

УДК 004.9

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ КАК ОСНОВА ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

© 2013 А.Н. Филатов¹, И.В. Никашина¹, В.А. Комаров²

¹ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», г. Самара

²Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет)

Поступила в редакцию 02.12.2013

Рассмотрены вопросы электронного технического документооборота конструкторской документации предприятия аэрокосмической отрасли. Осуществлен пересмотр и модернизация существующих на предприятии бизнес-процессов, в которых были учтены основные требования к разработке и изменению электронной технической документации.

Ключевые слова: единое информационное пространство, жизненный цикл, управление данными об изделии, электронный технический документооборот, электронный документ, электронная подпись.

Введение

Современное компьютеризированное производство уже просто невозможно представить без интегрированных систем управления данными об изделии, основанных на CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support – непрерывное развитие и поддержка жизненного цикла) технологиях. В русскоязычной литературе CALS-технологии получили распространенный термин – информационная поддержка изделий (ИПИ). В свою очередь ИПИ основывается на создании единого информационного пространства предприятия. В соответствии с этой концепцией, управление проектными и инженерными данными на предприятии осуществляется системой Windchill PDMLink (Product Data Management - управление данными об изделии).

В соответствии с концепцией развития информационных технологий в промышленно-оборонном комплексе [1], с целью построения единого информационного пространства (ЕИП) на предприятии ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», активно внедряется электронный документооборот. Это необходимо для разработки, согласования, хранения, внесения изменений, обращения электронной технической документации (ЭТД) и ведения состава изделия в элек-

тронном виде. В основу концепции положено построение ЕИП на базе прогрессивных информационных технологий. Одним из важнейших аспектов построения ЕИП предприятия является электронный архив технической документации. Только интегрируя свои автоматизированные системы (АС) в ЕИП, можно получить наибольший эффект от их использования.

Основные и наиболее ожидаемые положительные результаты от внедрения электронного документооборота:

- существенное сокращение сроков разработки конструкторской и всей сопутствующей документации с минимальным количеством извещений об изменении (разработка изделия «с первого захода»);
- коллективная работа проектно-конструкторских подразделений предприятия над проектами с разграничением прав доступа к его составным частям;
- надежное хранение и быстрый поиск информации в электронных архивах;
- максимальное использование в новых разработках отработанных и проверенных технических решений, хранящихся в базе данных (БД);
- исключение ошибок за счет устранения нескольких источников хранения одной и той же информации разных версий;
- быстрый и качественный выпуск на рынок изделия, соответствующего требованиям стандартов.

В данной статье подводятся определенные итоги создания единого информационного пространства предприятия, реализованного на ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» на базе Windchill PDMLink и CreoElements/ Pro.

Филатов Александр Николаевич, начальник управления информационных технологий. E-mail: d0088@samspace.ru

Никашина Ирина, инженер.

E-mail: nikashina.irina@gmail.com

Комаров Валерий Андреевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой конструкции и проектирования летательных аппаратов.

E-mail: vkomarov@ssau.ru

ЕИП предприятия

Концепция информатизации базируется на создании ЕИП, которое представляет собой совокупность баз и банков данных, технологий их ведения и использования, информационно-теле-коммуникационных систем и сетей, функционирующих на основе единых принципов и по общим правилам, обеспечивающим информационное взаимодействие организаций и граждан, а также удовлетворение их информационных потребностей. Или другими словами ЕИП (Shared Data Environment) – это единая интегрированная информационная рабочая среда совместно используемых данных для всех участников ЖЦ изделия.

Можно выделить основные свойства единого информационного пространства предприятия:

- вся информация и документация представлена в электронном виде;
- ЕИП содержит всю имеющуюся информацию об изделии;
- ЕИП является единственным источником всех данных об изделии;
- ЕИП строится только на основе международных, государственных и отраслевых информационных стандартов.

На данный момент можно выделить несколько стадий внедрения ЕИП на предприятии (рис. 1).

