

ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ИЗДЕЛИЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ В ЕДИНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Каратанов А. В.

аспирант, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина
karatanov@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены различные в зависимости от стадий жизненного цикла информационные модели, описана их интеграция в едином информационном пространстве на стадии проектирования. Разработаны математические модели, учитывающие элементы авиационного проектирования: состав изделия, процессы проектирования, организационную структуру и наличествующие ресурсы.

Ключевые слова: единое информационное пространство, авиационная техника, проектирование, информационная модель, автоматизация, информационная поддержка жизненного цикла.

THE CONSTRUCTION OF INFORMATION MODELS OF AIRCRAFT EQUIPMENT PRODUCTS IN A SINGLE INFORMATION SPACE AT THE DESIGN STAGE

Karatanov A.V.,

PhD student, National Aerospace University "KhAI", Kharkov, Ukraine

Abstract. The article considers different information models depending on stages of life cycle and describes their integration into a single information space at the design stage. There are also worked out mathematical models that take into account the elements of aircraft design: the structure of product, design processes, organizational structure and present resources.

Keywords: a single information space, aircraft equipment, design, information model, automation, information support of life cycle.

ВВЕДЕНИЕ

Все увеличивающийся рост объемов данных, переработка которых необходима для информационной поддержки стадий жизненного цикла изделия (ЖЦИ), приводит к необходимости использования новых форм и технологий представления и взаимодействия данных бизнес-процессов (БП), материальных объектов и ресурсов предприятия. При построении информационных моделей (ИМ) изделий авиационной техники (АТ) в едином информационном пространстве (ЕИП) на стадии проектирования необходимо установить взаимосвязь между эле-

ментами изделия, процессами проектирования и организационной структурой. Указанная взаимосвязь является основным признаком целостности единой ИМ изделий АТ в ЕИП на стадии проектирования.

Укрупненная классификация информационных моделей и их связь со стадиями ЖЦ продукта приведена в табл. 1. Учитывая ориентированность данной работы на стадию проектирования, можем выделить наиболее интересные нам ИМ: конструкторская электронная модель изделия, модель процессов проектирования и разработки, модель проектно-конструкторской среды.

Классификация ИМ и их связь со стадиями ЖЦ продукта

| Стадии жизненного цикла продукта | Информационные модели | | |
|--|--|--|--|
| | Модель продукта | Модель ЖЦ продукта и выполняемых в его ходе бизнес-процессов | Модель производственной и эксплуатационной среды |
| Маркетинг | Маркетинговая (концептуальная) | Модель процесса маркетинга продукта | Модель маркетинговой среды |
| Проектирование и разработка продукта | Конструкторская | Модель процессов проектирования и разработки | Модель проектно-конструкторской среды |
| Производство или предоставление услуг | Технологическая | Модель процессов производства | Модель технологической среды |
| Реализация | Сбытовая (цены, условия продажи и пр.) | Модель процессов продаж | Модель среды, в которой осуществляются продажи |
| Ввод в эксплуатацию, техническая помощь и обслуживание, эксплуатация, утилизация | Эксплуатационная | Модель процессов эксплуатации | Модель эксплуатационной среды |

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Построение информационной модели проектирования изделий АТ в рамках методологии CALS предполагает разработку математических моделей, учитывающих элементы авиационного проектирования: состав изделия, процессы проектирования, организационную структуру и наличествующие ресурсы.

Одной из первоочередных задач является определение модели изделия ЛА как проектируемого изделия в структуре формируемого информационного пространства. Опыт инженерной практики в конструкторских бюро и научные разработки свидетельствуют, что модель изделия, целесообразно представить иерархической структурой. Родительской структурой верхнего уровня является собственно «ЛА». Узлами промежуточных уровней являются агрегаты и сборочные единицы. На нижнем уровне иерархии располагаются неделимые детали. Таким образом, определим **конструкторскую модель изделия «ЛА»** D следующим образом:

$$D = \langle \{U_i\}, \rho \rangle; \quad (1)$$

где $\{U_i\}$ – множество информационных объектов, образующих состав D ;

U_i – элемент изделия: сборочная единица, деталь и т.д.; $U_i^l = \{U_i^{l+1}\}$;

l – уровень иерархии детали (или уровень ее декомпозиции) определяемый посредством ρ , на нулевом уровне – самолет в целом, на первом – его основные компоненты: крыло, фюзеляж...

ρ – иерархический граф (т.е. граф типа «дерево»), фиксирующий связи между информационными объектами, вершинами которого являются информационные объекты, а дуги отображают отношение «имеет – принадлежит»;

t – момент времени, указывает нам на то, что модель изделия не статична, а изменяется по мере выполнения задач проектирования.

