

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПОТОКОВ РАБОТ¹

Н.Н. Войт², Д.С. Канев, А.С. Степанов, В.А. Гордеев,
М.Е. Уханова³.С.И. Бригаднов⁴

Потоки работ при конструкторской подготовке производства, включающий разработку и согласование конструкторской документации, исследованы авторами, а также разработана концептуальная модель процесса формирования конструкторской документации, предназначенная для поиска семантических ошибок.

Введение

Успешная реализация Государственной программы развития промышленности напрямую зависит от того, какой комплекс технологий будет обеспечивать создание новых образцов техники. Как отметил Президент РФ В.В. Путин: «мир переживает настоящий переворот в экономике, технологиях, знаниях. Очевидно, что такие глубокие трансформации затронут – не могут не затронуть, обязательно затронут – и военную сферу, состояние армий ведущих стран мира. И эти тенденции нам нужно не просто учитывать, а брать в основу военного планирования и строительства» (расширенное заседание коллегии Минобороны России 22 декабря 2017 г.). В основе цифровой трансформации в промышленности лежит использование передовых производственных технологий, в том числе и виртуализация. Передовой технологией виртуализации, технологией-интегратором, вносящей значимый вклад в проектирование и создание в кратчайшие сроки новых образцов техники и обеспечить превосходство по техническим характеристикам над аналогами, является цифровой

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-07-01417. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ульяновской области в рамках научного проекта № 18-47-730032. Исследования поддержаны грантом Министерства образования и науки Российской Федерации, проект № 2.1615.2017/4.6

² 432027, Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, УлГТУ, e-mail: n.voit@ulstu.ru

³ 432027, Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, УлГТУ, e-mail: mari-u@inbox.ru

⁴ 432027, Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, УлГТУ, e-mail: sergbrig@yandex.ru

двойник (Digital Twin). Как правило, для создания цифровых двойников используют инвариантные инструменты, которые успешно применяются при решения сложных технических задач в разных высокотехнологических сферах промышленности (цифровые платформы, многоуровневые матрицы целевых показателей и ресурсных ограничений, виртуальные испытания, виртуальные стенды и виртуальные полигоны, системы интеллектуальных помощников) [1-9].

Для предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК), выпускающих технику специального назначения, становится актуальным процесс перехода на безбумажное производство. Первым шагом к такому производству является внедрение PLM-системы и электронного согласования конструкторской документации (КД).

Информационные потоки работ процесса проектирования и согласования конструкторской документации

Проектирование сложных технических изделий представляет собой комплексную деятельность различных специалистов конструкторского бюро (КБ). Каждая группа специалистов выполняет часть работы по проектированию изделия, проходя по цепочке выполнения множества задач бизнес-процесса конструкторской подготовки производства (КПП). Каждая задача может выполняться с помощью различных специализированных САПР. В результате, проектная документация изделия представляется в нескольких продуктовых линейках, например, схемы электрические и перечень элементов разработаны в Altium Designer, инженерные расчеты произведены в Ansys, а конструкция изделия разработана в Компас-3D. Таким образом, конструкторская документация сложного технического изделия представляет собой совокупность проектных решений независимых САПР, которая должна быть собрана в единой информационной базе проектных решений. В качестве единой информационной базы проектных решений, как правило, выступает PDM-система [10].

Проектирование и сопровождение сложных технических изделий на крупных производственных предприятиях обладают рядом особенностей:

1. Наличие большого числа номенклатурных позиций. Например, состав некоторых изделий может состоять из 16 уровней и насчитывать до 150 000 номенклатурных позиций;
2. Запуск изделия в производство влечет за собой высокую динамику изменений в документации;
3. Крупное промышленное предприятие, как правило, выпускает продукцию по сторонней документации, что влечет за собой выпуск предварительных извещений для согласования изменений с держателями подлинников;

4. В случае обнаружения ошибок в КД производство не должно останавливаться, а продолжать выпускать продукцию с учетом предлагаемых изменений;
5. Длительность производственного цикла одного изделия может быть более 1 года.

Управление ЖЦ изделия и электронное согласование КД выполняется с помощью системы управления проектами (СУПР). Эта система позволяет перевести процесс согласования КД в электронный вид, используя документы электронные (ДЭ). Поскольку этапы согласования в электронном виде можно запустить параллельными потоками, это позволяет сократить время на прохождение процедуры согласования. Более того, на любой момент времени руководитель может посмотреть на какой стадии находится документ согласно графику разработки работ и сформировать уведомления о несоблюдении сроков.

Разработка концептуальной модели проектирования и согласования конструкторской документации

Рассмотрим более подробно, как происходит электронное согласование КД с использованием PLM-системы и СУПР. В первую очередь требования, определенные в техническом задании, формируются как дерево требований в PLM-системе, которое в дальнейшем должно связаться с конструкторским составом разрабатываемого изделия. На основании сформированных требований и разработанного технического задания на проектирование в PLM-системе создается первичная компоновка изделия, к которому прикрепляется эскиз будущего изделия. Используя разработанные документы, выполняются необходимые инженерные расчеты и составляется календарный план работ. Выполненные работы оформляются в электронном виде и хранятся в PLM-системе вместе со всеми документами, прикрепленными к электронной структуре изделия. После подписания приказа о начале работ, начинается проектирование изделия согласно утвержденным графикам. В конструкторские сектора в электронном виде выдается задание на разработку, в процессе которого происходит поиск в PLM-системе аналогичных проектных решений и анализ соответствия проектного решения заявленным требованиям. Отсутствие подобного проектного решения или частичное соответствие требованиям по найденному проекту влияет на график выполнения работ. Поскольку внедрение PLM-системы позволяет перейти к технологии сквозного проектирования и безбумажного производства, разработанная документация в электронном виде передается на согласование с подразделениями и службами завода в зависимости от типа согласуемого документа. Согласующие лица могут проверять как документацию в формате 2D, так и электронные модели изделия, анализируя собираемость и технологичность изделия. В качестве легитимной

подписи согласующего лица используется либо цифровая подпись, либо удостоверяющий лист, получаемый из системы. Подписанная и утвержденная КД передается в отдел технической документации (ОТД), где подлиннику присваивается инвентарный номер, происходит постановка на абонентский учет согласно маршруту изготовления. Абонентам либо выдаются учетные копии, либо предоставляется доступ в PLM-системе к КД. Концептуальная модель проектирования и согласования КД представлена на рисунке 1 [11].

