

## **Практический опыт организации системы электронного конструкторского документооборота в ОАО «ЦКБА»**

О.А. Привалова, А.Р. Музафаров, О.Я. Музафарова, В.В. Вольман, Н.И. Наумова

### **Аннотация**

Описывается опыт и результаты внедрения системы электронного конструкторского документооборота в ОАО «Центральное конструкторское бюро автоматики».

В результате выполнения работ были отработаны основные механизмы документооборота, разработан комплект стандартов по электронному конструкторскому документообороту, выполнено обучение специалистов предприятия и начата разработка комплекта конструкторской документации в электронном виде для вновь разрабатываемых изделий.

### **Ключевые слова**

Информационная поддержка изделий; система электронного документооборота; электронный документ; электронная структура изделия; электронная цифровая подпись

Переход от традиционных технологий, методов и средств организации инженерного труда к системам автоматизированного проектирования (САПР) породил проблему управления огромным количеством файлов на протяжении всего жизненного цикла изделия, которую невозможно решить средствами операционной системы или файловых менеджеров [1]. Кроме того, бумажная документация и способы представления информации в ней ограничивают возможности использования современных информационных технологий, например, трехмерную модель изделия, созданную в САПР, невозможно адекватно представить на бумаге. Решить эту проблему можно только последовательно, реализуя концепцию CALS-технологий(ИПИ-технологий) в рамках

интегрированной информационной среды (ИИС) предприятия.

Конечной целью проводимых в ОАО «ЦКБА» работ по внедрению ИПИ-технологий является сбор всей информации об изделии в интегрированной базе данных (БД) и обеспечение совместного использования этой информации в процессах проектирования, производства и эксплуатации.

Работы по созданию ИИС на предприятии начались в 2002 году с разработки концепции, которая определила вектор дальнейшего развития CALS технологий на предприятии. Следующим этапом по внедрению CALS технологий стало создание материально-технической базы. В течение 2003–2004гг. на предприятии активно велись работы по созданию централизованной структурированной кабельной системы, оборудованию серверных и кроссовых помещений, приобретению серверного оборудования и лицензионного программного обеспечения, особое внимание уделялось вопросам информационной безопасности. Реализация вышеперечисленных подготовительных мероприятий позволила перейти к следующему этапу организации ИИС.

Системообразующую роль в организации интегрированной информационной среды выполняет система управления данными об изделии (PDM). Работы по внедрению PDM системы STEP Suite были начаты в 2005 году.

Одним из базовых объектов в PDM является электронный документ, в том числе электронная структура изделия (ЭСИ). PDM обеспечивает создание электронных документов на основе файлов, разработанных в системах автоматизированного проектирования, присвоение ему статусов и атрибутов, подписание электронной цифровой подписью (ЭЦП), проведение изменений [2].

Формирование архива электронных конструкторских документов осуществлялось последовательно в два этапа. На первом этапе формировался архив электронных растровых копий для изделий, уже имеющих комплект бумажных подлинников конструкторских документов. На втором этапе разработка комплектов подлинников выполнялась до определенной стадии разработки в электронном виде без оформления бумажных подлинников.

Наиболее сложной задачей внедрения системы электронного конструкторского документооборота является ограниченная нормативная база по его ведению. Изменения, внесенные в 2006г. в ЕСКД, фактически только узаконили существование электронных конструкторских документов, предоставив возможность предприятиям самостоятельно решать вопросы практической реализации электронного документооборота. С другой стороны, действующие стандарты, регламентирующие разработку конструкторской документации, например, стандарты системы постановки изделий на производство, предусматривают только бумажные подлинники. Поэтому в

процессе внедрения электронного документооборота был разработан комплекс стандартов организации, который регламентирует весь процесс создания электронных документов, их согласования и утверждения, учета и внесения изменений в условиях двойного (электронного и бумажного) документооборота. Основное назначение разработанного комплекса стандартов ИПИ состоит в установлении единых правил выполнения, оформления и обращения документов, разрабатываемых в электронном и бумажном виде, которые обеспечивают:

- единообразные способы информационного взаимодействия участников разработки документов в электронном виде;
- применение современных методов и средств при проектировании изделий;
- стандартизацию программных средств, используемых при разработке документов в электронном виде;
- возможность организации безбумажного документооборота.