Выбор PDM-системы

Для достижения на предприятии всего выше перечисленного, необходимо внедрение PDM-системы, которая позволяет создать единую интегрированную среду управления инженерными данными и проектами. Безусловно, выбор системы управления инженерными данными, процесс очень сложный, трудоемкий, требующий внимания и больших усилий. Система Windchill в пол-

ной мере реализует все функции, необходимые для полноценного электронного документооборота на предприятии: классификацию и хранение документов с возможностью разграничения прав доступа, проведение изменений и их согласование в электронном виде, поиск по атрибутам и содержанию, взаимодействие с системой автоматизированного проектирования CreoElements/Pro и многое другое.

Разработчики, конструкторы, технологии и другие специалисты в рамках ЕИП могут оперативно обмениваться информацией по изделию, отслеживать изменения в конструкторских документах, которые становятся им доступны уже на этапе проектирования, что позволяет предварительно их оценить (до начала этапа согласования) и сформировать свои предложения по корректировке.

Основной единицей хранения данных об изделии является электронная структура изделия (ЭСИ), создаваемая на основе трех объектов Windchill: «Документ», «CAD-Документ» и «Часть» – имеющая два представления. Представление Design (конструкторский состав изделия) содержит документацию, разработанную сотрудниками тематического и конструкторского подразделения. Другое представление – Manufacturing (технологическое) – формируется на основе первого представления и содержит данные об изделии, разработанные сотрудниками технологического подразделения предприятия. Следует отметить, что они могут изменяться независимо друг от друга, сохраняя при этом информационную связь между собой.

Ассоциативная связь между конструкторской и технологической структурами изделия позволяет максимально эффективно управлять изменениями и визуализировать их. Таким образом, применение связки CreoElements/Pro - Windchill позволило реализовать на практике технологию интегрированного информационного пространства и управления данными на различных этапах жизненного цикла изделий.



Рис. 1. Стадии внедрения ЕИП

ДЭ и ЭП

В данный момент конечным результатом конструкторской интеллектуальной деятельности является бумажный документ (чертеж). Но после внедрения ЭП (электронная подпись) силу подлинника приобретает не только чертеж, выполненный в электронном виде, но и ассоциативно связанная с ним 3D модель, которая подписывается ЭП так же, как и чертеж.

Согласно ГОСТу 2.051-2006, электронный документ (ДЭ) состоит из двух частей: содержательной и реквизитной. «Электронный документ: Документ, выполненный как структурированный набор данных, создаваемых программно-техническим средством» (рис. 2). Вместе с тем ГОСТ 2.001-93: «Конструкторский документ в электронной форме (электронный документ): Документ, выполненный как структурированный набор данных, создаваемых программно-техническим средством». Таким образом, электронный технический документ (ЭТД) – это конструкторский документ, выполненный в электронной форме как структурированный набор данных, создаваемых программно-техническим средством.

Содержательная часть состоит из одной или нескольких информационных единиц, содержащих необходимую информацию об изделии. Со-

держательная часть может состоять раздельно или в любом сочетании из текстовой, графической, аудиовизуальной (мультимедийной) информации.

Реквизитная часть состоит из структурированного по назначению набора реквизитов и их значений. Номенклатура реквизитов ДЭ - по ГОСТ 2.104. В реквизитную часть ДЭ допускается вводить дополнительные реквизиты с учетом особенностей применения и обращения ДЭ. Номенклатуру дополнительных реквизитов и правила выполнения и отображения визуально воспринимаемом виде устанавливает разработчик.

Жизненный цикл ЭТД состоит из следующих стадий (рис. 3):

- создание ЭТД (создание реквизитной и содержательной частей ЭТД);
- выпуск ЭТД;
- распространение и использование ЭТД, а также подготовка предложений по внесению изменений;
- внесение изменений в ЭТД по ИИ;
- аннулирование ЭТД;
- уничтожение ЭТД (удаление всех данных реквизитной и содержательной частей ЭТД).