Отношения между структурными элементами в ИМ ЕИП наиболее эффективно устанавливать в виде иерархических (древовидных) представлений. Это позволяет одновременно отражать как структурные,

так и параметрические отношения при объединении структурных элементов с формированием системных связей, что исключает необходимость аналитического описания уравнений связей.

ЕИП может находиться на разных ступенях развития: от электронного архива до единой среды поддержки жизненного цикла изделий. Наиболее распространенным является представление ЕИП, как единой системы управления структурой изделий объектов, которая реализуется посредством PDM.

Методической основой любой PDM-системы является представление инженерных данных об изделии в виде древовидного или сетевого графа, вершинами которого являются компоненты изделия, связанные с ними бизнес-процессы и используемые ресурсы. С вершинами графа могут быть связаны документы и свойства (характеристики) объектов (изделий, процессов, ресурсов, документов) [1].

Корневой вершиной дерева ρ является «ЛА». Эта вершина связана с вершинами U_i^1 – представляющие собой основные сборочные единицы ЛА, которые в свою очередь связаны с вершинами U_i^2 – элементами следующего уровня детализации, а они членятся дальше пока не доходят до низшего уровня – «деталь». Каждая вершина низшего уровня связана с неким процессом и т.д.

Необходимо отметить, что некоторые объекты могут повторяться. Одни и те же детали могут входить в различные сборочные единицы.

Обычно изделия авиационной техники содержат довольно большое количество элементов: деталей, узлов и сборочных единиц, при этом каждый из них обладает собственным набором свойств, характеристик, сопроводительных документов:

$$U_i = \{p(U_i)\}_i = \langle \text{Name, Sign, Description, Type...} \rangle_i \quad (2)$$

Для полноценной и эффективной работы с изделием в ЕИП необходимо наличие множества свойств: наименование, обозначение, описание, тип, материал и т.д. Последовательная во времени t смена значений свойств $p(U_i)$ – является жизненным циклом элемента U_i изделия.

Наиболее эффективную концепцию информационного описания этапов проектирования реализует процессный подход, который предполагает управление проектированием через применение системы (сети) процессов и менеджмент процессов. Обобщенная структура процессов проектирования ЛА в нотации IDEF0, приведена в работе [2].

Для наполнения этой структуры требуется наличие в базе данных организованного представления персонала (в виде организационной структуры предприятия), материалов, оборудования и ПО, стандартов (предприятия, отрасли), включая государственные, форм документов и другой нормативно-справочной информации. Электронный архив должен содержать все документы предприятия, относящиеся к проектированию изделия.

Целесообразно описывать изделия как часть какого-либо проекта КБ. В таком случае каждому проекту соответствует ряд стадий проектирования: исследование и обоснование разработки, предварительное проектирование, эскизное проектирование, рабочее проектирование. В свою очередь каждой стадии проекта соответствует множество взаимосвязанных процессов, называемых проектными процедурами, а каждую проектную процедуру можно также представить отдельной сетью процессов, называемых проектными операциями, данная структура в общем случае носит многоуровневый характер.

Модель процессов проектирования и разработки P представим как

$$P = \langle \{PR_i\}, \psi \rangle; \quad (3)$$

где $\{PR_i\}$ – множество проектов (подпроектов), протекающих в составе проекта P ;

PR_i – конкретный проект, представляющий собой процесс проектирования изделий АТ уровня стадии, проектной процедуры, операции; $PR_i = \{p_z^i\}$;

p_z^i – простейший процесс (проектная операция);

ψ – иерархический граф (т.е. граф типа «дерево»), фиксирующий связи между процессами в проекте.

Чтобы сделать схему процесса читаемой и понятной, предлагается создавать иерархическую модель, где верхний уровень дает самое общее представление о ходе исполнения процесса, а все детали исполнения

«спрятаны» на нижних уровнях [3]. Таким образом, наиболее подходящей моделью отображения связей между процессами является древовидный граф, однако отсутствие методик проектирования архитектуры бизнес-процесса и общепринятых критериев деления сквозного процесса на подпроцессы, а также не использование системного подхода при построении иерархии процессов, приводит к тому, что большинство моделей построены неверно, а их декомпозиция ошибочна.

В качестве критерия разделения сквозного процесса на цепочку взаимодействующих подпроцессов ряд авторов советуют анализировать выходы одного этапа процесса и входы следующего [4]. Для процесса проектирования АТ таковыми будут являться элементы изделия U_i .

Декомпозиция процесса по этапам жизненного цикла объекта управления позволяет расположить этапы исполнения в естественном порядке следования. Они связаны безусловными переходами и образуют основной сценарий исполнения процесса [5].

