

УДК 339.1

ПЕРЕДОВЫЕ ЗАРУБЕЖНЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОГРАММОЙ РАЗРАБОТКИ ИЗДЕЛИЯ В АВИАСТРОЕНИИ

Н.Г. АГЕЕВА, С.В. ГРОМОВ

Рассмотрены состояние и перспективы развития методов управления программой разработки изделия в авиастроении. Предложена современная W-модель процесса проектирования жизненного цикла. Описаны современные технологии проектирования изделия в авиастроении.

Ключевые слова: модель жизненного цикла, процессы управления, системный инжиниринг, W-процесс проектирования, стратегия, организация, технология проектирования.

Подход к разработке систем организации и управления при проектировании авиационных систем традиционно рассматривался как серия последовательных этапов по созданию нового продукта или технологии, включающих планирование, анализ требований, проектирование, разработку, интеграцию и тестирование, а также внедрение и эксплуатацию. Подход к разработке систем в виде каскадной модели жизненного цикла системы рассмотрен на рис. 1.

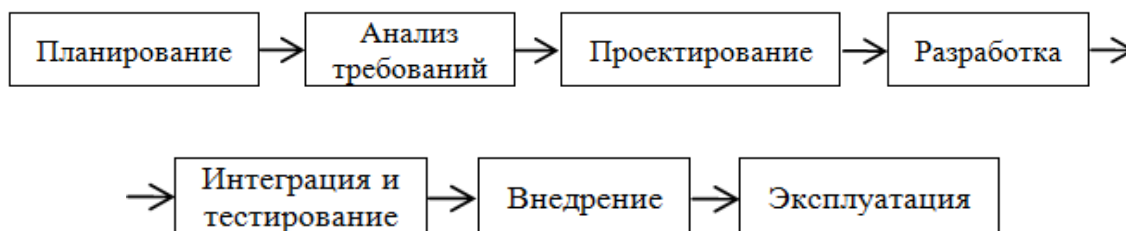


Рис. 1. Каскадная модель жизненного цикла системы

Как показали исследования, основные проблемы были связаны с плановыми сроками и бюджетом. В срок выпускалось только около 30% проектов, что приводило к прямым убыткам. Выпуск изделия на рынок всего на 6 месяцев позже может стоить компании трети планового пятилетнего показателя возврата инвестиций. Кроме того, на исправления и переделки уходило более 45% бюджета на разработку, а на исправление ошибок в дизайне тратилось от 35% до 50% общего объема работ. Инновационная деятельность имела небольшое отношение или вовсе не была связана с деятельностью основных подразделений компании. Важным становилось выявление возможности обнаружения и исправления ошибок на этапах проектирования, а не эксплуатации.

Анализ состояния процессов проектирования в условиях поставленных задач в ряде ведущих авиационных компаний мира, а также анализ управления исследованиями и разработками в российских компаниях [1; 2] показали, что возрастающая комплексность авиационных изделий вместе с растущей важностью сокращения сроков проектирования делает традиционные инжиниринговые процессы неработающими и приводящими к задержкам и, как следствие, к непредвиденным затратам.

Были выявлены следующие недостатки:

- нестабильный процесс разработки с неудовлетворительной надежностью;
- незрелость принятия решений по основным этапам жизненного цикла;
- позднее подключение поставщиков к разработкам и поставкам, а также слабый контроль соблюдения сроков поставок;

- низкий процент принятия концептуальных управленческих решений на ранних этапах проектирования;
- отсутствие общих процессов по этапам жизненного цикла, включая испытания и эксплуатацию, а также методов и инструментов демонстрационного процесса;
- отсутствие стандартных продуктов/технологий;
- большое количество поставщиков;
- только локальная спецификация под запросы клиентов;
- низкий вклад внешних источников в исследованиях и технологиях.

Так корпорация AIRBUS при создании самолета A380 понесла убытки, которые оценивались в 6 млрд. евро потерянной и недополученной выгоды, потребность в дополнительных финансах, чтобы завершить работы.