На протяжении всего жизненного цикла ЭТД характеризуется номером версии, который состоит из ревизии (буквы) и итерации (цифры). Вер-

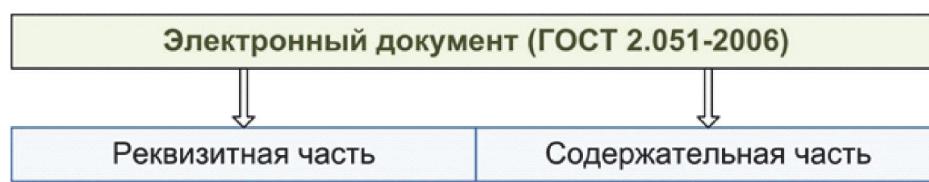


Рис. 2. Электронный документ



Рис. 3. Жизненный цикл ЭТД

- «В работе»;
- «На проверке»;
- «Согласовано»;
- «Выпущено»;
- «Отменено».



Рис. 4. Статусы версий ЭТД

сия ЭТД однозначно характеризует документ в системе управления инженерными данными.

Устанавливаются обязательные статусы версии ЭТД (рис. 4):

В системе Windchill для подписания ДЭ применяются два вида ЭП (согласно п.5 положения №0043-13 об использовании электронной подписи в корпоративных информационных системах предприятия): простая ЭП и усиленная неквалифицированная ЭП (в соответствии с требованиями ст. 5 Федерального закона от 06.04.2011 г. №63-ФЗ «Об электронной подписи»).

Простой ЭП является электронная подпись, которая посредством использования ключа подтверждает факт формирования ЭП конкретным пользователем. Ключом простой ЭП является сочетание 2-х элементов – уникального идентификатора пользователя и пароля ключа. Идентификатором является имя пользователя (логин), а паролем ключа – определенная последовательность символов. Подписание ДЭ простой ЭП осуществляется в рамках утвержденных на предприятии бизнес-процессов (согласование КД, изменение КД, ЛЗ, предварительное согласование). При подписании ДЭ простой ЭП в соответствующих атрибутах ДЭ в Windchill сохраняются дополнительные атрибуты пользователя (ФИО, должность, № подразделения) (рис. 5).

Усиленной неквалифицированной ЭП является электронная подпись, которая получена в результате криптографического преобразования информации в ДЭ с использованием ключа ЭП. Такая подпись позволяет определить лицо, подписавшее ДЭ и обнаружить факт внесения изменений в ДЭ после момента его подписания.

Для подписания ДЭ усиленной неквалифицированной ЭП необходимо выполнение следующих условий:

- ключ ЭП, предъявленный при подписании, соответствует выбранному сертификату ключа проверки ЭП;
- сертификат ключа проверки ЭП, выбранный при подписании, не утратил своей силы (действует);
- пароль ключа ЭП правильно введенный владельцем.

В отличие от простой подписи, результатом подписания ДЭ усиленной неквалифицированной ЭП является набор данных, который может храниться как в отдельном файле подписи, так и в реквизите (атрибуте) ДЭ.

Нисходящее проектирование в САПР Creo Elements\Pro

В качестве базовой САПР на предприятии выбрана система Creo Elements\Pro. Использование нисходящего проектирования предусматривает создание многоуровневой управляющей структуры, содержащей всю основную геометрию и базовые параметры проектируемого изделия. В основе управляющей структуры лежат модели мастер-геометрии (скелетоны). Данные из мастер-геометрии верхнего уровня передаются на нижестоящий уровень и дополняются уточняющей геометрией, позволяя, таким образом, сформировать концептуальную схему проектируемого изделия. Разветвленная схема управляющей структуры дает возможность организовать параллельную работу разных подразделений про-

