

УДК 004

РАЗРАБОТКА СЕМАНТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ КОНСТРУКТОРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИИ

© Авторы, 2018

© ЗАО «Издательство «Радиотехника», 2018

М.Е. Уханова

АО «Ульяновский механический завод»; аспирант кафедры «Вычислительная техника», Ульяновский государственный технический университет

E-mail: mari-u@inbox.ru

Аннотация. Исследованы потоки работ проектирования сложного технического изделия. Разработана семантическая модель представления изделия на основе онтологии. Определена схема формирования семантической модели проектных решений на основе онтологии. Предложен метод извлечения данных из PLM-систем на примере Лоцман-PLM, предложен метод верификации разработанного изделия на соответствие требованиям.

Annotation. Investigated the work flow design complex technical products. A semantic model of product representation based on ontology has been developed. The scheme for the formation of a semantic model of design decisions based on ontology is defined. A method for extracting data from PLM-systems using the example of Loodsman-PLM is proposed, and a method for verifying the developed product for compliance with the requirements is proposed.

Расширенный реферат

Процесс проектирования сложного технического изделия является сложной деятельностью многих конструкторов, работающих в различных структурных подразделениях. Про-

ектная и офисная документация появляется на разных стадиях проектирования и хранится в разрозненных хранилищах в электронном или бумажном виде, зачастую без привязки к конкретному проекту. Все это усложняет задачу поиска нужных данных и ставит задачу систематизации и обновления данных о продукте в виде формального описания. В данной работе изучены рабочие процессы проектирования сложного технического изделия и разработана концептуальная модель процесса проектирования сложного технического изделия. Для систематизации данных о продукте и его организационно-технической составляющей определена семантическая модель представления продукта на основе онтологии. Предлагаемый способ извлечения данных для формирования онтологической базы проектных решений позволяет выполнить анализ диаграммы ER-модели изделия из PLM-системы, что приведет к значительному сокращению времени на поиски готовых проектных решений. Предложенный метод проверки разработанного изделия на соответствие требованиям позволит провести анализ семантического образа изделия, что позволит повысить качество проектируемых изделий за счет исключения ошибок на ранних стадиях проектирования.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ульяновской области в рамках научного проекта № 16-47-732152. Исследования поддержаны грантом Министерства образования и науки Российской Федерации, проект № 2.1615.2017/4.6.

The process of designing a complex technical product is a complex activity of many designers working in different structural divisions. Project and office documentation appears at different stages of the design process and is stored in scattered stores in electronic or paper form, often without reference to a specific project. All this complicates the task of finding the right data and makes the task of systematizing and updating data on the product in the form of a formal description.

In this paper, we studied the workflows of designing a complex technical product and developed a conceptual model of the design process of a complex technical product. In order to systematize the product data and its organizational and technical components, a semantic model of the product presentation based on ontology has been defined. The proposed method of data extraction

for the formation of the ontological base of design solutions allows the analysis of the diagrammatic ER-model of the product from the PLM-system, which will lead to a significant reduction in time to search for ready-made design solutions. The proposed method of verification of the developed product for compliance with the requirements will allow the analysis of the semantic image of the product, which will improve the quality of the designed products by eliminating errors in the early design stages.

The reported study was funded by RFBR and Government of Ulyanovsk Region according to the research project No. 16-47-732152. The research is supported by a grant from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, project No. 2.1615.2017/4.6.

Ключевые слова: семантическая модель, потоки работ, анализ проектных решений

Key words: semantic model, workflows, analysis of design.

Введение

С каждым новым этапом развития технологий происходит усложнение и совершенствование проектируемых изделий и составляющих их компонентов. Освоение в производстве новых изделий и связанный с этим процесс выпуска изменений влечет за собой увеличение объема информации. Такая информация является как структурированной (проектные документы: 3D-модели, схемы электрические и пр.), так и не структурированной (офисные и проектные документы в формате doc, xml и др. форматы). Проектная и офисная документация появляется на разных этапах процесса проектирования и хранится в разрозненных хранилищах в электронном или бумажном виде, зачастую без привязки к определенному проекту. Все это усложняет задачу поиска нужных данных и выдвигает задачу систематизации и актуализации данных об изделии в виде формального описания. Следует отметить, что в информационных системах

крупных предприятий для формального описания изделия в основном используется ER-модель представления данных.

