

3. Afanasyev A.N., Voit N.N. and Kirillov S.Y. Development of RYT-grammar for analysis and control dynamic workflows, in *Proc. of International Conference on Computing Networking and Informatics (ICCNi)*, (Lagos, Nigeria, 2017). – Doi: 10.1109/ICCNi.2017.8123797, URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8123797&isnumber=8123766>.
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/BPMN>.

УДК 004, IS&IT'18

М.Е. Уханова¹

РАЗРАБОТКА ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СОГЛАСОВАНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

В статье рассматривается процесс конструкторской подготовки производства, включающий в себя разработку и согласование конструкторской документации. Рассматриваются соответствующие потоки работ, и предлагается онтологическая модель процесса создания конструкторской документации, позволяющая исследовать структуру изделий и связанные с ней нормативные и проектные составляющие

Конструкторская подготовка, потоки работ, онтологическая модель.

М.Е. Ukhanova

DEVELOPMENT OF AN ONTOLOGICAL MODEL FOR THE DESIGN DOCUMENTATION COORDINATION FOR THE COMPLEX TECHNICAL PRODUCTS DESIGN

The article deals with the process of design preparation of production, including the development and coordination of design documentation. The corresponding work flows are considered, and the ontological model of the process of creating design documentation is proposed, which allows to study the structure of products and related regulatory and design components

Design preparation of production, work flows, ontological model.

Введение

Задача повышения эффективности процесса конструкторской подготовки производства, которая включает в себя разработку и согласование конструкторской документации, в том числе и ее изменений, является одной из приоритетных направлений перехода к цифровому производству. Наличие электронной модели изделия, электронное согласование доку-

¹ УлГТУ; г. Ульяновск, ул. Сев. Венец, 32; mar-i-u@inbox.ru; 88422778845; аспирант.

ментации, а также собранная в единой системе полная документация по изделию с учетом его жизненного цикла (ЖЦ) является одним из требований стандарта Индустрия 4.0. Постоянное повышение требований к изделию, увеличение сложности проектных решений и снижение временных затрат на разработку создают предпосылки для поиска новых решений повышения эффективности выполнения работ [5].

Проектирование и освоение в производстве новых изделий, выпуск изменений на уже освоенные изделия влечет за собой увеличение объема информации, и, как следствие, усложнение получения информации об изделии, особенно по состоянию на заданный промежуток времени. Постоянное возрастание объемов информации об изделии, чаще всего неструктурированной и хранящейся в разрозненных хранилищах, как в электронном виде, так и в бумажном, усложняет задачу поиска нужных данных и работы с этой информацией.

Следует отметить, что одним из условий результативной работы предприятия является эффективное взаимодействие всех составляющих его подразделений и структур, в том числе и информационное. При этом важное значение имеет выявление и устранение ошибок в представлении и взаимодействии данных. Для решения этой задачи в настоящей работе предлагается создание онтологической модели разработки, хранения и согласования конструкторской документации.

1. Потоки работ процесса проектирования и согласования конструкторской документации (КД)

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. 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 (КД) сложного технического изделия представляет собой совокупность проектных решений независимых САПР, которая должна быть собрана в единой информационной базе проектных решений.

В качестве единого информационного хранилища данных выступает PLM-система, в которой создается архив проектных решений с учетом их жизненного цикла. Проектные решения хранятся в виде электронной структуры изделия, к которой прикрепляется вся разработанная докумен-

тация, начиная от технических требований и технических заданий, до проектов, созданных в различных САПР, с которыми интегрирована PLM-система. Электронная структура изделия позволяет [8]:

- ♦ представлять информацию о составе изделия и об иерархии его составных частей;
- ♦ представлять варианты состава при различных условиях, в исполнениях, заменяемости и взаимозаменяемости;
- ♦ структурировать проектную и рабочую конструкторскую документацию на изделие;
- ♦ представлять технические данные об изделии на всех стадиях ЖЦ изделия.

Управление ЖЦ изделия и электронное согласование КД выполняется с помощью системы управления проектами (СУПР). Система управления проектами позволяет перевести процесс согласования КД в электронный вид, используя документы электронные (ДЭ). Поскольку этапы согласования в электронном виде можно распараллелить, это позволяет сократить время на прохождение процедуры согласования. Более того, на любой момент времени руководитель может посмотреть, на какой стадии находится документ. Соблюдение сроков выполнения согласно графику разработки работ автоматически проверяется системой управления проектами, и пользователи уведомляются о несоблюдении сроков.