На первом этапе на основе спецификаций были сформированы ЭСИ изделий, имевших комплект бумажных подлинников и электронных документов на магнитных носителях, выполненных по ГОСТ 28388. Электронная структура изделий формировалась на основе созданных справочников. Справочники электрорадиоизделий (ЭРИ), стандартных изделий и материалов представляют собой ограничительный перечень предприятия, элементы, помещаемые в справочник, в соответствии со стандартом организации проходят обязательное согласование с соответствующими службами предприятия. Далее с каждой деталью (сборочной единицей) ЭСИ связывается комплект электронных документов, который может формироваться двумя способами. Для бумажных документов электронная растровая копия создается в PDM на основе файла, полученного сканированием в единый формат .pdf. Для документов на магнитных носителях, выполненных по ГОСТ 28388 (электронные документы, разработанные и хранящиеся в исходном формате САПР, и, как правило, не имеющие бумажного представления), формируется в PDM восстановленный электронный подлинник на основе файла с магнитного носителя. Электронным растровым копиям в соответствии с ГОСТ 2.104 устанавливается реквизит «Код документа в зависимости от характера использования» «4 – копия» и присваивается статус «Копия верна». Электронным подлинникам, полученным из файлов документов, разработанных по ГОСТ 28388, устанавливается реквизит «Код документа в зависимости от характера использования» «2 – подлинник» и присваивается статус «Восстановлен с подлинника. Верно».

Одним из обязательных реквизитов электронного конструкторского документа является цифровая электронная подпись (ЭЦП).

На основании Федерального закона от 10 января 2002 г. № 1-ФЗ "Об электронной цифровой

подписи" [3] был разработан стандарт организации, действие которого распространяется на электронную цифровую подпись, действующую в рамках системы электронного документооборота PDMStepSuite ОАО «ЦКБА».

Стандарт обеспечивает правовые условия использования электронной цифровой подписи в электронных конструкторских, технологических, программных и других документах, разрабатываемых в электронном виде в системе электронного документооборота PDMStepSuite, при соблюдении которых электронная цифровая подпись в электронном документе признается равнозначной собственноручной подписи в документе на бумажном носителе.

На базе ОАО «ЦКБА» был создан удостоверяющий центр (УД) по выдаче ЭЦП пользователям системы PDMStepSuite. На основании заявки уполномоченный УД создает ключ и сертификат ЭЦП. Создание открытого, закрытого ключа и сертификата ЭЦП осуществляется удостоверяющим центром на основании оформленной электронной заявки, согласование которой выполняется по шаблону электронного согласования. Закрытый ключ подписи выдается пользователю под роспись в журнале, таким образом, сотрудник ассоциируется со своей ЭЦП по собственноручной подписи и серийному номеру сертификата ключа подписи.

С начала 2010 года было принято совместное решение с представительством заказчика оформлять документацию, предназначенную для изготовления и испытания опытного образца (опытной партии) до присвоения литеры О, только в электронном виде. При этом комплект электронных подлинников для вновь разработанных изделий оформляется по соответствующим шаблонам статусами, заверенными электронными цифровыми подписями, комплект бумажных подлинников оформляется с электронных подлинников, откорректированных по электронным извещениям об изменении, выпущенных по результатам изготовления и предварительных испытаний опытного образца. Таким образом в результате будут получены комплекты аутентичных электронных и бумажных подлинников в полном соответствии с действующими в настоящее время государственными стандартами.

Электронные подлинники документов помещаются в модуль PDM как ассоциированные с соответствующей деталью (сборочной единицей). В этом случае ЭСИ в системе PDMStepSuite формируется поэтапно, в зависимости от стадии разработки конструкторской документации. Первоначально отделом главного конструктора на основании схемы деления изделия на составные части формируется исходная ЭСИ, состоящая из сборочных единиц, затем схемотехник и/или конструктор формирует состав сборочной единицы, используя справочники ЭРИ, стандартные изделия и материалы в PDM.