Исследуя сферу автоматизированного проектирования программно-аппаратных комплексов, можно отметить, что основное внимание уделяется совершенствованию методов проектирования и их отдельных компонентов. Значительные успехи достигнуты в области математического моделирования, инженерных расчетов, оптимизированы структуры данных и пользовательские интерфейсы [15-26]. С каждым годом улучшается графика, усложняется интерфейс, оптимизируются действия пользователя, что позволяет сократить время проектирования. Большое внимание уделяется процессному подходу и описанию потоков работ [1-4,14], позволяющему оптимизировать процессы проектирования. Однако, в меньшей степени исследованы методы построения онтологических моделей организационно-технических компонентов конструкторского проектирования, которые позволяют систематизировать данные об изделии, оптимизировать поиск проектных решений согласно заданным параметрам. Данная работа вносит вклад в систематизацию данных об изделии и ее организационно-технических компонентов, используя семантическую модель на основе онтологии, повышая качество моделей изделий.

Разработка концептуальной модели процесса проектирования сложного технического изделия

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, поэтому 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 единой информационной базы проектных решений, как правило, выступает PDM-система. Процесс проектирования сложного технического изделия представлен в концептуальной модели на рис. 1.

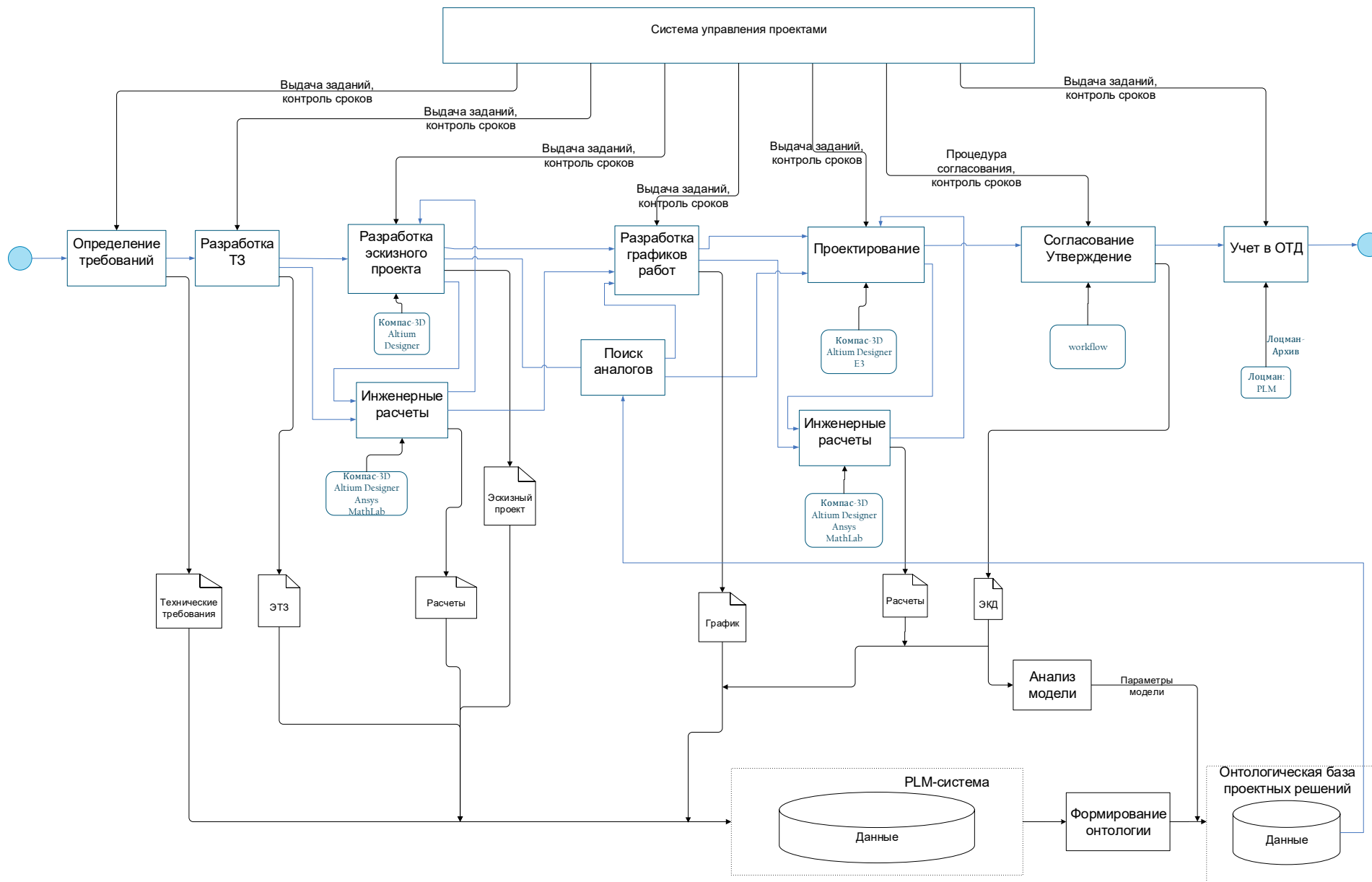


Рис. 1. Концептуальная модель проектирования

