

УДК 621.4(470.53-25):004.42

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОВЕРКИ, УЧЕТА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В PLM-СИСТЕМЕ TEAMCENTER

Елтышев Д.К., Кулик В.Д.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, e-mail: vsevolod.dm@gmail.com

В работе рассмотрены вопросы автоматизации процесса передачи-приема электронной конструкторской документации от предприятий-разработчиков и последующей ее проверки на соответствие выставленным требованиям предприятия-изготовителя в системе управления жизненным циклом изделия (на примере PLM-системы Teamcenter). Разработана функциональная модель процесса «как должно быть» с использованием методологии IDEF0. Описан алгоритм приема и обработки электронной конструкторской документации в PLM-системе. Детально формализованы правила, критерии и процедуры автоматической проверки электронной конструкторской документации, позволяющие классифицировать ее в соответствии с различными статусами. Затронуты процессы формирования учетных карточек, регистрации документов в журнале и её распределения по бизнес-процессам согласования с производственными службами. Разработано дополнительное программное обеспечение для PLM-системы, позволяющее уменьшить трудоемкость работы администраторов обмена данными предприятия.

Ключевые слова: машиностроение, конструкторская документация, жизненный цикл изделия, электронная структура изделия, PLM-система

AUTOMATIZATION OF DIGITAL ENGINEERING DOCUMENTATION VERIFICATION, ACCOUNTING AND DISTRIBUTION PROCESSES IN TEAMCENTER PLM-SYSTEM

Eltyshev D.K., Kulik V.D.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: vsevolod.dm@gmail.com

This research work deals with a subject of digital engineering documentation transmitting process automatization delivered from enterprises-developers and its further audit for compliance with requirements provided by manufacturing facility for a system of product life cycle management. «As should be» process functional model with a usage of IDEF0 methodology was developed. The algorithm of receipt and processing of digital engineering documentation in PLM-system was described. The rules, criterion and procedure of digital engineering documentation automated audit were formalized. They allow to classifier documentation according to different statuses. The processes of record cards issue, documentation maintenance in log book and its distribution through agreement business-processes with production specialists were considered. In order to minimize a labour intensity of administrators responsible for enterprise data exchange an additional software for PLM-system was developed.

Keywords: machinery manufacturing, design documentation, product life cycle, product electronic structure, PLM-system

Процесс разработки конструкторского состава двигателя, безусловно, один из самых важных этапов в процессе создания новых авиационных изделий. До недавних пор процедуры разработки и изменения изделий велись в основном в бумажном варианте. Однако организация данного процесса с использованием соответствующих программных средств, например, PLM-систем, позволяет ускорить как этап проектирования и выпуска электронной конструкторской документации (ЭКД), так и этап её технологической проработки и согласования на заводе-изготовителе [1, 4, 5].

Множество предприятий (например, ОАО «Авиадвигатель», ОАО «Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля», АО «Воткинский завод» и др.) на текущий момент активно внедряют и развивают процедуры проектирования и согласо-

вания продукции в электронном формате, а электронная конструкторская документация (ЭКД) регламентирована [2] и принимается за самостоятельную подлинную документацию.

Стоит отметить, что для ведения ЭКД необходимо обеспечить полноту, достоверность и сохранность документации во время процедуры ее приема-передачи посредством сетевых технологий. Следует начинать с формирования полного комплекта документов и наполненности всех атрибутивных свойств. При несоблюдении этих требований в PLM-системе между объектами ЭКД могут нарушаться электронные связи, что увеличит сроки согласования из-за отсутствия важной для производственных подразделений информации.

Перечисленные ошибки и неточности в передаваемой ЭКД вызывают потреб-

ность повышения уровня автоматизации при работе с документацией на крупных машиностроительных предприятиях [6]. Внедрение дополнительных алгоритмических проверок на правильность заполнения атрибутивной информации (по возможности для каждого предприятия, участвующего в процессе приема-передачи) позволяет решить эту задачу для большого объема поступающей документации. Отдельно следует отметить, что относительная молодость процедур ведения ЭКД, специфика различных производств и требований к разработке, уникальных на каждом предприятии, делают практически невозможной или очень трудоемкой реализацию универсального механизма проверки документации в *PLM*-системах.

