

Направления развития нормативно-методической базы управления жизненным циклом изделий авиационной техники в ПАО “Туполев”

М.М. Мазанов, А.М. Киров, В.В. Силаев (ПАО “Туполев”)

Введение

Когда началось использование систем автоматизированного проектирования (CAD), это произвело революцию в организации проектно-конструкторских работ в машиностроительных отраслях, вызвало серьезные изменения в требованиях к знаниям, навыкам и методам работы конструкторов. Но изменения эти оказались локализованы в рамках рабочего места конструктора, а в лучшем случае – рабочей группы конструкторов. Даже создавая полноценные трехмерные геометрические модели разрабатываемых изделий, конструктор был вынужден переносить информацию на бумажный носитель в виде плоских изображений – проекций и сечений 3D-модели. При этом изображения, получаемые автоматизированными способами (стандартными опциями CAD-систем), как правило, не соответствовали требованиям ЕСКД, жестко регламентирующим оформление конструкторской документации, из-за чего требовалась доработка изображений и перенос их в регламентированные форматы. Таким образом, полезный эффект, вполне закономерно ожидаемый от внедрения цифровых технологий, оказался крайне низким, поскольку всё деловое пространство вокруг конструктора осталось в рамках прежних правил: согласование, передача производству, хранение, внесение изменений и пр. Одним словом, управление конструкторскими документами по-прежнему происходило по принципам и правилам, установленным более полувека назад.

Со временем в нормах ЕСКД стали отражаться требования (или наоборот – допущения), продиктованные внедрением автоматизированных средств – например, была введена серия стандартов ГОСТ ЕСКД 2.051... 2.057. Однако изменения эти несут скорее пробный характер и не претендуют на замену конструкторского документа в его классическом понимании на электронные модели. Даваемые ими возможности являются довольно ограниченными – ввиду того, что в сферах деятельности, пристыкованных к конструкторской работе, подобные тенденции не наблюдаются или отстают. С другой стороны, эти изменения сами отстают от развития технологий CAD и автоматизированных систем управления данными об изделии (PDM).

Таким образом, высветилась проблема острой недостаточности нормативно-методического обеспечения управления процессами жизненного цикла изделия в цифровой среде.

Выявление проблем

Развитие PDM-систем и постепенное их внедрение в процессы создания наукоемкой машиностроительной продукции привело эту ситуацию к критической. Использование PDM как единой информационной системы, в которой каждый участник работ является пользователем с интерактивным доступом, требует решения вопросов установления требований к самим создаваемым данным, регламентирования процессов и взаимодействия их участников, верификации результатов работ.

Последняя проблема оказалась особенно острой для предприятий оборонно-промышленного комплекса, заказчиками которых в основном являются государственные ведомства. Принимают работу (то есть подтверждают выполнение требований контрактов) военные представительства Минобороны, которые функционируют в довольно жестко формализованном формате устоявшихся и отработанных на практике нормативных документов.

С другой стороны, эти нормативные документы имеют определенные противоречия друг с другом, как в аспекте терминологии, так и в аспекте регламентирования порядка работ. В частности, для предприятий, разрабатывающих авиационную технику, фактически одновременно действуют:

- ГОСТ РВ 15.203-2001 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Порядок выполнения опытно-конструкторских работ по созданию изделий и их составных частей. Основные положения;
- ГОСТ РВ 2.902-2005 Единая система конструкторской документации. Порядок проверки, согласования и утверждения конструкторской документации;
- Положение о создании авиационной техники военного назначения и авиационной техники специального назначения.

Соответственно, задача верификации результатов работ в среде PDM свелась не просто к установлению новых правил взаимодействия в цифровой среде, а к устранению уже имеющихся противоречий и выработке унифицированных решений (в перспективе – и для проектов по гражданской авиационной технике).

Классификация задач

Попытка решения вышеперечисленных проблем и создания единой нормативной базы была сделана в рамках одного из проектов в ПАО “Туполев”. За их решение взялась рабочая группа, в состав

которой вошли специалисты АО НИЦ “Прикладная Логистика”, конструкторы – члены проектной группы, представители дирекции программы и дирекции по качеству ПАО “Туполев”, а также специалисты от Департамента управления ЖЦИ ПАО “ОАК”.