Каждая задача потока работ в концептуальной модели представляет собой вложенную процедуру выполнения, в которой задействованы не только подразделения КБ, но и различные подразделения предприятия, участвующие в процессе согласования. Результатом выполнения каждой вложенной процедуры является согласованный электронный документ (ЭД) в текстовом формате или в формате специализированного САПР. В некоторых случаях, например, в задаче «Разработка ТЗ», результат выполнения представлен как созданный объект PDM-системы, у которого заполнены необходимые атрибуты. Само же техническое задание в бумажном виде рождается из системы как отчет. Следует отметить, что конструкторская документация и информация о проектируемом изделии в PDM-систему попадает не одновременно, а появляется по мере проектирования на каждом этапе потока работ проектирования сложного технического изделия.

Разработка семантической модели представления изделия на основе онтологии

Одним из перспективных направлений формального описания изделия является проектирование семантической модели компонентов конструкторского проектирования на основе онтологии. Главным назначением такой модели является систематизация данных об изделии, создание концептуальной схемы [27] изделия в виде онтологии. В статье предлагается метод формирования семантической модели, использующий интеграцию с системами автоматизиро-

ванного проектирования. Существенными отличиями семантической модели на основе онтологии от реляционной модели являются следующие:

- онтологическая модель передает прагматику данных об изделии;
- семантика предметной области представлена в наглядном виде (граф);
- с помощью ER-диаграмм происходит выделение сущностей (концептов);
- с помощью ER-диаграмм выявляются отношения между сущностями (концептами) и их атрибутами (свойствами).

Семантическая модель организационно-технических компонентов конструкторского проектирования на основе онтологии включает структуру описания информации и правила ее взаимодействия. Концептуальная схема представления изделия с использованием семантической модели на основе онтологии представлена на рис.2