Постановка цели и задач

Корпорация АО «ОДК» состоит из одиннадцати двигателестроительных компаний, распределенных территориально. Каждое предприятие имеет свой исторически сложившийся процесс создания и сопровождения конструкторской документации. Каждое предприятие применяет различное программное обеспечение для решения задач производства. Совокупность непростых механизмов передачи ЭКД, отсутствие тесного взаимодействия и синхронизации проводимых работ при организации изменений является одной из причин, почему ни одна автоматизирован-

ная среда не позволяет создавать на предприятии качественную ЭКД без соответствующей настройки и адаптации.

Функция передачи-приема ЭКД на АО «ОДК-ПМ» возложена на несколько администраторов обмена данными (АОД). Дополнительными факторами, увеличивающими трудоемкость выполнения функций администраторов, являются: сложность некоторых технических аспектов, просмотр большого количества атрибутивной информации с определенными правилами и условиями ее обработки, проверка на комплектность документации, проверка наличия электронных графических моделей (ЭГМ), целостность электронной структуры изделия (ЭСИ) и т.д. Помимо всего, АОД ответственны за учет поступившей ЭКД, запуск процессов согласования и рассылку конструкторской документации по производственным подразделениям.

Целью и задачами данной работы является создание механизмов автоматизации процесса проверки, учета и регистрации ЭКД в соответствии с установленными на предприятии требованиями посредством разработки программного обеспечения, расширяющего базовые функции *PLM*-системы.

Общее описание процесса проверки ЭКД

Общая схема движения ЭКД представлена на рис. 1.

