

## МЕТОД синхронизации справочников трехмерных моделей при передаче документации между предприятиями

**Козырев Денис Борисович**

Заместитель начальника научно-исследовательского отдела,

e-mail: Kozirev@vniia.ru

**Ульянин Олег Владимирович**

К.т.н., начальник отделения, e-mail: Ulianin@vniia.ru

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н. Л. Духова»,

127055 г. Москва, ул. Сущевская 22

**Аннотация.** В данной работе представлена структура и показана необходимость передачи электронной конструкторской документации между предприятиями. Предложен метод синхронизации справочников трехмерных моделей стандартных и прочих изделий при передаче документации между предприятиями, основанный на передаче трехмерных моделей с привязкой к записям справочника принимающего предприятия.

**Ключевые слова:** передача электронной документации, справочник трехмерных моделей, синхронизация справочников.

**Цитирование:** Козырев Д.Б., Ульянов О.В. Метод синхронизации справочников трехмерных моделей при передаче документации между предприятиями // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2018. №4 (12). С. 138–144. DOI: 10.25729/2413-0133-2018-4-14

**Введение.** Развитию «цифровой» экономики в Российской Федерации уделяется значительное внимание. Одним из средств цифровизации на предприятиях приборостроительного профиля является разработка изделий в электронной форме. Использование соответствующих информационных технологий позволяет уменьшить сроки проведения конструкторско-технологической подготовки производства, повысить глубину конструкторской проработки изделий, оптимизировать технологию изготовления и в целом повысить качество продукции. Создание электронной структуры изделия (ЭСИ) позволит разрабатывать «цифровой двойник изделия», представляющий собой копию реального объекта, существующую в виртуальном мире. Слияние реального и виртуального миров создают условия для существования «цифровой» экономики [1].

Сложные изделия разрабатываются и изготавливаются совместно несколькими предприятиями. Для повышения эффективности взаимодействия предприятий передача документации между ними должна проводиться в электронной форме.

**1. Конструкторская документация в электронной структуре изделия.** В настоящее время разработку изделий целесообразно вести в среде системы управления данными об изделии (PDM-система) с созданием ЭСИ, что подтверждается опытом многих предприятий. ЭСИ содержит связанные конструкторские документы и формируется по определенным правилам. Пример ЭСИ со связанными документами представлен на рисунке 1.

ЭСИ состоит из информационных объектов, название которых зависит от PDM-системы. В рассматриваемом примере информационные объекты называются «часть». «Части» представляют собой компоненты, из которых состоят изделия, например: сборочные единицы, детали, материалы и др. «Части» каждого изделия связаны между собой и таким образом формируют ЭСИ. С «частями» связаны САД-документы, являющиеся электронными документами, содержащими реквизитную часть и прикрепленный файл с содержательной частью документа. Файлами являются 3D-модели и чертежи, созданные в САПР. На рисунке 1 в расширениях имен файлов поставлен символ «\*», так как расширение определяется конкретной используемой САПР.

К «частям» с помощью связей определенных видов прикрепляются САД-документы. САД-документ – это карточка документа, содержащая реквизитную и содержательную часть документа. Содержательная часть реализована в виде файла документа. Файлами документов являются электронные трехмерные геометрические модели (3D-модели) и чертежи, созданные в системе автоматизированного проектирования (САПР). Также в ЭСИ могут применяться и другие документы. Используется один из самых востребованных у пользователей способов хранения данных – каждый файл является документом PDM-системы [5].

Следует отметить возможность связать «часть» с несколькими САД-документами. Это позволяет выполнить описание детали в нескольких состояниях. Например, одна 3D-модель показывает деталь в свободном состоянии, а вторая 3D-модель – деталь в деформированном состоянии в составе сборочной единицы. На рисунке 1 представлен именно такой вариант – САД-документ с обозначением «АБВ100.20.011МД» соответствует детали после ее изготовления, а САД-документ с обозначением «АБВ100.20.011СП1» соответствует сборочному представлению детали.