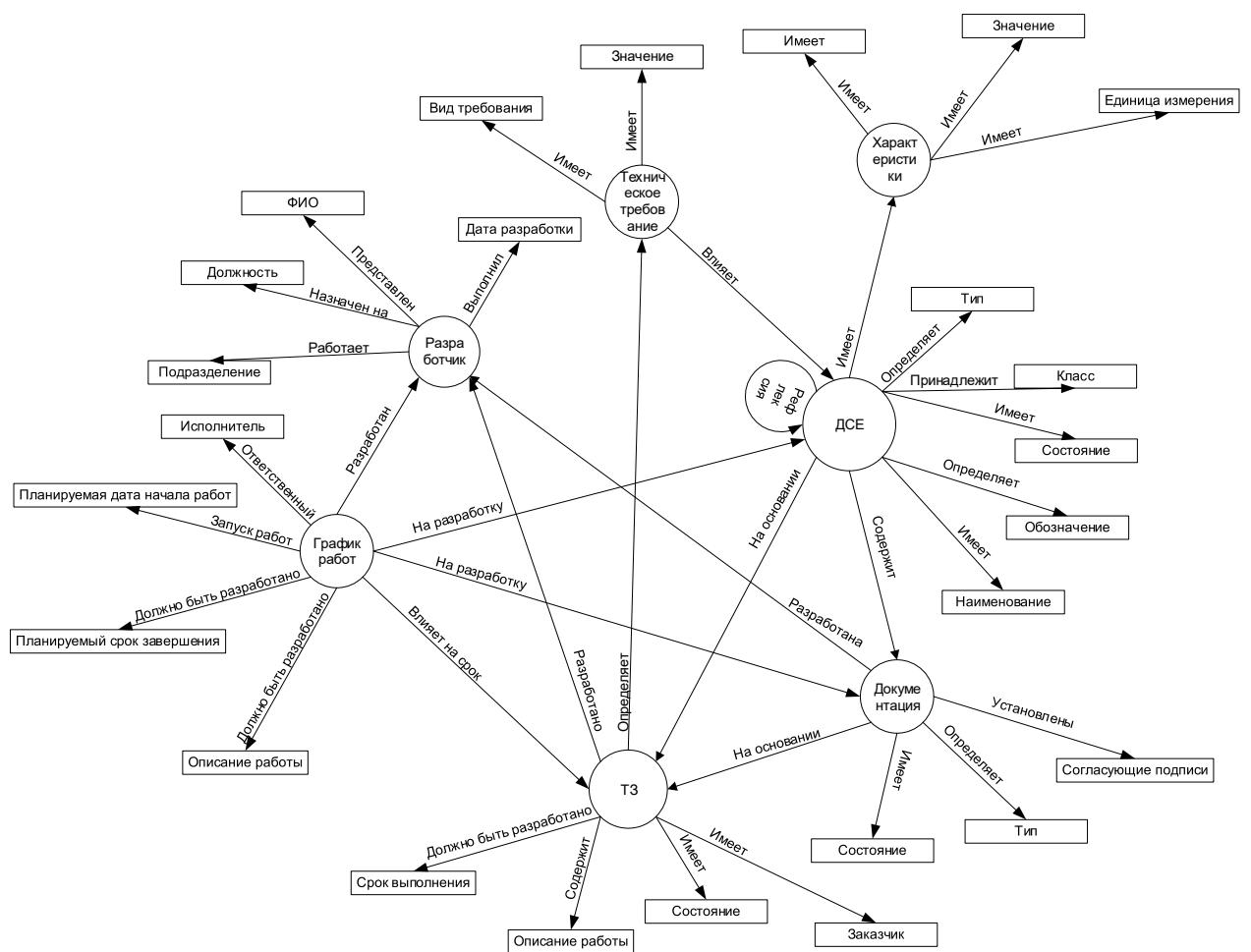


Рис. 2. Концептуальная схема представления изделия с использованием семантической модели на основе онтологии

Каждое проектируемое изделие представляется в семантической модели как концепт «ДСЕ», обозначающую деталь или сборочную единицу (ДСЕ) и имеющую свойства: тип, класс, обозначение, наименование, состояние. Следует отметить, что изделие представляет собой сложную организационную структуру, имеющую несколько иерархических уровней вложенности, представляемых в виде структуры дерева, поэтому состав изделия представлен как набор концептов «ДСЕ», имеющую рефлексивную связь «Состоит из ...». Концепт «ДСЕ» связана с понятием «Документация» отношением «Содержит». Каждый

концепт «ДСЕ», как правило, содержит несколько понятий «Документация». У «Документации» есть свойства: тип КД, состояние, согласующие подписи. Поскольку любое изделие и его компоненты разрабатываются на основании технического задания (ТЗ), то в семантическую модель вводится понятие «ТЗ», которое связано с концептом «ДСЕ» и понятием «Документация» отношением «На основании». Понятие «ТЗ» обладает свойствами: заказчик, описание работ, срок выполнения, состояние. В рамках разработанного технического задания определяются технические требования на проектируемое изделие, которые в семантической модели представлены понятием «Технические требования» со свойствами: вид требования и значение. По результатам процесса проектирования на основании ТЗ и заданных в нем технических требования у концепта «ДСЕ» возникают технические характеристики, представленные в семантической модели как понятие «Характеристики», которое имеет свойства: вид характеристики, значение, единица измерения. Понятия «ТЗ», «Документация» имеют непосредственного разработчика, которое вводится в семантическую модель как понятие «Разработчик» и имеет свойства: ФИО разработчика, должность, подразделение, дата разработки. Проектирование сложного технического изделия не может обойтись без детальной проработки составных компонентов и составлением графиков работ на проектирование. Введенное понятие «График работ» связана с концептом «ДСЕ» и позволяет создать декомпозицию всего перечня работ. Понятие «График работ» и содержит свойства: описание работы, исполнитель работы, планируемая дата начала работ, плани-

руемый срок завершения работ. Понятие «График работ» также связано с понятием «Разработчик».

Формирование семантической модели на основе онтологии

Процесс формирования семантической модели организационно-технических компонентов конструкторского проектирования на основе онтологии, представлен на рис. 3. Формирование семантической модели происходит с использованием метода извлечения данных, представленных в разных форматах, из документов и объектов PDM-системы. Формирование семантической модели запускается на каждом этапе процесса проектирования посредством системы управления проектами и требует эффективных алгоритмов.