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.

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 2-Д,

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, и абонентам либо выдаются учтенные копии, либо предоставляется доступ в PLM-системе к КД.

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

- ◆ наличие большого числа номенклатурных позиций. Например, состав некоторых изделий может состоять из 16 уровней и насчитывать до 150 000 номенклатурных позиций;

- ◆ запуск изделия в производство влечет за собой высокую динамику изменений в документации;

- ◆ крупное промышленное предприятие, как правило, выпускает продукцию по сторонней документации, что влечет за собой выпуск предварительных извещений для согласования изменений с держателями подлинников;

- ◆ в случае обнаружения ошибок в КД производство не должно останавливаться, а продолжать выпускать продукцию с учетом предлагаемых изменений;

- ◆ длительности производственного цикла одного изделия могут быть более 1 года.

Поэтому для эффективного размещения и накопления документации по изделию, а также эффективного ее использования предлагается построить онтологическую модель хранения и согласования КД. Наглядная форма представления онтологии проектирования и согласования сложных технических систем призвана помочь проектировщикам при разработке и анализе проектных решений, конструкторско-технологической подготовке производства с помощью эффективного представления знаний.

2. Разработка онтологической модели конструкторской документации

Одним из перспективных подходов проектирования и реализации потоков работ является онтологический. Онтология хранения и согласования конструкторской документации включает структуру описания информации и правила ее взаимодействия. Онтология представляется как иерархия классов понятий и свойств этих понятий, а также методов взаимодействия. Онтологии, лежащие в основе большинства PDM-систем, обычно не рассматривают отношения между документами и взаимодействие причинно-следственных отношений. Как известно, в основе любой интеллектуальной системы лежит база формализованных знаний, от качества и объема которой зависит эффективность системы.

Онтология хранения и согласования КД должна обладать следующими характеристиками.

1. Формирование состава изделия с учетом временных характеристик. Важно получать состав изделия и соответствующую ему документацию не только на текущий момент времени, но и с учетом временных характеристик для производства, т.е. иметь состав на заданную расчетную дату.

2. Формирование дерева требований. Такие элементы позволяют соотнести предопределенные требования заказчика с проектируемым изделием для контроля заданных параметров.

3. Формирование причинно-следственных отношений. Необходимость введения причинно-следственных отношений позволит соотнести, например, конкретный конструкторский документ с соответствующими инженерными расчетами.

4. Формирование графиков разработки. Важно проводить проектирование нового изделия или модернизацию старого, не выходя за заданные сроки.

5. Учет характеристик изделия. Наличие такого элемента позволяет учитывать различные факторы при подборе аналогов. К числу наиболее значимых характеристик можно отнести габаритные размеры, массу изделия и его составных частей, условия эксплуатации, например, климатические зоны, и пр.

6. Учет разных конфигураций изделия. Важно иметь возможность формализовать конфигурации изделия, задав причинно-следственные связи с характеристиками изделия в зависимости от внешних факторов, например, климатической зоны эксплуатации, чтобы при поиске аналогов проще было найти изделия, соответствующим заданным характеристикам.

7. Единообразное формирование состояний документов и составных частей изделия. Различают условия, при которых указанная группа документов может изменить свое состояние и определяет перечень этих условий.

Каждое проектируемое изделие представляется в онтологической модели как объект (класс) «Изделие», который обладает набором технических требований, представленные как дерево требований. В процессе разработки изделия в целом или его составных частей объект «Изделие» пополняется новыми данными. Появляется состав, включающий в себя детали, сборочные единицы, прочие изделия и материалы. Каждая деталь и сборочная единица имеют проектные решения с документацией, связанные причинно-следственными связями с инженерными расчетами.

Так как каждое изделие должно быть спроектировано к определенному сроку, определяются основные этапы разработки и сроки их выполнения с указанием исполнителей. Эта информация определяется в онтологической модели как график работ. Структура описания технического задания состоит из определения перечня работ, сроков выполнения с учетом

графика разработки и подразделения исполнителя. Онтология позволяет описывать изделие с учетом заданных характеристик. Количество характеристик определено типом составной части изделия, а также наличием внешних факторов, таких как климатическая зона, язык покупателя и пр. Онтологическая модель КД представлена на рис. 1 ниже.