Анализ проблематики показал целесообразность следующей классификации рассматриваемых вопросов:

- ✓ По процессам (видам деятельности):
 - проектирование – этапы разработки эскизного проекта (ЭП), технического проекта (ТП), рабочей конструкторской документации (РКД);
 - технологическая подготовка производства;
 - интегрированная логистическая поддержка;
 - послепродажное обслуживание.
- ✓ По видам данных:
 - конструкторские документы и данные (КДД);
 - электронные геометрические модели (как основная составляющая КДД);
 - технологические документы и данные;
 - электронные технологические модели;
 - технологическая документация;
 - документация на изготовление технологической оснастки;
 - эксплуатационная документация и пр.
- ✓ По видам деятельности:
 - управление проектными данными;

- управление конфигурацией;
- управление нормативно-справочной информацией;
- управление моральным устареванием и пр.

Концепция развития нормативно-методической базы управления процессами ЖЦИ выражается в создании взаимосвязанных групп документов в каждом из вышеназванных направлений, увязанных с используемыми программно-техническими решениями и объединенных в единый комплект документации.

Текущее состояние

В настоящий момент сформирована архитектура комплекса нормативных документов по указанным вопросам (рис. 1); часть из них разработана, утверждена и применяется в практических работах подразделений ПАО “Туполев” (более подробно – ниже).

Группа нормативных документов “Проектирование”

Эта группа устанавливает основные принципы и методологию проектно-конструкторских работ при использовании систем CAD/PDM:

- основным результатом работ проектных этапов и этапа разработки РКД является электронный макет изделия – ЭМКИ;
- электронный макет изделия разрабатывается на основании комплекта исходных данных – КИДП;