Поэтому AIRBUS была нужна программа, которая нашла бы решения для 3 наиболее горячих вопросов, а именно ускорить цикл разработки, максимизировать финансовую эффективность и сократить цену разработки. Таким образом, в программе POWER8 были сформулированы 8 инициатив для решения вышеотмеченных вопросов, которые сгруппированы в две группы, фокусирующиеся на процессах (быстрая разработка, совершенная система закупок, экономичное производство, снижение накладных расходов, максимизация денежных потоков) и структурных модернизациях (промышленная реструктуризация и т.д.). Первая инициатива касается ускорения процесса разработки, т.е. сокращения временного цикла разработок новых самолетов, повышения качества результатов инжиниринга, расширения внешних источников для научных исследований, отработки технологий и их подготовки к инженерному прорыву.

Ключевые элементы намеченных изменений [2; 3]:

- сокращение времени освоения новых развивающихся технологий с точки зрения конкурентоспособности процесса;
- перестроение полного процесса (нестабильный процесс разработки с неудовлетворительной надежностью);
- интегрированный план разработки (незрелость принятия решений);
- раннее вовлечение в процесс цепочки поставщиков (позднее подключение поставщиков и слабый контроль);
- внедрение через все предприятие виртуального инжиниринга и конструирования (низкий процент решений с первого раза);
- безупречный демонстрационный процесс дисциплины испытаний (отсутствие общих процессов, методов и инструментов);
- активная стандартизация и политика кастомизации (отсутствие стандартных продуктов);
- консолидация шаблонов и инструментов управления;
- консолидация поставщиков (множество поставщиков);
- стандартизация запросов (локальная спецификация).

Необходимость удовлетворения постоянно возрастающих потребностей рынка, таких как повышение безопасности, топливная экономичность, снижение выбросов и удешевление операций заставляет авиационных инженеров рисовать в своем воображении новые концепции изделий и технологий. Выходом из сложившейся ситуации является применение системности решения вопроса.

Исследование проблем с разработкой современных самолетов показывает, что все они относятся к вопросам интеграции конструкции и систем. Действительно, разработка всех индивидуальных систем и компонентов конструкции находится под контролем. Однако главные проблемы возникают, когда системы и компоненты конструкции интегрируются в состав изделия и иногда оказывают главный вклад в финансовую стоимость и задержку программ.

То же самое справедливо для самолета Airbus A380, который пострадал от задержки, причиной которой была система электрических проводов, усугубленная большим числом предлага-

емых конфигураций самолета. Также А400М пострадал от множества задержек, связанных с интеграцией двигателя, редуктора и системы управления.

Хорошо известный V-процесс проектирования может быть условно интерпретирован как процесс с декомпозицией и конструированием при ходе вниз и интеграцией и проверкой при ходе вверх. В условиях возрастания интегрированности и комплексности современных изделий возникает необходимость следить за функциональными характеристиками разрабатываемых систем уже на начальных стадиях разработки аван- и эскизного этапов для контроля функционала самого изделия. На процесс разработки интеграции физических систем: гидравлики, электрики, воздушной и т.д., накладываются также вопросы их интеграции с контроллерами этих систем. Таким образом, от традиционной V-схемы процесса мы приходим к W-схеме, где одна V отвечает за физические системы, а другая - за электронные.

Теперь охарактеризуем задачи или подпроцессы, которые представлены стрелками на схеме W-процесса (рис. 2).