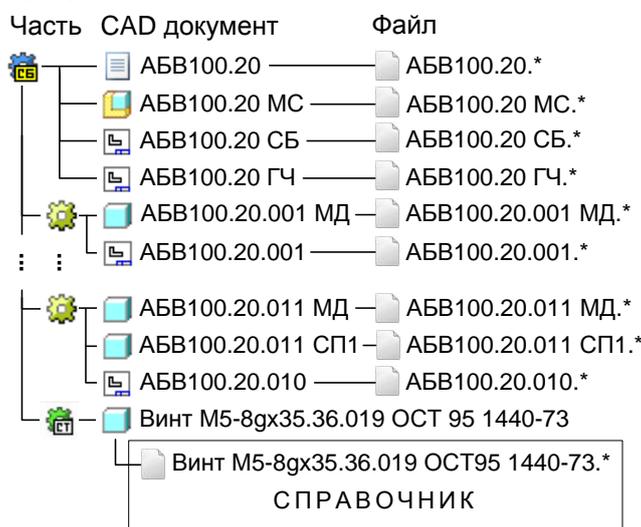


Рис. 1. Связь ЭСИ с документами

В результате разработки изделия в PDM-системе создается ЭСИ, связанная с файлами 3D-моделей и чертежей, спецификаций и, возможно, с другими дополнительными файлами, необходимыми для эффективного использования возможностей САПР. Однако результатом разработки изделия должен быть комплект электронных конструкторских документов, утвержденных и поставленных на учет в отделе технической документации.

Применительно к 3D-моделям в [3] определено два вида документов: электронная модель детали и электронная модель сборочной единицы. Перечисленные виды документов являются аналогами чертежа детали и сборочного чертежа, но только в трехмерном представлении, и повторяют логику описания изделия документами в бумажной форме. Документов аналогичных 3D-моделям сборочного представления детали в бумажной форме не существует. Но 3D-модели сборочных представлений должны быть представлены в виде документов, иначе они не попадут в процессы согласования и постановки на учет в архив технической документации. Кроме рассмотренных 3D-моделей сборочных представлений в ЭСИ могут появляться и другие САД-документы в зависимости от сложности и от методики создания 3D-модели изделия, например: габаритные модели, скелетные модели и др. Эти САД-документы тоже требуют создания новых видов документов.

3D-модели стандартных и прочих изделий не являются документами, так как это компоненты соответствующих справочников. Файл 3D-модели стандартного изделия «Винт» (рисунок 1) логически находится в справочнике и не создается разработчиком документации. Элементы справочника не ставятся на учет в отделе технической документации, в отличие от электронных конструкторских документов. Естественно, в справочниках должны быть учтены особенности компонентов, например, созданы 3D-модели электро-радиоизделий с учетом разных видов формовки выводов. Дополнительная информация о создании справочников 3D-моделей компонентов изделий рассмотрена в [4].

**2. Передача электронной конструкторской документации.** Процесс передачи конструкторской документации, выполненной в бумажном виде, между предприятиями давно отработан и регламентирован. С появлением электронной конструкторской документации появляются новые вопросы при передаче документации. Если документация состоит из файлов чертежей, выполненных в САПР, или отсканированных документов, то процесс передачи во многом аналогичен существующему процессу для бумажной документации. В случае необходимости передачи конструкторской документации, содержащей, в том числе 3D-модели деталей и сборочных единиц, появляются дополнительные вопросы по реализации такого процесса. Один из важных вопросов связан с необходимостью синхронизации справочников 3D-моделей стандартных и прочих изделий.