Система PSS имеет встроенный модуль управления потоками работ (Workflow), относящийся к классу систем автоматизации процессов на предприятии [4]. Деловой процесс описывается с помощью шаблона, декомпозирующегося на последовательность действий. Система управления потоками работ PDMStepSuiteWorkflow позволяет управлять деловым процессом, запускающимся с помощью шаблона. Процесс состоит из одного или последовательности заданий, в которые на момент выполнения преобразуются действия. В рамках выполнения задания могут быть инициализированы один или несколько процессов, являющихся подпроцессами выполняемого. В выполнении процесса участвуют:

- владелец процесса;
- ответственный за контроль процесса;
- координатор задания;
- исполнитель задания.

Система управления потоками работ PSS Workflow является системой с жестким типом управления движения заданий. Это означает, что все процессы выполняются по утвержденному набору шаблонов, описывающему деловые процессы предприятия. Разработка описаний шаблонов и их утверждение осуществляется в электронном виде. Порядок разработки и утверждения шаблонов процессов определен стандартом организации.

Важной составной частью документооборота является процесс изменения документов. Процесс внесения изменений, как правило, более сложный по сравнению с оформлением подлинника даже при обычном бумажном документообороте, осложняется необходимостью синхронной корректировки двух подлинников. Простое дублирование процессов изменения электронных и бумажных подлинников приведет к усложнению процессов и потере преимуществ электронного документооборота. Решением может быть получение оригиналов бумажных документов, в т.ч. извещений об изменении с согласованных электронных документов с последующим оформлением из них подлинников. При этом количество подписей на бумажном документе должно быть сокращено до минимально установленного нормативными документами, например, по ГОСТ 2.102-68 допускается в качестве подлинника использовать оригинал, завизированный подлинными подписями лиц, разработавших данный документ и ответственных за нормоконтроль. Все согласования электронных конструкторских документов со службами предприятия должны выполняться в электронном виде с использованием подсистем электронной почты и управления потоками работ (Workflow).

Работоспособность сложного процесса синхронного внесения изменений в два комплекта

подлинников невозможна без жесткой регламентации порядка прохождения электронных и бумажных документов в процессе согласования, который может быть обеспечен комплектом шаблонов процессов подсистемы Workflow.

Еще одной особенностью внесения изменений в электронные подлинники является оформление новой версии подлинника при каждом изменении, тогда как бумажный подлинник заменяется, как правило, только при значительных изменениях. Достаточно часто условием согласования и утверждения новой версии документа являются именно правила его введения в действие, например, измененная деталь может быть применена только в следующей серии изделий и не может использоваться в текущем производстве. Наиболее оптимальным в этом случае является согласование новой версии электронного документа и извещения об изменении в одном процессе, т.к. разрыв по времени согласования версии документа и извещения об изменении при их достаточно большом количестве увеличит время согласования извещения (повторное рассмотрение ранее утвержденной неактивной версии документа при согласовании извещения).

ЦКБА разрабатывает сложные радиоэлектронные устройства, в комплект конструкторской документации которых входят схемы, чертежи и текстовые документы, поэтому извещения об изменении оформляются, как правило, в виде комплекта извещений. Причем извещения, входящие в комплект, могут оформляться не только разными исполнителями, но и разными подразделениями предприятия.

Например, при внесении изменений в схему электрическую принципиальную, влекущих за собой изменение чертежей деталей и сборочной единицы, порядок оформления комплекта бумажных извещений выполняется в следующем порядке:

- принятие схемотехником/конструктором решения об изменении конструкторской документации;
- оформление и согласование извещений об изменении на документы, разрабатываемые схемотехником;
- оформление и согласование извещений об изменении на документы, разрабатываемые конструктором;
- внесение изменений в конструкторскую документацию;
- контроль внесенных изменений в конструкторскую документацию осуществляется должностными лицами, подписывающими и визирующими извещения об изменении в касающейся их части.

На основании типовой схемы внесения изменений в бумажную конструкторскую

документацию, принятой в ОАО «ЦКБА», был разработан механизм внесения изменений в электронные конструкторские документы в модуле PDM [5] для трех возможных вариантов:

- бумажных подлинников (электронных растровых копий);
- электронных подлинников;
- электронных подлинников и аутентичных бумажных подлинников (электронных растровых копий), полученных на основе электронных подлинников документов.