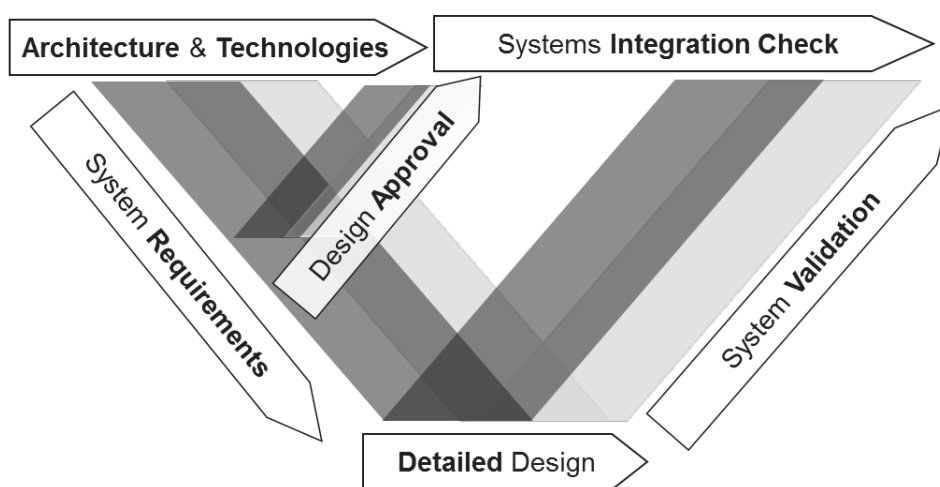


Рис. 2. W-процесс проектирования

Итак, на самом раннем этапе, используя принцип инжиниринга, построенный не на документообороте, а на обмене данными через имитационные модели составляющих изделие подсистем головной разработчик - авиационное ОКБ строит интегральную функциональную модель изделия (VIA), на которой отрабатывает архитектуру и технологию изделия (Architecture & Technology), разрабатывая интерфейсы подсистем. Эта модель служит инструментом для определения требований к подсистемам (System Requirements) и одновременно как бы «заготовкой», которая вместе с техническим заданием передается разработчику подсистемы для проработки. Далее следует очень важный и, пожалуй, ключевой момент данного подхода, а именно по завершении каждого этапа проектирования (аванпроект, эскизный проект) интегратор собирает от разработчиков созданные ими имитационные модели систем и интегрирует их в модель изделия как для анализа их работы (контроль требований), так и для проверки работоспособности самого изделия (Design Approval). Вместе с этой задачей головной разработчик может осуществлять сравнение между решениями разных поставщиков (выбор поставщиков). Что наиболее ценно - это возможность ставить и решать совершенно новые междисциплинарные и многокритериальные оптимизационные задачи и создавать новые архитектуры изделий (System Integration Check). Уже на этих этапах в процесс отработки могут быть подключены поставщики электроники. Они имеют возможность и от головного разработчика, и от поставщиков систем получать модели устройств и изделий для отработки систем управления. На ранних этапах это технологии MIL (Model-In-the-Loop), SIL (Software-In-the-Loop) и на завершающем HIL (Hardware-In-the-Loop). Начиная с этапа рабочего проектирования (Detailed Design), наряду с виртуальными уточненными моделями уже начинают создаваться модели систем реального времени.

Для разработчиков и интеграторов железной птицы (VIB) появляется возможность разработки контроллера железной птицы, используя в качестве объектов управления виртуальные имитационные модели подсистем в реальном времени, модели алгоритмов управления, электроники в варианте SIL. И наконец, на завершающей стадии разработки и сертификации изделия – опять интеграция систем самолета для их валидации (System Validation) и строительства IB (полунатурного стенда самолета) через плавный переход VIB и организация ускоренного процесса сертификации с предварительной отработкой зачетных испытаний на стенде.

Описанная таким образом технология инжиниринга систем самолета может заменить традиционный, основанный на документах и физических испытаниях, процесс разработки изделий, который, как мы уже видели, имеет характерные задержки реализации программ как минимум в 2 года со значительными финансовыми потерями (как прямыми потерями, так и неиспользованными выгодами).

Ни для кого не секрет, что разработка конструкции тесно связана с ее прочностным обеспечением, которое определяет ее вес, жесткость, прочность, долговечность и т.д. Вместе с этим это все связано с накопленными десятилетиями в ОКБ методиками, ноу-хау и результатами гигантского числа экспериментов, главным образом, находящимися в головах конкретных исполнителей. В условиях цифрового проектирования эта информация продолжала оставаться опять же в 100 документах и нормативных инструкциях. Задача капитализации этих бесценных знаний, преобразование их в форму электронных руководств или еще лучше автоматизированных процедур, объединяющих инструменты, данные и процессы, является ключевой с точки зрения сокращения сроков и повышения эффективности разработки конструкции.

Прочностное сопровождение разработки конструкции планера заключается в двух задачах: подбор исходных параметров силовой схемы планера (сечений стрингеров, толщин панелей, распределения и укладки слоев для композиционных узлов и т.д.) на этапах аван- или эскизного проекта и поверочный прочностной расчет конструкции с выходом на сертификацию по результатам рабочего проектирования. Немалую важность имеет тот факт, что если изделие разрабатывается поагрегатно несколькими группами разработчиков, то анализ прочности должен выполняться по единой нормативной расчетной базе того, кто отвечает за ресурс изделия. В противном случае вопросы сертификации и в дальнейшем определения и продления ресурса становятся неразрешимыми. В России такой нормативной базой в прошлом веке была рабоче-конструкторская документация (РКД).