Подготовить документацию к передаче на другое предприятие можно с использованием средств PDM-системы или собрать комплект вручную с учетом всех новых видов документов. Основные трудности возникнут у принимающей стороны. Рассмотрим только один аспект приема документации, связанный с 3D-моделями из справочника стандартных и прочих изделий. Предполагается, что предприятия участвующие в передаче документации используют одинаковую САПР, иначе возникнет ситуация описанная в [6]: «Различные 3D-системы, а также другие имеющиеся на рынке 3D-приложения применяются инженерами одновременно, но форматы получаемых данных при этом несовместимы. В ряде случаев не удастся выполнить обмен данными, подготовленными разными инженерами для одного и того же проекта, а инженеры не могут обмениваться информацией друг с другом».

Если предприятие, принимающее электронную документацию, хранит её в файловом архиве, создавая для каждого изделия собственную папку, то в каждой папке могут оказаться различные файлы 3D-моделей одного и того же стандартного изделия. Имена таких файлов могут отличаться. Это связано с тем, что документация может поступать из разных предприятий, имеющих свои правила именования файлов и построения 3D-моделей.

Использование рассмотренного подхода к хранению полученной документации имеет свои недостатки, но в тоже время не накладывает ограничений на передачу 3D-моделей стандартных и прочих изделий.

Если принимающее предприятие размещает документацию в PDM-системе, то 3D-модель стандартного изделия тоже должна быть размещена в справочнике стандартных изделий. Скорее всего, окажется, что в справочнике уже существует 3D-модель на такое стандартное изделие. Появляется необходимость каким-то образом синхронизировать 3D-модели в справочниках предприятий. Складывается ситуация, что на одном предприятии в модели изделия используется одна 3D-модель стандартного изделия, например винта, а на другом предприятии в модели другого изделия уже используется другая 3D-модель винта.

Чтобы выбрать метод синхронизации справочников 3D-моделей рассмотрим два возможных варианта решения описанной ситуации. Первый вариант – переданная 3D-модель винта и уже используемая на предприятии имеют разные имена файлов. При открытии модели сборочной единицы САПР использует имена файлов 3D-моделей компонентов сборочной единицы. Если САПР не найдет файл с нужным именем, то в открывшейся модели сборочной единицы пропадет модель, соответствующая не найденному файлу, и все модели, ссылающиеся на пропавшую модель, зафиксируются в последнем положении, потеряв привязки. Или в зависимости от настройки и производителя САПР модель сборочной единицы вообще не откроется. В любом случае полноценно использовать такую модель сборочной единицы становится невозможно. Поэтому просто заменить переданную 3D модель винта на имеющуюся модель нельзя.

Второй вариант – переданная 3D модель винта и уже используемая на предприятии имеют одинаковые имена файлов. Подразумевается, что модели имеют одинаковую геометрическую форму, так как построены на основании одной и той же нормативной информации. Хотя и здесь возможны нюансы по упрощению геометрии или добавлению специальной информации для расширения функциональной применимости модели. В данном случае при замене файла 3D модели винта другим файлом модель сборочной единицы откроется, но модель винта и все модели, ссылающиеся на винт, зафиксируются в последнем положении, потеряв привязки. Это объясняется тем, что две 3D модели, имеющие одинаковую геометрическую форму, могут иметь различную структуру построения (дерево модели) и, как следствие, будут иметь отличающиеся идентификаторы аналогичных поверхностей, используемых в качестве привязок в модели сборочной единицы.

В настоящее время существует метод синхронизации справочников, который заключается в создании единого центра нормативно-справочной информации в отрасли. Единый центр будет вести справочник и распространять его копии по предприятиям. Аналогичный вариант был рассмотрен в [2], где говорилось о централизованных специализированных банках данных по материалам, стандартным конструктивным элементам, комплектующим деталям и т.п., которые могут вестись институтом или конструкторским бюро. Данный метод может работать только с учетом ряда ограничений: использование одинаковых версий системы управления справочниками и САПР, ограниченный круг предприятий-пользователей, отсутствие на предприятиях утвержденных 3D-моделей изделий, оперативность ведения и распространения справочника, выполнение дополнительных требований от смежных систем, стоимость услуг центра нормативно-справочной информации.

