSTEMS AND DIAGNOSTICS ACCORDING TO REQUIREMENTS CALS**

G.G. Kulikov, K.A. Rizvanov

In work the approach is led to construction of architecture of information model for GTE with its electronic automatic control system, the control and diagnostics (ACSCD). It is noticed that at application of the allocated telecommunication channels the information technology of integration of models of life cycle GTE together with it ACSCD is realised in the distributed kind. It is noticed that at tests of ACSCD GTE at seminatural stands, at stands with the real engine and by the plane, they can be integrated into through complex technology on the basis of imitation the basic, control, diagnostic service and other functions. It is considered at development cycles, manufacture and operation GTE.

Key words: Information technology, CALS-technologies, stages of life cycle GTE, system of automatic control, the control and diagnostics.

Куликов Геннадий Григорьевич – д-р техн. наук, проф., зав. каф. автоматизированных систем управления (АСУ) Уфимского государственного авиационного технического университета, Уфа, Россия, e-mail: gennadyg_98@yahoo.com.

Ризванов Константин Анварович – канд. техн. наук, начальник бригады ВТ ОАО «НПП «Мотор», доцент кафедры АСУ Уфимского государственного авиационного технического университета, Уфа, Россия, e-mail: rizvanovk@bk.ru.