Результаты выполнения работ по организации системы электронного документооборота, оформленные в виде стандартов предприятия, позволили начать в 2010г. разработку комплектов КД для нескольких изделий по безбумажной технологии.

Помимо организации конструкторского документооборота система электронного документооборота PDMStepSuite позволяет создавать и сопровождать электронный справочник чертежей аттестованных библиотек систем САПР, содержащий электронные чертежи условно-графических обозначений (УГО) и посадочных мест элементов библиотек AltiumDesignerSummer 08 и Schemagee. Библиотеки AltiumDesignerSummer 08 используются для сквозного проектирования печатных плат, а библиотеки Schemagee – для проектирования электрических принципиальных узлов, не содержащих печатный монтаж. Разработка библиотек ведется централизованно администратором библиотек. Этим достигается единообразие УГО элементов на схеме и посадочных мест на печатной плате и соответственно уменьшение вероятности ошибочного создания элементов [6]. Разработан стандарт организации, который устанавливает порядок разработки, проверки и аттестации электронных библиотек. Разработанные библиотеки системы AltiumDesignerSummer 08 имеют свидетельство о государственной регистрации [7].

Также в системе PDMStepSuite разработаны электронные справочники:

- «Классификатор ЕСКД», предназначенный для упорядочения присвоения обозначений изделиям и (или) документам, разрабатываемым в подразделениях предприятия, с целью предотвращения дублирования обозначений и исключения ошибок при выборе обозначений;
- «Коды причин изменений», который используется для заполнения графы «Код причины изменения» при формировании электронного изменения в системе PSS.

К настоящему времени в архиве БД системы PDMStepSuite содержится более 31 тыс. документов, из них около 21 тыс. конструкторских и ЭСИ изделий содержат более 20000 деталей и сборочных единиц. Архив содержит как растровые копии документов, так и электронные подлинники.

В результате в процессе внедрения системы PDMStepSuite задействовано более 500 пользователей, которые прошли обучение в учебном классе, сформированном на базе центра

информационных технологий предприятия.

### **Библиографический список**

- [1] Савченко Е.И. Игра идет «по-взрослому». – «CAD/CAM/CAEobserver», 2006, № 5(29).
- [2] Судов Е.В. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Технология. Методы. Модели. М.: МВМ, 2003.
- [3] Об электронной цифровой подписи: федер.закон Рос. Федерации от 10 января 2002 г.№ 1-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 13 декабря 2007 г.//КонсультантПлюс – 2007. – 8 ноября
- [4] Иванов В.В., Лаптева О.Я., Гудзь Н.В. Согласование электронных конструкторских документов с использованием PDMStepSuite. – М.: Вопросы радиоэлектроники, сер. ОТ, 2008, вып. 2, С. 122-136.
- [5] Иванов В.В., Привалова О.А. Проведение изменений электронных документов. – М.: Вопросы радиоэлектроники, сер. ОТ, 2009, вып. 4, С. 128-134.
- [6] Привалова О.А. Создание библиотек радиоэлементов в системе проектирования печатных плат PROTEL 2004. – М.: Вопросы радиоэлектроники, сер. ОТ, 2008, вып. 2, С. 117-121.
- [7] Электронная база данных для выполнения конструкторских работ в системе Protel: св. 2008620087 Рос. Федерация. Заявка № 2007620421, 5.12.07; зарегистрировано 5.02.08.

### **Сведения об авторах**

Привалова Ольга Алексеевна, ОАО «ЦКБА», начальник бюро электронного документооборота, аспирант Омского государственного технического университета

Музафаров Александр Ринатович, ОАО «ЦКБА», начальник отдела сетевой и технической поддержки

Музафарова Ольга Яковлевна, ОАО «ЦКБА», начальник группы ИПИ

Вольман Виктор Викторович, ОАО «ЦКБА», администратор баз данных I категории

Наумова Наталья Игоревна, ОАО «ЦКБА», инженер III категории

644027, г. Омск-27, Космический проспект, 24а

тел.: 8(3812)57-86-96; e-mail: [cals.ckba@mail.ru](mailto:cals.ckba@mail.ru)