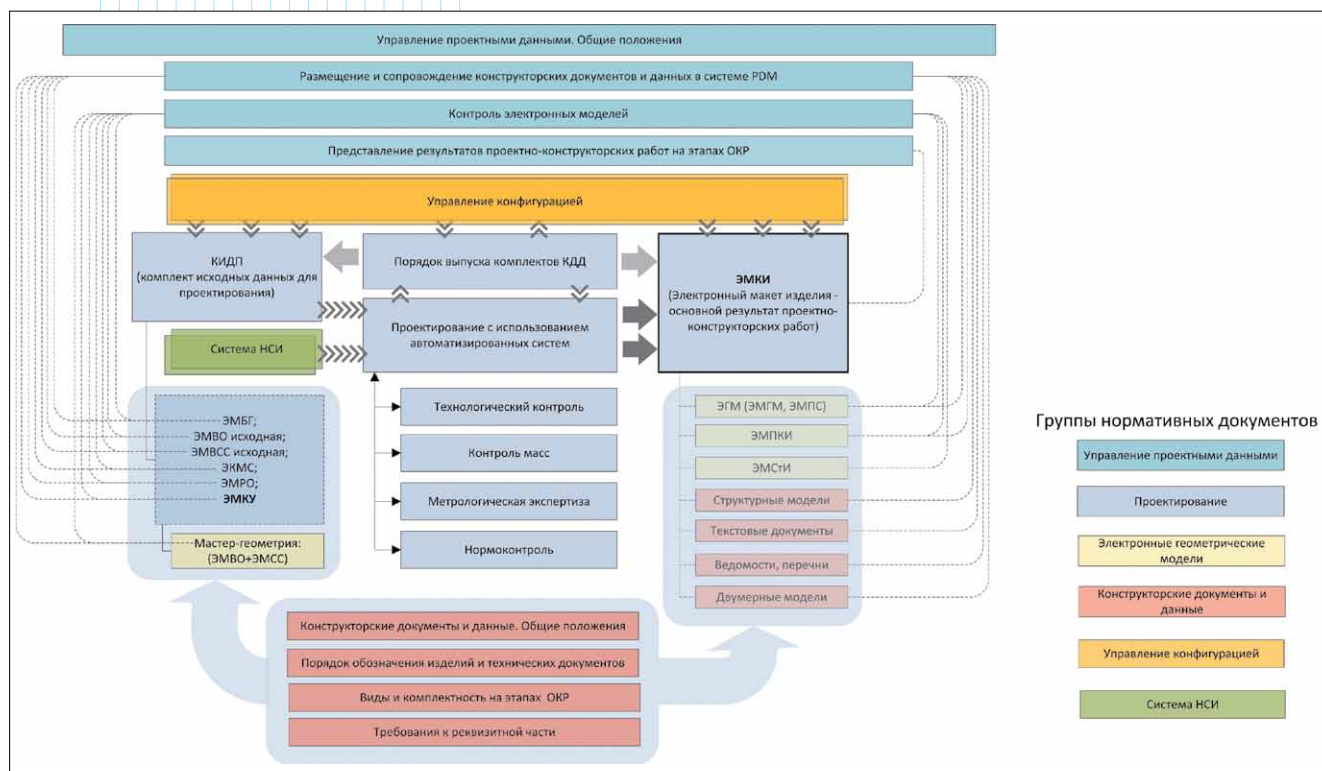


Рис. 1. Состав и структура нормативных документов, регламентирующих проектирование и разработку с применением CAD/PDM

- электронные геометрические модели КИДП и ЭМКИ создаются с привлечением технологии ассоциативных связей по следующей цепочке: базовая геометрия → исходная геометрия → мастер-геометрия → компоновочный макет (мастер-геометрия + компоновочные модели систем и распределения объемов) → ЭМКИ;

- все результаты работ подлежат утверждению по электронным процедурам выпуска с использованием *Workflow*-моделей *PDM*-системы;

- в процессе утверждения результаты работ проходят все необходимые виды контроля: согласование со смежными (профильными) службами, технологический, весовой метрологический, нормализационный контроль (с получением электронных виз исполнителей этапов согласования).

Группа нормативных документов “Конструкторские документы и данные”

Устанавливает основную терминологию рассматриваемой области, дает определения, общее предназначение и характерные особенности всех информационных сущностей, возникающих при выполнении проектно-конструкторских работ в среде *PDM*.

Введены основные понятия для структурированного хранения и обработки данных в системе *PDM*:

- информационный объект – идентифицированная совокупность данных, “неделимая” в пользовательском интерфейсе, создаваемая и обрабатываемая в каком-либо отдельном приложении *PDM*-системы или во внешней информационной системе;

- информационный набор – идентифицированная совокупность информационных объектов, созданная с какой-либо целью или отобранная по какому-либо признаку.

Определены формы представления результатов проектно-конструкторских работ и правила их трансформации:

- бумажная форма представления;
- электронная форма представления (документы и данные в виде локальных файлов);
- информационный набор (ИН) – форма представления в системе *PDM*.

При полноценном внедрении автоматизированных систем управления ЖЦИ (*PLM*) использование бумажной формы представления и простой электронной формы минимизируется.

Установлены виды конструкторских документов и данных и других технических документов, разрабатываемых на проектно-конструкторских этапах, их классификация и правила кодирования, принадлежность к комплектам и этапам, правила присвоения обозначений. Также установлены требования к реквизитной части результатов проектно-конструкторских работ в зависимости от их видов.

Группа нормативных документов “Электронные геометрические модели”

Определяет основные требования к электронным геометрическим моделям в зависимости от их видов и этапов разработки:

- геометрические модели состава КИДП (компоновочные модели, предназначенные для формирования электронного увязочного макета);

- геометрическая модель изделия собственной разработки (точная модель детали или сборочной единицы, предназначенная для запуска в производство) – аналог основного конструкторского документа;

- геометрическая (габаритная) модель ПКИ;
- геометрическая модель стандартизованного изделия;

- геометрические модели унифицированных и заимствованных изделий собственной разработки (упрощенные модели изделий, изготовление которых производится по другой документации – как правило, на бумажных носителях).