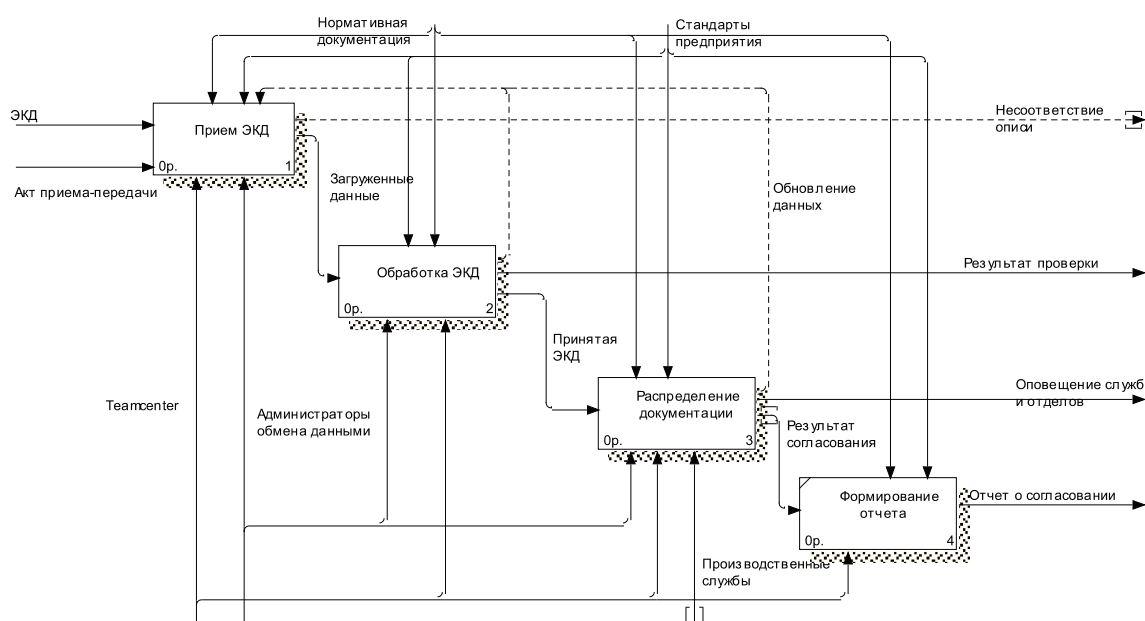


Рис. 1. Схема движения документации в методологии IDEF0

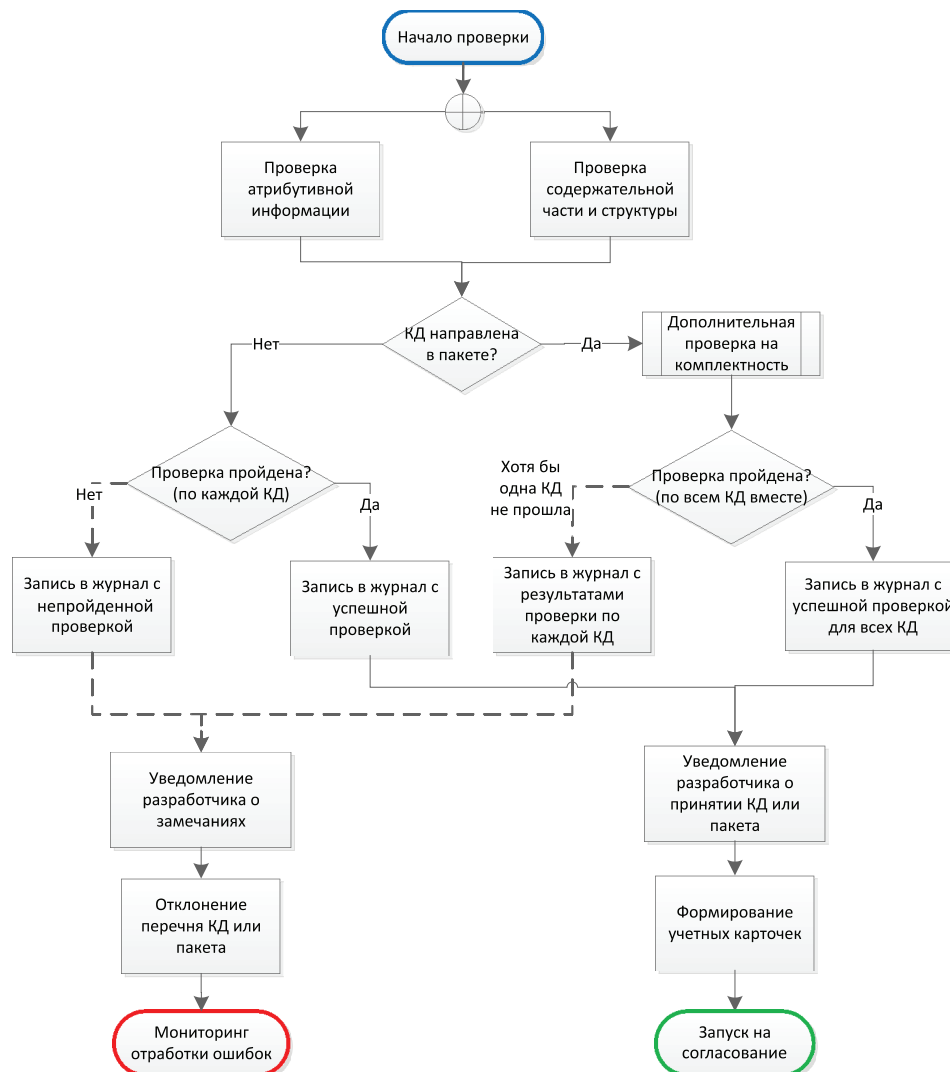


Рис. 2. Алгоритм работы при приеме и обработке ЭКД

При получении ЭКД от предприятия-разработчика АОД производит автоматическую и визуальную проверку. Визуально проверяют наличие в системе Teamcenter АО «ОДК-ПМ» всех позиций, указанных в описи сопроводительного письма. При отсутствии хотя бы одной позиции специалист оповещает об этом предприятие-разработчика по электронной почте с указанием всех отсутствующих позиций. Работа по всем позициям из описи приостанавливается до получения полного комплекта ЭКД.

Автоматическая проверка ЭКД проходит в несколько последовательных этапов:

- проверка на комплектность;
- проверка атрибутивной части;
- проверка содержательной части.

По завершению всех этапов проверки формируется запись в электронном журна-

ле регистрации ЭКД с указанием результатов проверки. Детальный алгоритм приема и обработки документации администратором обмена данных приведен на рис. 2.