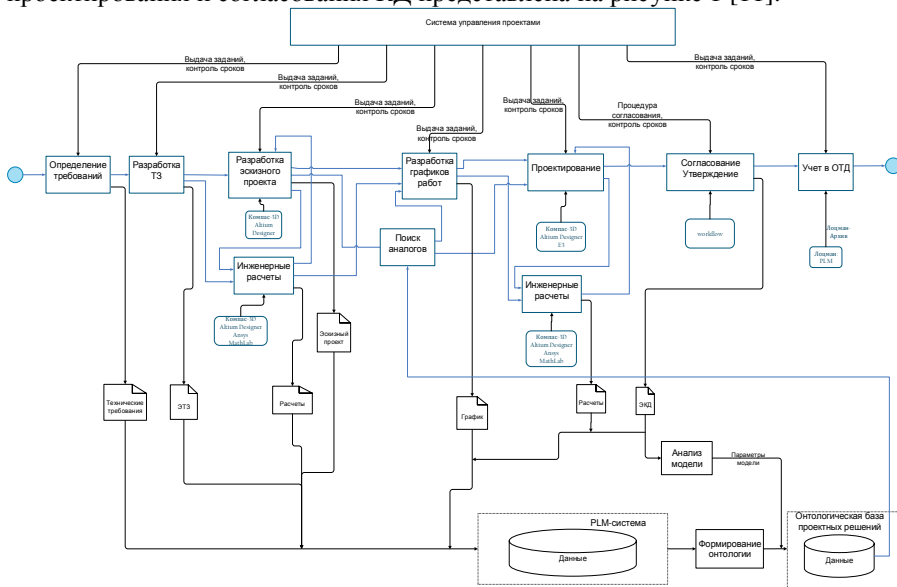


Рис. 1. Концептуальная модель потока работ согласования КД

Заключение

Типовые проектные процедуры в виде информационных потоков работ при конструкторской подготовке производства, включающей разработку и согласование конструкторской документации, представлены в работе, а также формализованы критерии определения процесса проектирования сложных технических изделий. Для цели исследования информационных потоков работ авторами предложена новая концептуальная модель информационных потоков работ согласования КД, которая дает возможность формировать представление о конструкторских потоках проектирования и согласования КД, позволяет исследовать потоки работ, а именно проводить анализ на эффективную реализацию, в том числе позволяет определить направления по совершенствованию этих процессов.

Будущие работы авторов будут направлены на проектирование потоков работ по разработке и согласованию изменений КД.

Список литературы

1. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Уханова М.Е., Ионова И.С., Епифанов В.В. Анализ конструкторско-технологических потоков работ в условиях крупного радиотехнического предприятия // Радиотехника. –2017. – № 6. – С. 49-58.
2. Workflow Handbook 2005 / Layna Fischer (edit or) // Workflow Management Coalition, 2005.
3. ГОСТ 2. 503-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила внесения изменений.
4. Карпов Ю. Г. MODEL CHECKING. Верификация параллельных и распределенных программных систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 560 с.
5. Калянов Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и оптимизация бизнес-процессов / Учебное пособие. — М.: Финансы и статистика, 2006. - 240 с. URL: <http://www.twirpx.com/file/2204790/> (дата обращения: 13.11.2017)
6. Стратилатова, Н.Н. Создание системы управления интеллектуальной собственностью на основе использования баз знаний (онтологий) и мультиагентных технологий / Н.Н. Стратилатова, В.К. Скимунт, А.С. Егоров, Ю.С. Юрыгина, А.С. Анисимов, О.И. Лахин, А.В. Чехов // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2016): Труды международной научно-технической конференции (26-28 апреля 2016 г., Самара, Россия). – Самара: СамНЦ РАН, 2016. – С. 374-377.
7. Лахин, О.И. Принципы построения системы управления знаниями предприятий ракетно-космической промышленности / О.И. Лахин, Ю.С. Юрыгина, А.С. Анисимов // Онтология проектирования. - 2017. - Т. 7, №3(25). - С.270-283.
8. Скобелев, П.О. Онтологии деятельности для ситуационного управления предприятием в реальном времени / П.О. Скобелев // Онтология проектирования. – 2012. – №1(3). – С. 26-48.
9. Гончарук Ю. О. Проблемы создания и внедрения модели бизнес-процессов предприятия в форме Workflow System //Ресурсоэффективным технологиям-энергию и энтузиазм молодых: сборник научных трудов VI Всероссийской конференции, г. Томск, 22-24 апреля 2015 г.—Томск, 2015. – 2015. – С. 263-272.
10. Уханова М.Е. Разработка семантической модели организационно-технических компонентов конструкторского проектирования на основе онтологии // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. Т. 16. № 11. С. 98-107.
11. Афанасьев А.Н. Разработка автоматизированной системы анализа проектных решений в САПР КОМПАС-3D / А.Н. Афанасьев, С.И. Бригаднов, Д.С. Канев // Автоматизация процессов управления. – 2018. – № 1 (51). – С. 108–117.