Начальной задачей потока работ проектирования сложного технического изделия является «Определение требований», в рамках которой определяются технические требования ко всему изделию в целом. На этом этапе в PDM-системе появляется документ «Технические требования» чаще всего в текстовом формате. После попадания документа в PDM-систему, запускается механизм формирования семантической модели изделия, в процессе которого с помощью метода извлечения данных создается концепт «ДСЕ» и понятие «Техническое требование». Заполнение свойств у понятия «Техническое требование» происходит выделением свойств «Вид требования» и «Значение» из текста документа.

Согласно общим требованиям на изделие, разрабатывается техническое задание на разработку эскизного проекта или КД, которое выполняется следу-

ющим этапом проектирования изделия. Техническое задание в PLM-системе представлено как одноименный объект, у которого заполнены атрибуты: «Заказчик», «Назначение работы», «Технические требования», «Подразделение исполнителя», «Срок выполнения». Метод извлечения данных позволяет выделить из объекта PLM-системы несколько понятий:

- понятие «ТЗ», с заполнением свойств: срок выполнения, описание работы, заказчик, состояние;
- понятие «Разработчик», у которого заполняются свойства подразделения, должность, ФИО, дата разработки;
- понятие «Техническое требование» с заполнением соответствующих свойств.

Результатом выполнения задачи «Разработка эскизного проекта» или «Проектирование КД» является выпуск КД, которая в PLM-системе представлена как объекты «Документ» с вложенными файлами проекта. Метод извлечения данных выделяет понятия:

- понятие «Документ», у которого заполняются свойства: тип документа, состояние и согласующие подписи;
- понятие «Характеристики» получается из файлов документа, например 3D-моделей, с выделением свойств «Вид характеристики» и его значения в определённой единице измерения.
- понятие «Разработчик», как было описано ранее.

Выполнение этапа «Инженерные расчеты» приводит к разработке ряда документов, содержащие расчетные величины, отражающие характеристики ДСЕ. Из расчетов выделяются основные характеристики проектируемого изделия, которые сравниваются с «Техническими требованиями» на соответствие. Результатом такой проверки является сообщение пользователю о соответствии или не соответствии разработанной КД заявленным требованиям, с указанием разницы отклонения. Завершение этапа «Разработка эскизного проекта» приводит к старту работ по декомпозиции изделия на составные части, планированию этапов и сроков разработки. В результате заполняется понятие «График работ» с заполнением свойств «Описание работы», «Планируемая дата начала работ», «Планируемый срок завершения работ» и фиксируется исполнитель работ с заполнением соответствующего свойства. На определение сроков выполнения разработки, указываемой в графике работ, влияет наличие или отсутствие аналогов составных частей изделия. Для этого происходит обращение в онтологическую базу проектных решений для проведения подобного анализа.