Для каждого процесса проектирования должно быть определено исполняющее и контролирующее подразделение организационной структуры. Таким образом, требуется задать модель организационной структуры предприятия (она же **модель проектно-конструкторской среды**). Очевидно, что организационная структура КБ (S) также представляет собой иерархию.

$$S = \langle \{O_i\}, \zeta \rangle; \quad (4)$$

где $\{O_i\}$ – множество объектов организационной структуры, образующих состав S;

O_i – подразделение КБ: цех, отдел, бюро, бригада и т.д.; $O_i = \{s_z^i\}$;

$\{s_z^i\}$ – множество сотрудников (должностей), работающих непосредственно в i-ом подразделении;

ζ – отношение частичного порядка (древовидное отношение), определяющее иерархию оргструктур, а также задающее внутреннюю подчиненность (субординацию) сотрудников подразделений;

Каждый сотрудник обладает собственным набором особенностей, наиболее важными из которых являются его профессиональные компетенции:

$$s_z^i = \{p(s_z^i)\}_t. \quad (5)$$

Свойства $p(s_z^i)$ могут меняться во времени во времени t , например, изменение его профессиональных навыков после прохождения курсов.

Формулы (2) и (5) отображают множество свойств проектируемых изделий и характеристик персонала, являются основой для информационного наполнения ЕИП.

Для окончательного внедрения ЕИП необходима информационная интеграция моделей, т.е. согласование внедряемой модели ЕИП с моделями изделия, процессов производства, ресурсов и организационной структуры предприятия, на основании разработанной в работе [2] функциональной модели проектирования АТ в IDEF0. Точки интеграции представлены на рисунке 1.

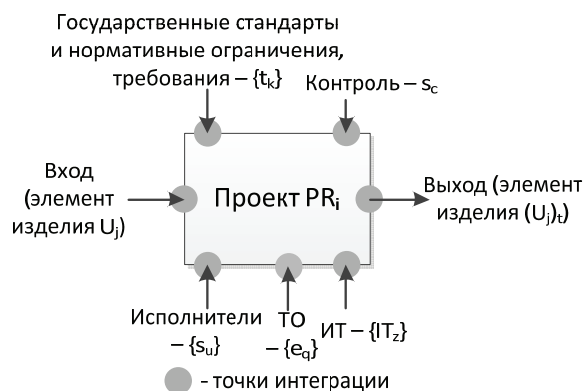


Рис. 1. Интеграция элементов различных моделей в интегрированной информационной модели авиационного проектирования в ЕИП

Разрабатываемая модель позволяет описывать взаимосвязи ее элементов:

- связь процессов и ответственных за их исполнение, а также за контроль качества и сроков;
- связь процессов проектирования и элементов состава изделия (определяется отношениями входов и выходов процессов);
- связь процессов и оборудования, ресурсов, элементов технического обеспечения (ТО);

- связь процессов и информационных технологий (ИТ), обеспечивающих информационную поддержку жизненного цикла изделия;
- связь процессов и нормативной документации;

Теперь мы можем представить интегрированную информационную модель авиационного проектирования в ЕИП (6), через элементы других моделей (1), (3) и (4):

$$IM_i = \langle \{PR_i, U_j, \{s_u\}, s_c, \{e_q\}, \{IT_z\}, \{t_k\} \rangle; \quad (6)$$

где IM_i – информационная модель i -го проекта;

$\{e_q\}$ – множество оборудования, ресурсов, элементов ТО;

$\{IT_z\}$ – множество средств информационной поддержки;

$\{t_k\}$ – множество нормативных документов регламентирующих проект.

ВЫВОДЫ

ЕИП является работоспособным для данного проекта, если каждый процесс проекта в полной мере обеспечивается средствами ИПИ и необходимым ТО. При этом ЕИП считается полноценной для данного проекта, тогда и только тогда, когда каждый процесс в этом проекте в полной мере регламентируется рядом нормативных документов, хранящихся в ЕИП, а на входы и выходы поступает информация, что также находится в ЕИП.

Данная модель является основой для организации базы данных проекта и разворачивания ЕИП на предприятии, а также может служить для оценки эффективности внедряемой ЕИП.

Список литературы

1. Применение ИПИ-технологий в задачах обеспечения качества и конкурентоспособности продукции. Методические рекомендации. – М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2004. – 104 с.
2. Каратанов А.В. Функциональная модель процесса проектирования авиационной техники в едином информационном пространстве // Системы озброєння та військова техніка. – Х. – 2012 випуск 3 (31). – С. 160–165.
3. BPMN Method and Style: A levels-based methodology for BPM process modeling and improvement using BPMN 2.0 Paperback: 236 pages. Publisher: Cody-Cassidy Press (June 1, 2009).
4. Sharp A., McDermott P., Workflow Modeling: Tools for Improvement and Application Development, 1st ed., Artech House Publishers, 2001
5. Федоров И.Г. Системный подход к выявлению бизнес-процессов методом «сверху вниз» // Прикладная информатика. — 2012. №. 5 (41), — С.5–13.