Предлагается новый метод синхронизации справочников 3D-моделей стандартных и прочих изделий, заключающийся в размещении всех переданных 3D-моделей в справочнике принимающего предприятия. В справочнике определяется номенклатурная запись, соответствующая «части» ЭСИ (переданной 3D-модели), и к ней привязывается полученная 3D-модель. Таким образом, в справочнике предприятия получателя документации будут накапливаться 3D-модели, присланные с других предприятий. На рисунке 2 представлен пример фрагмента справочника с тремя привязанными САД-документами и соответственно 3D-моделями.

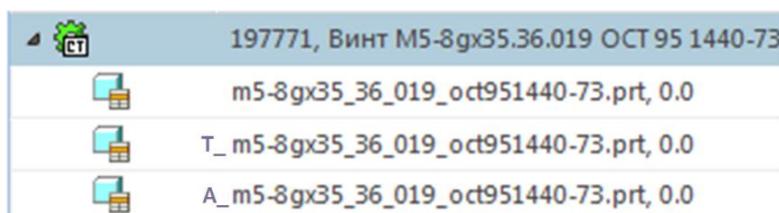


Рис. 2. Фрагмент справочника с тремя САД-документами

Следует отметить, что в PDM-системе не должно быть файлов с одинаковыми именами. Поэтому должны быть разработаны правила наименования объектов справочника и регламентированы стандартом. Поэтому уникальность имен файлов 3D-моделей предлагается обеспечивать использованием кода предприятия-разработчика, аналогично обозначению документации.

Применение предложенного метода имеет ограничения: система управления справочниками принимающего предприятия должна поддерживать возможность привязки к одной «части» или записи в справочнике нескольких 3D-моделей, предприятия должны использовать код в именах файлов 3D-моделей стандартных и прочих изделий.

**Заключение.** Предложенный метод синхронизации справочников 3D-моделей нескольких предприятий, основанный на добавлении уникальных 3D-моделей к соответствующим записям справочников, позволяет вести разработку электронной конструкторской документации с использованием существующих независимых справочников 3D-моделей предприятий и обеспечивает возможность передачи документации между предприятиями.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буданов В.Г., Дмитров И.Д., Кешелава В.Б., Румянцев В.Ю., Сорокин К.С., Хае И.Л., Щербаков А.В. Введение в «Цифровую» экономику / под общ. ред. А.В. Кешелава; гл. «цифр.» конс. И.А. Зимненко. ВНИИГеосистем, 2017. 28 с. (На пороге «цифрового будущего». Книга первая).
2. Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. Изд. 2-е, испр. – М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит., 1987. 552 с.
3. ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов. – Взамен ГОСТ 2.102-68; введ. 2014-06-01. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.
4. Козырев Д.Б., Абакумов Е.М. О создании справочников 3D-моделей компонентов изделий на примере САД-системы Creo Parametric и PLM-системы Windchill // Системы

проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM - 2016). Труды XVI международной молодежной конференции. Под ред. А.В. Толока. М.: ООО «Аналитик». 2016. С. 39–43.

5. Синельников А.В., Бачурин А.В. Особенности интеграции PDM-системы с CAD-системами // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM - 2017). Труды XVII международной научно-практической конференции. Под ред. А.В. Толока. М.: Институт проблем упр. им. В.А. Трапезникова РАН. 2017. С. 398–401.
  6. Хуанг Шенг (Huang Sheng). Правильный подход к использованию 3D-программ на машиностроительных предприятиях // САПР и Графика. 2012. №4. С. 4–8.
- 

**UDK 004.633**

**THE SYNCHRONIZATION METHOD OF REFERENCE BOOKS OF THREE-DIMENSIONAL MODELS AT TRANSFER OF DOCUMENTATION BETWEEN THE ENTERPRISES**

**Denis B. Kozyrev**

Deputy chief of department, e-mail: Kozirev@vniia.ru

**Oleg V. Ulianin**

PhD, Head of department, e-mail: Ulianin@vniia.ru

Dukhov Research Institute of Automatics (VNIIA)

22, Sushevskaya Str., 127055, Moscow, Russia

**Abstract.** The paper presents the structure and shows the need to transfer electronic design documentation between enterprises. The method of synchronization of reference books of three-dimensional models of standard and other products at transfer of documentation between enterprises based on the transfer of three-dimensional models with reference to the records of the reference book of the host enterprise.