Статус	Наименование задачи	Роль	Тип подписи	Выбор	Завершено	Табельный	Подразд.	Должность
	Выберите отдел нормоконтроля	...Исполнитель		...	Никашина Ирина Викторовна	164398	2883	Инженер-программист 2 кат.
✓	Утвердите документацию	...Утверждающий	✓	Утверждено	Никашина Ирина Викторовна	164398	2883	Инженер-программист 2 кат.
✓	Согласуйте документацию	...Согласующий	✓	Согласовано	Никашина Ирина Викторовна	164398	2883	Инженер-программист 2 кат.
✓	Нормоконтроль, проверка документации	...Нормоконтролер	✓	Согласовано	Никашина Ирина Викторовна	164398	2883	Инженер-программист 2 кат.
✓	Выберите нормоконтролеров для проверки до	...Исполнитель	✓	Отправить	Никашина Ирина Викторовна	164398	2883	Инженер-программист 2 кат.
✓	Выберите отдел нормоконтроля	...Исполнитель	✓	1310	Никашина Ирина Викторовна	164398	2883	Инженер-программист 2 кат.
✓	Метрологический контроль	...Метрологический контроль	✓	Согласовано	Никашина Ирина Викторовна	164398	2883	Инженер-программист 2 кат.
✓	Выберите метрологов	...Исполнитель	✓	Да	Никашина Ирина Викторовна	164398	2883	Инженер-программист 2 кат.
✓	Отправить метрологическому контролю	...Исполнитель	✓	Да	Никашина Ирина Викторовна	164398	2883	Инженер-программист 2 кат.
✓	Согласуйте документацию (начальник отдела,	...Начальник отдела	✓	Согласовано	Никашина Ирина Викторовна	164398	2883	Инженер-программист 2 кат.
✓	Отправить технологическому контролю	...Исполнитель	✓	Нет	Никашина Ирина Викторовна	164398	2883	Инженер-программист 2 кат.
✓	Проверьте документацию	...Проверяющий	✓	Согласовано	Никашина Ирина Викторовна	164398	2883	Инженер-программист 2 кат.
✓	Отправьте документы на согласование	...Исполнитель	✓	Никашина Ирина Викторовна	164398	2883	Инженер-программист 2 кат.	

Рис. 5. Страница согласования изменений в Windchill

ектантов и конструкторов. Заключительным этапом является создание реальных конструкторских моделей деталей и узлов со ссылками на мастер-геометрию и выпуск конструкторской документации (КД).

Электронная модель изделия

Электронной моделью изделия (ЭМИ) согласно ГОСТу 2.052-2006 является электронный конструкторский документ, содержащий всю необходимую информацию об изделии, включая его геометрическую форму, размеры и иные свойства изделия, зависящие от его формы и размеров; служит основой для создания чертежей, проведения различных видов анализов, разработки технологической оснастки и управляющих программ для станков с ЧПУ, подготовки интерактивных электронных документов. На всех стадиях разработки изделия обеспечивается соответствие (ассоциативная связь) электронных моделей и выпускаемых по ней чертежей.

Бизнес-процессы на предприятии

На сегодняшний день задача реализации инновационных научно-технических задач при создании перспективных разработок привела к пересмотру существующих на предприятии бизнес-процессов. В данный момент используется смешанный документооборот, включающий в себя согласование КД в бумажном и электронном видах. В свою очередь после внедрения ЭП (ФЗ №63 от 06.04.2011) ЭТД приобретает юридическую силу и становится полноправным подлинником. Для реализации электронного документооборота в Windchill были проведены работы по реинжинирингу существующих на предприятии бизнес-процессов согласования и изменения электронных конструкторских документов. Согласно определению М. Хаммера и Д. Чемпи [6] реинжиниринг бизнес-процессов (BPR – Business Process Reengineering) определяется, как « ... переосмысление и перепроектирование бизнес-процессов (БП) для достижения коренных улучшений в основных показателях деятельности предприятия». После существенных изменений система управления рабочими потоками (workflow) позволяет оперативно объединять исполнителей из различных подразделений внутри предприятия в сквозные бизнес-процессы, которые контролируются руководством предприятия как единое целое. В эту систему входят средства электронного обмена сообщениями и маршрутизации, которые позволяют организовать непосредственный обмен результатами работы между участниками процесса, производя

при этом мониторинг выполнения работ по проектированию, а так же позволяет обеспечить полное включение в процесс всех задействованных подразделений предприятия.

Описываемые ниже процессы были существенно модернизированы согласно всему выше-перечисленному и в данный момент находятся в состоянии отработки и тестирования на тестовых серверах предприятия:

1) Автоматизированный процесс предварительного согласования ЭТД, который предназначен для предварительного согласования ДЭ в системе Windchill. Данный процесс рекомендуется проводить перед проведением окончательной процедуры согласования документации в целях минимизации отклонений согласующими лицами.

2) Автоматизированный процесс «Согласование КД» предназначен для проведения в среде Windchill согласования и утверждения ЭТД, в ходе которого объектам согласованиям присваивается статус «Выпущено».