Группа нормативных документов “Управление проектными данными”

Определяет основные принципы организации управления данными об изделии на стадиях жизненного цикла, устанавливает цели, задачи и методы эффективного управления проектом, определяет общие подходы к рациональной организации труда участников проекта и способы контроля технических данных об изделии и процессов их создания. Эта группа документов находится в стадии формирования. На текущий момент установлены функции и задачи контролеров электронного макета, обеспечивающих выполнение требований к результатам проектно-конструкторских работ, определяемых спецификой применения систем *CAD/PDM*.

Группа нормативных документов “Управление конфигурацией”

Регламентирует деятельность по идентификации конфигурации, управлению изменениями, учету статуса и аудиту конфигурации. Определяет принципы и подходы к членению изделия, на основании которых создается план управления конфигурацией применительно к конкретному проекту.

Группа нормативных документов “Управление нормативно-справочной информацией”

Регламентирует деятельность предприятия по управлению нормативно-справочной информацией (НСИ), направленную на обеспечение всех информационных систем, вовлеченных в управление ЖЦИ, заимствованной из нормативных документов и справочников информацией (материалы, стандартизованные и покупные комплектующие изделия и др.). Устанавливает требования к мастер-системе управления НСИ (*MDM*)

и её взаимодействию с абонентскими информационными системами.

Таким образом, достигнутые результаты в целом покрывают потребности проектно-конструкторских этапов работ. При этом, заложенная в них идеология позволяет использовать их в качестве задела при создании полноценного комплекса нормативной документации по управлению жизненным циклом изделия и соответствующих учебно-методических материалов.

Направления развития и цели создания нормативно-методической базы управления ЖЦИ

Текущее состояние создания нормативно-методической базы управления ЖЦИ характеризуется рядом проблемных вопросов, относящихся к комплексу имеющихся документов (комплект частично требует актуализации), связанных с потребностью в методических указаниях и инструкциях, а также выработке организационных и технических решений для контроля выполнения требований документов.

Основными направлениями разработки нормативно-методических документов являются технологическая подготовка производства и выработка требований к технологическим документам и данным, управление конфигурацией, требования к разработке электронной эксплуатационной документации и электронной ремонтной документации, интегрированная логистическая поддержка и послепродажное обслуживание. Приоритетность развития и научно-методический задел по этим направлениям различаются, находясь в зависимости от практических и стратегических задач в рамках выполняемых в электронной среде проектов.

Эта концепция применяется в рамках пилотных проектов ПАО “ОАК” по внедрению технологии управления полным жизненным циклом (применительно к изделиям ПАО “Туполев”). При этом в целях минимизации затрат и консолидации научно-практического опыта предприятий авиационной отрасли в этой сфере, данная концепция может рассматриваться в качестве общего решения для всех пилотных проектов. Полученные по итогам пилотных проектов результаты будут учитывать особенности выполнения проектов в рамках различных авиационных программ, что позволит создавать на их базе унифицированные решения для организаций отрасли, которые будут максимально гибкими – для учета особенностей организационных структур и схем кооперации по разработке и производству. В перспективе такая унификация может быть положена в основу единой корпоративной (в рамках ПАО “ОАК”) нормативно-методической базы управления жизненным циклом, общей для всех дочерних компаний.

Целью создания единой связанной нормативно-методической базы для всего жизненного

цикла изделия является управление всеми (на всех стадиях) инженерно-техническими данными об изделии, которые представляют собой сложную структурированную информацию различных видов, отличающихся как по содержанию, так и по способам создания и формам хранения и представления. Все эти данные рассматриваются как взаимосвязанные; при этом их создание, хранение, передача и использование (с сохранением логических связей между всеми компонентами) обеспечиваются программно-техническими решениями *PLM* в единой информационной среде. Для этого сложного объекта управления требуется детальное определение и осмысление всех его составляющих в едином ключе.