В Европе наглядным примером этой проблемы является кооперация корпорации Airbus, где для того, чтобы минимизировать риски появления ошибок в сертификационных прочностных расчетах, 10 лет назад были инициированы работы по созданию единой компьютерной платформы для обеспечения расчета на прочность (на разработку была приглашена компания SAMTECH, теперь LMS – Samtech). На основе этой платформы были созданы программные комплексы PRESTO и ISAMI, которые обеспечили унификацию и рационализацию процессов, методов и инструментов анализа и сертификации внутри подразделений распределенного предприятия AIRBUS во Франции, Германии, Великобритании и Испании. За 5 лет система использована в программах A350, A400M, A320NEO, A350-1000 главным образом на этапе сертификации. В программе A350XWB система задействована в подразделениях Airbus и 37 его партнеров по кооперации. С помощью PRESTO работа по подбору начальных толщин КСС сократилась с 2 месяцев работы 3 специалистов до 1 недели одного «практиканта», а с ISAMI 5 оптимизационных итераций по конструкции – с недели до дня. Суммарно был сэкономлен 1 год из 5 от начала стадии детального проектирования до завершения сертификационных расчетов. Так или иначе, но эти разработки являлись элементами программы POWER8 по модернизации инжиниринга Airbus в плане ускорения процесса разработки изделий и сокращения затрат. Одна из задач, которые решаются подобными системами, – это проблема дефицита высококвалифицированных кадров. Методический и информационный материал, заложенный экспертами ОКБ в этот инструмент, позволил использовать для выполнения достаточно ответственных расчетов

по сути дела практикантов, которые по технологической карте выполняли последовательно требуемые расчеты.

Отдельно следует отметить стратегию институтов китайской авиационной промышленности. Их институты, например, COMAC, взяв за основу базовые процедуры Airbus, начали создавать свои собственные инструменты, которые учитывают свой сортмент материалов и типовых элементов конструкций и крепежа, наполнения соответствующих библиотек характеристик материалов, включая композиты, ресурсных характеристик типовых элементов и т.д., тем самым создавая основу для ускоренной сертификации изделий и унификации будущих проектов. Выступая на конференции Samtech 2011, представитель COMAC заявил, «что они с нетерпением ожидают увидеть, что становящийся все более совершенным и мощным продуктом ISAP будет одним из передовых инструментов, который поможет COMAC конкурировать с компаниями Airbus и Boeing». Аналогичные работы проводят AVIC-FAI (программа STRENBOX) и Исследовательский вертолетный институт AVIC 602 (программа HELISADAS).

ЛИТЕРАТУРА

1. Управление исследованиями и разработками в российских компаниях: национальный доклад. - М.: Ассоциация менеджеров, 2011.
2. **Nobelius D.** Towards the sixth generation of R&D management// International Journal of Project Management, 2004, vol.22, pp. 369-375.
3. **Maximilian von Zedtwitz, Oliver Gassmannb, Roman Boutellier.** Organizing global R&D: challenges and dilemmas // Journal of International Management, 2004.,vol.10, pp. 21-49.

ADVANCED FOREIGN METHODS OF PRODUCT DEVELOPMENT PROGRAM IN THE AIRCRAFT INDUSTRY

Ageeva N.G., Gromov S.V.

The state and development prospects of administration methods of production program of product development in the aircraft industry is considered. The modern W model of the design process of life cycle is offered. The modern design technology of construction in the aircraft industry is described.

Key words: life cycle model, management processes, system engineering, W design process, strategy, organization, design technology.

Сведения об авторах

Агеева Наталья Георгиевна, окончила МАИ (1969), доктор экономических наук, профессор МАИ, автор более 100 научных работ, область научных интересов – стратегический маркетинг, стратегия развития предприятия.

Громов Сергей Владимирович, 1974 г.р., окончил МАТИ (1997), аспирант МАИ, заместитель начальника отделения систем самолета ОАО "Корпорация "Иркут", автор 2 научных работ, область научных интересов – гидравлические и топливные системы, проектирование самолетов.