**Keywords:** transfer of electronic documentation, reference book of three-dimensional models, synchronization of reference books.

**References**

1. Budanov V.G., Dmitrov I.D., Keshelava V.B., Rummyancev V.Y., Sorokin K.S., Haet I.L., Scherbakov A.V. Vvedeniye v «Tsifrovuyu» ekonomiku [Introduction to «Digital» economics / Pod obsch. red. A.V. Keshelava; gl. «cifr.» kons. I.A. Zimnenko. VNIIGeosistem. 2017. 28 p. (in Russian)]
2. Glushkov V.M. Osnovy bezbumazhnoy informatiki. [Foundation of paperless informatics]. Moscow. Nauka. Gl. red. fiz-mat. lit. = Science. Main edition of the physical and mathematical literature. 1987. 552 p. (in Russian)]
3. GOST 2.102-2013 Yedinaya sistema konstruktorskoy dokumentatsii. Vidy i komplekt-nost' konstruktorskikh dokumentov - Vzamen GOST 2.102-68; vved. 2014-06-01. [GOST 2.102-2013

- Unified system for design documentation. Types and sets of design documentation - Instead of GOST 2.102-68; enter 2014-06-01]. Moscow. Standartinform Publ. 2014. 12 p. (in Russian)
4. Kozyrev D.B., Abakumov E.M. O sozdanii spravochnikov 3D-modeley komponentov izdeliy na primere CAD-sistemy Creo Parametric i PLM-sistemy Windchill [About creating reference books of three-dimensional models of product components on the example of CAD Creo Parametric and PLM Windchill] // Sistemy proektirovaniya, tehnologicheskoy podgotovki proizvodstva i upravleniya etapami zhiznennogo cikla promyshlennogo produkta (CAD/CAM/PDM - 2016). Trudy XVI mezhdunarodnoj molodezhnoj konferencii. Pod red. A.V. Toloka. = Systems design, technological preparation of production and management of the stages of the life cycle of an industrial product (CAD / CAM / PDM - 2016). Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference. Ed. A.V. Toloka. Moscow. OOO «Analitik» = Analytic LLC. 2016. Pp. 39–43. (in Russian)
  5. Sinelnikov A.V., Bachurin A.V. Osobennosti integratsii PDM-sistemy s CAD-sistemami [Features of PDM integration with CAD] // Sistemy proektirovaniya, tehnologicheskoy podgotovki proizvodstva i upravleniya etapami zhiznennogo cikla promyshlennogo produkta (CAD/CAM/PDM - 2017). Trudy XVII mezhdunarodnoj molodezhnoj konferencii. Pod red. A.V. Toloka. = Sistemy proektirovaniya, tehnologicheskoy podgotovki proizvodstva i upravleniya etapami zhiznennogo cikla promyshlennogo produkta (CAD/CAM/PDM - 2016). Trudy XVII mezhdunarodnoj molodezhnoj konferencii. Pod red. A.V. Toloka. = Systems design, technological preparation of production and management of the stages of the life cycle of an industrial product (CAD / CAM / PDM - 2017). Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference. Ed. A.V. Toloka. Moscow. Institut problem upr. im. V.A. Trapeznikova RAN = V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences. 2017. Pp. 398–401. (in Russian)
  6. Huang Sheng. Pravil'nyy podkhod k ispol'zovaniyu 3D-programm na mashinostroitel'nykh predpriyatiyakh [The right approach to the use of 3D-programs in machine-building enterprises] // SAPR i Grafika = CAD and Graphics. 2012. №4. Pp. 4–8. (in Russian)