В иностранной нормативно-технической литературе для этого понятия применяется термин “*Digital Mock-Up*” (*DMU*). Однако используемый в отечественной практике термин “электронный макет”, наиболее близкий к нему по смыслу перевода, подразумевает под собой лишь часть данных об изделии – совокупность геометрических моделей, описывающих состав, формы и размеры изделия.

Информационные сущности, составляющие *DMU* (геометрические данные, ограничения и технические данные и атрибуты), в зависимости от целей их создания или отбора по какому-либо признаку, характеризуют изделие (или процессы его создания) в следующих разрезах:

- ✓ По уровню декомпозиции изделия:
 - полный макет (данные по всему изделию);
 - макеты систем (данные по составным частям изделия).

- ✓ По назначению:
 - проектировочный макет (КИДП);
 - конструкторский макет (ЭМКИ);
 - производственный макет (технологические документы и данные)и пр.

- ✓ По представлению информации:
 - демонстрационный макет – информация, предназначенная для презентации результатов этапов работ или функционирования конечного изделия;
 - функциональный макет – информация, предназначенная для установления и отслеживания функциональных связей составных частей;
 - геометрический макет – информация, предназначенная для отображения внешней геометрии (габаритных форм и размеров) изделия.

Заключение

Комплекс вопросов, связанных с полномасштабным использованием электронного макета на всех стадиях ЖЦИ, требует отдельной глубокой проработки, в том числе с учетом практики и опыта зарубежных разработчиков авиационной техники.

Таким образом, проблема формирования единой нормативно-методической базы управления ЖЦИ (применительно к стадии разработки изделия), сводится к решению следующих пяти задач:

1 Формирование нового понятийного базиса (отсутствующего в действующей нормативной документации), связанного с использованием сложноструктурированных информационных конструкций, комплексов электронных моделей и баз данных в системах управления данными об изделии и требующих особых правил разработки и использования, отличных от правил ЕСКД.

2 Введение в обиход новых понятий и сущностей, таких как:

- комплект исходных данных для проектирования (**КИДП**) – совокупность исходных данных для разработки, являющихся первоисточником информации для предварительной компоновки и увязки систем самолета и конструкции планера, а также для дальнейшей разработки на их основе ЭМКИ стадии разработки;


- электронный макет изделия (**ЭМКИ**) – совокупность взаимоувязанных электронных моделей, чертежей, схем, расчетов и других документов и данных, определяющих состав, форму, взаимное расположение и свойства изделия и его

составных частей в объеме и со степенью детализации, необходимыми для решения задач стадии разработки;

- структурированные отчетные данные (ведомости, перечни, структурные модели) – данные, генерируемые средствами PDM-системы (то есть автоматически, в отличие от их аналогов на бумажных носителях) и являющиеся производными от информации, хранящейся в базах данных; служат для получения информации об изделии по заданным критериям.

3 Выработка возможных подходов к представлению и использованию таких информационных сущностей.

4 Разработка моделей организации процессов коллективной работы с такими информационными конструкциями, правил управления изменениями.

5 Обеспечение информационной безопасности в проектах, содержащих секретную и конфиденциальную информацию. 

Рекомендуемая литература:

International Standard ISO/FDIS 17599 Technical product documentation (TPD) – General requirements of digital mock-up for mechanical products.

◆ Выставки ◆ Конференции ◆ Семинары ◆



**INTELLIGENT
MANUFACTURING
& INDUSTRIAL IoT**

Совершенствуя настоящее, создаем будущее

Организаторы:

Redenex
Market research. Events. Business outsourcing



17-18 НОЯБРЯ 2016

Москва

Международный конгресс-выставка
**«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО
И ПРОМЫШЛЕННЫЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ»**

Глобальное событие для индустриального сообщества России и СНГ

- Промышленные роботы
- Решения в сфере IIoT
- Облачные технологии
- M2M
- Аддитивное производство
- Системы управления производством
- Big Data
- Информационная безопасность

При регистрации до 15 октября
действует скидка на участие - **15%**

www.esm-expo.ru

Генеральный партнер:

Стратегические партнеры:



info@esm-expo.ru / +7 495 780 71 18 /www.esm-expo.ru