В результате проверки документации могут быть присвоены следующие статусы:

– **«Без замечаний»:** ЭКД соответствует требованиям условий проверок и доступно для отправки специалистом по указанному бизнес-процессу. Администратору обмена данными предприятия-разработчика, направившего ЭКД, автоматически направляется уведомление по электронной почте о принятии ЭКД. В журнале регистрации формируется запись «Без замечаний», для утвержденной КД формируются учетные карточки;

– **«Допустимые замечания»:** замечания, при которых ЭКД доступно для рабо-

ты и направляется специалистом автоматически по указанному бизнес-процессу. Ответственному специалисту за конструкторскую документацию на АО «ОДК-ПМ» и администратору обмена данными предприятия-разработчика, направившего ЭКД, автоматически направляется уведомление по электронной почте о принятии ЭКД с указанием списка замечаний. Ответственный специалист проводит анализ замечаний и взаимодействует с ведущим отделом разработчика по их устранению. В журнале регистрации формируется запись «Допустимые замечания», для утвержденной КД формируется учётная карточка

– «Недопустимые замечания»: замечания, при которых ЭКД не доступна для дальнейшей работы специалистов АО «ОДК-ПМ». Администратору обмена данными предприятия-разработчика, направившего ЭКД, автоматически направляется уведомление по электронной почте о непринятии ЭКД с перечнем ошибок. До устранения замечаний, ЭКД не направляется по бизнес-процессам согласования, не формируется учётная карточка. В журнал регистрации при этом формируется запись «Недопустимые замечания» с их перечнем.

Проверка на комплектность включает в себя следующие пункты:

– сборочный чертёж и спецификация обязательно направляются в составе одного пакета;

– нормализованные ДСЕ обязательно направляются в составе одного пакета с модификацией электронной графической

модели или шаблоном семейства (модификацией объекта с аналогичным шифром и суффиксом «.90» и «.mf» соответственно);

– бесчертёжный объект обязательно направляется в составе одного пакета совместно со спецификацией и сборочным чертежом, в состав которых он входит.

– групповые детали направляются в составе одного пакета с шаблоном семейства (объект с аналогичным шифром и суффиксом «.mf»);

– текущий комплект для серийного производства передаётся по Акту передачи, утверждённым разработчиком, изготовителем, представителями заказчика при разработчике и изготовителе согласно [3], а в атрибутивной карточке должно быть указание о литере серийного производства не ниже O₁ и статус текущего комплекта;

– контрольный комплект передаётся пакетом по Акту приёма-передачи с приложенной описью.

Если пакет ЭКД не соответствует перечисленным требованиям, то результат проверки принимает значение «Недопустимые значения».

Вторая часть – проверка наличия атрибутов. В них содержится востребованная информация по характеристикам КД: масса и материал изготавливаемых деталей, формат чертежей или отметка бесчертежности, первичная применяемость детали (в сборочной единице), причина и содержание изменений у извещений на изменение, литера для контрольного или текущего пакета документации.

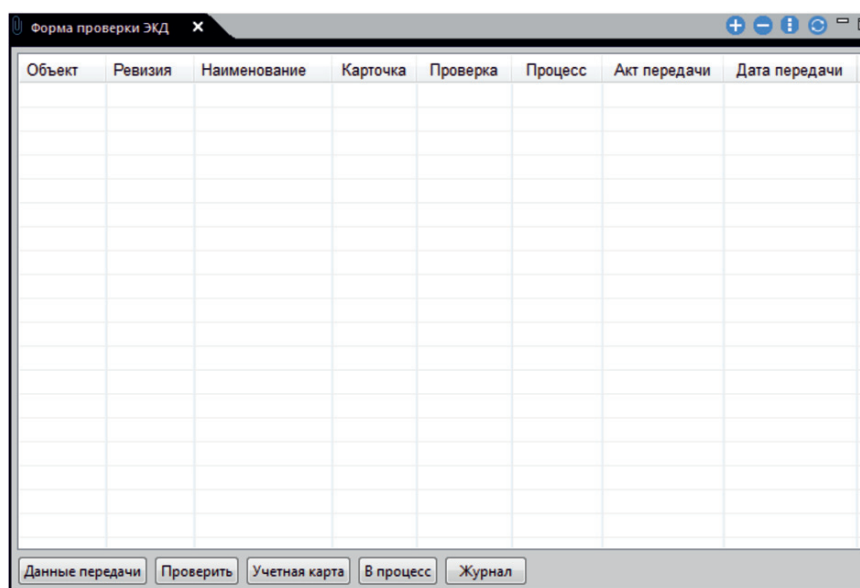


Рис. 3. Визуальное представление пользовательского интерфейса

Проверка содержательной части КД принимает значение «Без замечаний» при соблюдении следующих условий:

- наличие представления электронного чертежа, спецификаций в формате pdf;
- полная электронная структура изделия: наличие всех составляющих дсе на верхнем и остальных уровнях раскрытия сборочной единицы;
- наличие электронной графической модели и электронного чертежа (если не оформляется комплект без чертежа);
- для элементов типа «прочее» наборов данных типа «электронные чертежи», «эскизы», «ту», «паспорт»;
- для извещений на изменение – pdf-представление содержания извещения, таблицы изменения структуры для сборочных единиц в виде набора данных форматаxml, приложенные изделия хотя бы по одной связи «Утвердить» или «Аннулировать».

Все вышеописанные критерии и условия – не весь список проверки ЭКД на соответствие выставленным требованиям. Однако даже выполнение описанных действий визуально – кропотливая и трудоемкая работа. Разработанное программное обеспечение автоматизирует большую часть работ АОД в системе Teamcenter. Проверка множества объектов на полноту и корректность атрибутов заложена в процедуры обработки нажатия кнопок интерфейса, что снижает вероятность ошибки при визуальном контроле, а проработка сборочной единицы из сотни объектов занимает всего несколько минут. Вид интерфейса представлен на рис. 3.

Заключение

Результатом выполнения поставленных задач по автоматизации процессов проверки, учета и регистрации ЭКД служат разработанные: алгоритмы проверки документации; требования к обязательному содержанию документации; пользовательский интерфейс работы администраторов обмена данными в системе Teamcenter.

Предложенные механизмы автоматизации позволяют снизить трудоемкость на

обработку ЭКД, повысить качество проверки документации и исполнять функции запуска электронных процессов в PLM-системе без участия администраторов обмена данными.

Список литературы

1. ГОСТ 2.051-2013 Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения. – Введ. 2014-06-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 10 с.
2. ГОСТ 2.511-2011 Единая система конструкторской документации. Правила передачи электронных конструкторских документов. Общие положения. – Введ. 2012-01-01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 11 с.
3. Коггин С.А., Мингалеев Г.Ф., Силенов М.А. Управление конструкторско-технологической подготовкой производства изделий на основе информационной системы «Teamcenter» // Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в авиационной и ракетно – космической промышленности Международная научно-практическая конференции. – 2014. – С. 634–636.
4. Тороп Д.Н., Терликов В.В. Teamcenter. Начало работы // ДМК – Пресс. – 2011. – С. 215–217.
5. Стерлинг Э. PLM – Источник инноваций // САПР и графика. – 2011. – № 5. – С. 8–9.
6. Чижов М.И., Бредихин А.В., Хаустова Т.О., Гирчев Н.А. Автоматизация внесения архива конструкторско-технологической документации в PLM систему Teamcenter // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2012. – № 1. – С. 38–40.

References

1. GOST 2.051-2013 Edinaja sistema konstruktorskoj dokumentacii. Jelektronnye dokumenty. Obshhie polozhenija. Vved. 2014-06-01. M.: Standartinform, 2014. 10 p.
2. GOST 2.511-2011 Edinaja sistema konstruktorskoj dokumentacii. Pravila peredachi jelektronnyh konstruktorskih dokumentov. Obshhie polozhenija. Vved. 2012-01-01. M.: Standartinform, 2011. 11 p.
3. Koggin S.A., Mingaleev G.F., Silenov M.A. Upravlenie konstruktorsko-tehnologicheskoj podgotovkoj proizvodstva izdelij na osnove informacionnoj sistemy «Teamcenter» // Poisk jeffektivnyh reshenij v processe sozdaniya i realizacii nauchnyh razrabotok v aviacionnoj i raketno kosmicheskoj promyshlennosti Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencii. 2014. pp. 634–636.
4. Torop D.N., Terlikov V.V. Teamcenter. Nachalo raboty // DМК Press. 2011. pp. 215–217.
5. Sterling Je. PLM Istochnik innovacij // SAPR i grafika. 2011. no. 5. pp. 8–9.
6. Chizhov M.I., Bredihin A.V., Haustova T.O., Girchev N.A. Avtomatizacija vnesenija arhiva konstruktorsko-tehnologicheskoj dokumentacii v PLM sistemu Teamcenter // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2012. no. 1. pp. 38–40.