Заключение

Предложенная онтология дает возможность формировать представление об изделии, позволяет исследовать структуру изделий и связанные с ней нормативные и проектные составляющие, а также наметить пути по совершенствованию процессов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ульяновской области в рамках научного проекта № 16-47-732152. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Ульяновской области в рамках научного проекта № 18-47-730032.

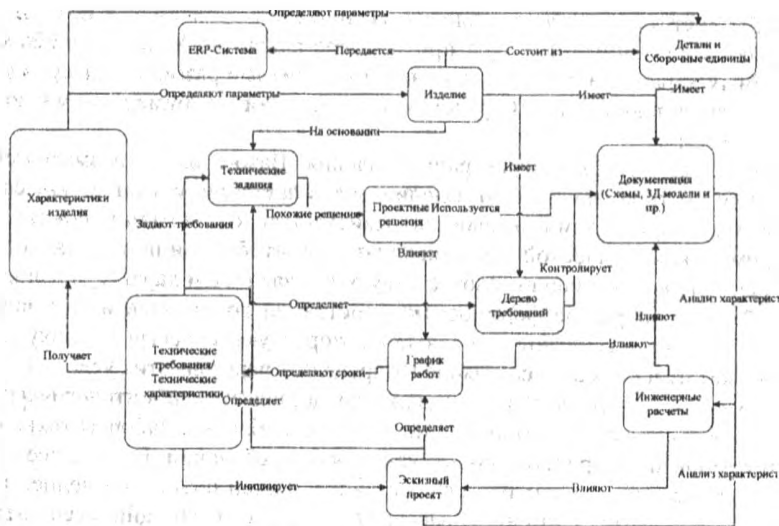


Рис. 1. Онтологическая модель КД

Библиографический список

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 (editor) // Workflow Management Coalition, 2005.

1. Карпов Ю.Г. MODEL CHECKING. Верификация параллельных и распределенных программных систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 560 с.
2. Калянов Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и оптимизация бизнес-процессов: учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 240 с. –URL: <http://www.twirpx.com/file/2204790/> (дата обращения: 13.11.2017).
3. Стратилатова, Н.Н., Скимунт В.К., Егоров А.С., Юрыгина Ю.С., Анисимов А.С., Лахин О.И., Чехов А.В. Создание системы управления интеллектуальной собственностью на основе использования баз знаний (онтологий) и мультиагентных технологий // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2016): Труды международной научно-технической конференции (26–28 апреля 2016 г., Самара, Россия). – Самара: СамНЦ РАН, 2016. – С. 374–377.
4. Лахин О.И., Юрыгина Ю.С., Анисимов А.С. Принципы построения системы управления знаниями предприятий ракетно-космической промышленности // Онтология проектирования. – 2017. – Т. 7, № 3 (25). – С. 270–283.
5. Скобелев П.О. Онтологии деятельности для ситуационного управления предприятием в реальном времени // Онтология проектирования. – 2012. – № 1 (3). – С. 26–48.
6. ГОСТ 2.053-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная структура изделия. Общие положения.

УДК 004.94

И.Т. Утепбергенов^{1,2}, Ш.Д. Тойбаева^{1,2}, А.И. Буранбаева^{1,2}**ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА ЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ИННОВАЦИОННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ В КАЗАХСТАНЕ И ОБОСНОВАНИЕ
НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Представлен и обоснован подход на основе сбора и обработки анкетных данных для Республики Казахстан для проверки обоснованности гипотезы о том, что инновационная производительность на уровне республики и ее отдельных регионов зависит от полноты и качества информационной поддержки инноваций на протяжении всего их жизненного цикла. Разработана и апробирована методика формирования ранжированного реестра проблем информационного обеспечения инноваций, в привязке к отдельным этапам их жизненного цикла. Выполнена статистическая обработка полученной информации средствами сервиса Google Form и в среде IBM SPSS с использованием описательных, регрессионных, а также визуальных моделей анализа для выявления наиболее значимых проблем информационного обеспечения.

Инновационная экономика, Казахстан, инновационная инфраструктура, статистическая обработка.

¹ Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК; 050010, Казахстан, г. Алматы, ул. Пушкина, 125; +77017325654, i.utepbergenov@ipic.kz.

² Университет Туран, 050013, Казахстан, г. Алматы, ул. Сапиева, 16-18, 18а.