3) Автоматизированный процесс изменения предназначен для проведения согласования и утверждения изменений ЭТД в среде Windchill. Процесс запускается на объекты, находящиеся в состоянии «Выпущено».

Заключение

Электронный технический документооборот является основополагающей идеей информационных технологий, которые призваны для сокращения сроков разработки, повышения качества и снижения затрат на производство изделия. Исходя из сказанного выше, отметим, что инновационное развитие предприятия непосредственно связано с внедрением ЕИП во все стадии ЖЦ изделия. При пересмотре и модернизации существующих на предприятии бизнес-процессов были учтены основные требования к разработке и изменению ЭТД. Кастомизация системы управления инженерными данными, развитие и модернизация действующих ГОСТОв на конструкторскую документацию позволят преодолеть существенные преграды на пути автоматизации проектирования производства, что в свою очередь, приведет к желаемым результатам снижения сроков изготовления и ввода в эксплуатацию изделия с минимальным количеством извещений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция развития ИПИ-технологий для продукции военного назначения, поставляемой на экспорт /А.А. Суханов, О.Н. Рязанцев, С.А. Артизов, А.Н. Бриндиков, Н.И. Незаленов, А.В. Карташев, П.М. Елизаров, Е.В. Судов. М.: НИЦ CALS «Прикладная логистика», 2013.

2. Никашина И.В., Филатов А.Н., Микушкина С.М. Электронный технический документооборот конструкторской документации // Мат-лы научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии 2013», Самара, СГАУ. 2013. С.132-136.
3. Кременецкая М.Е. Модели управления единым информационным пространством научно-производственного предприятия // Мат-лы научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении-2012». Самара, СГАУ. 2012. С.203-207.
4. Концепция развития ИПИ-технологий для продукции военного назначения, поставляемой на экспорт / А.А. Суханов, О.Н. Рязанцев, С.А. Артизов, А.Н. Бриндиков, Н.И. Незаленов, А.В. Карташев, П.М. Елизаров, Е.В. Судов. М.: НИЦ CALS «Прикладная логистика», 2013.
5. Бакаев В.В., Судов Е.В., Гомозов В.А. и др. Информационное обеспечение, поддержка и сопровождение жизненного цикла изделия. Справочно-учебное пособие. М.: Машиностроение-1, 2005, 645 с.
6. Хаммер М., Чамти Дж. Рейнжининг корпорации: Манифест революции в бизнесе [пер. с англ.]. СПб.: Издательство С.-Петербургского университета, 1997. 332 с.
7. Создание единого информационного пространства энергомашиностроительного холдинга // Информационные системы. 2011. №1. С.46-51.
8. Филатов А.Н., Стерликов К.В., Микушкина С.М. Технология исходящего проектирования изделий РКТ, основанная на решениях компании PTC // Автоматизация проектирования. 2013. №2. С.46-49.
9. Карапанов А.В., Дружинин Е.А., Павленко Т.Ю. Анализ методологий создания единого информационного пространства авиационного предприятия // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. 2012. № 55.

TECHNICAL DATA MANAGEMENT OF DESIGN DOCUMENTATION AS A BASIS OF THE SHARED DATA ENVIRONMENT OF THE ENTERPRISE OF SPACE SPHERE

© 2013 A.N. Filatov¹, I.V. Nikashina¹, V.A. Komarov²

¹ Space Rocket Center «TsSKB-Progress», Samara

² Samara State Aerospace University named after Academician S.P. Korolyov
(National Research University)

In article, questions of electronic technical data management of design documentation of the enterprise of space sphere are considered. Revision and modernization of business processes existing, in which the main requirements to development and change of digital document were considered, is carried out.

Keywords Shared data environment, lifecycle support, product data management, technical data management, digital document, electronic digital signature

Alexander Filatov, Head of the Department of Information Technologies. E-mail: d0088@samspace.ru
 Irina Nikashina, Engeneer. E-mail: nikashina.irina@gmail.com
 Valeriy Komarov, Doctor of Technics, Professor, Head at the Aircraft Design Department. E-mail: vkomarov@ssau.ru