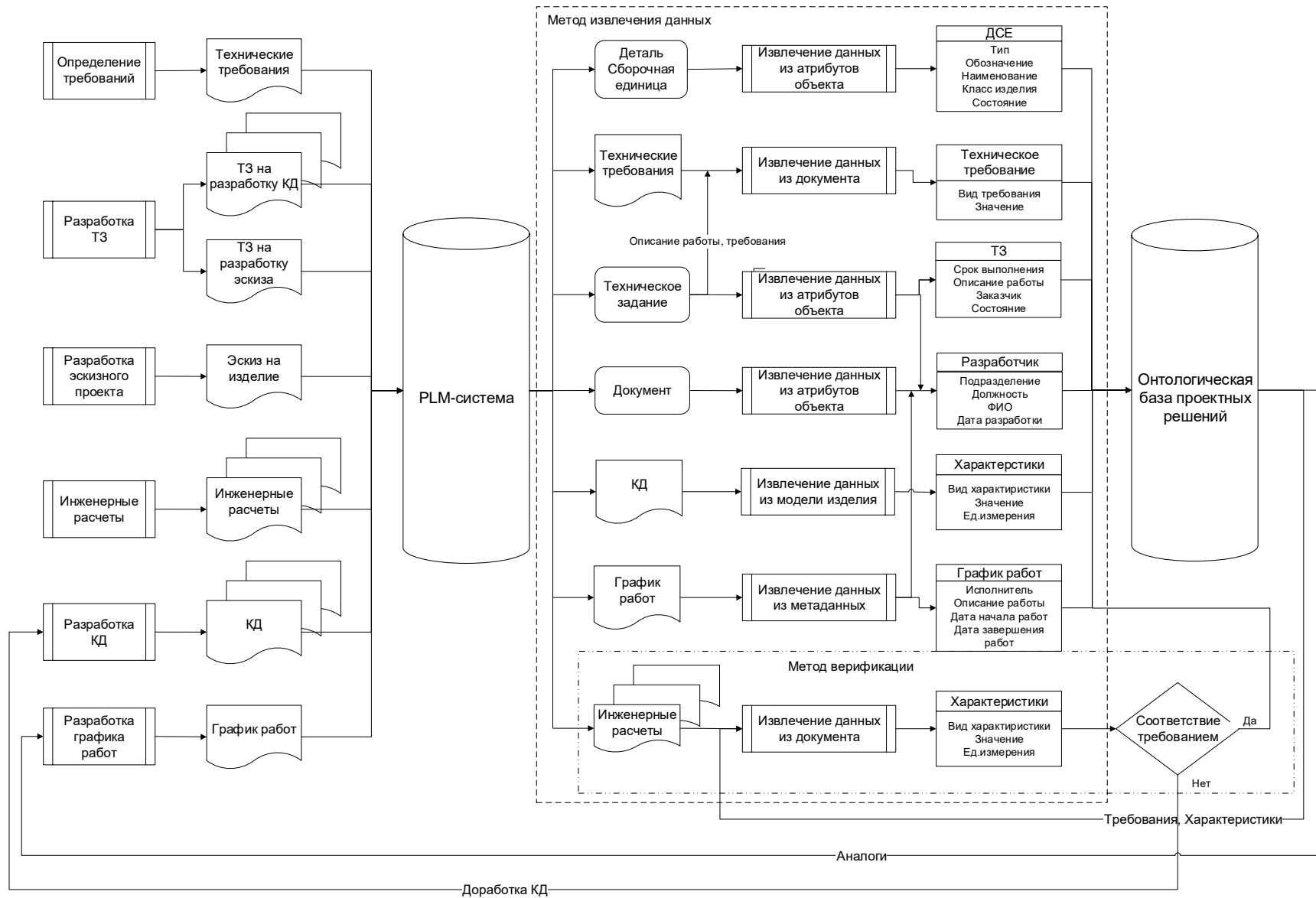


Рис. 3. Схема формирования семантической модели

Заключение

В данной работе исследованы потоки работ проектирования сложного технического изделия и разработана концептуальная модель этого процесса. Для систематизации данных об изделии и его организационно-технических компонентов определена семантическая модель представления изделия на основе онтологии. Авторами предложен подход, основанный на двух разработанных методах, который позволяет проводить структурно-параметрический анализ изделий в PLM-системе по заявленным требованиям. Разработан метод извлечения данных из диаграмматической ER-модели изделия в PLM-системе для формирования онтологической базы проектных решений, что позволит значительно сократить время на поиск готовых аналогичных решений. Предложен метод верификации разработанного изделия на соответствие требованиям, который позволит проводить анализ семантического образа изделия, что повысит качество проектируемых изделий за счет исключения ошибок на ранних стадиях проектирования. Эффективность подтверждена проведенными релевантными исследованиями, и авторами выявлено превосходство по сравнению с существующими PLM-системами. Будущими направлениями являются создание семантической модели конструкторской технологической подготовки производства на основе онтологий, что позволит понять суть бизнес-процессов предприятий и обеспечит многократное использование такого решения.

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

дования поддержаны грантом Министерства образования и науки Российской Федерации, проект № 2.1615.2017/4.6.

Литература

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. Карпов Ю. Г. MODEL CHECKING. Верификация параллельных и распределенных программных систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 560 с.
4. 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).
5. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н. Разработка и исследование средств извлечения из САПР КОМПАС-3D и представления в веб-системах конструкторского описания, 3D-моделей промышленных деталей и сборок // В сборнике: Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта. (CAD/CAM/PDM - 2015) Труды международной конференции. Под ред. А.В. Голока. 2015. С. 208-212.
6. ГОСТ 2.001-2013 ЕСКД. Общие положения.

7. ГОСТ 2.051-2013 ЕСКД. Электронные документы.
8. ГОСТ 2.052-2015 ЕСКД. Электронная модель изделия.
9. ГОСТ 2.053-2013 ЕСКД. Электронная структура изделия.
10. ГОСТ 2.054-2013 ЕСКД. Электронное описание изделия.
11. ГОСТ 2.102-2013 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.
12. ГОСТ 2.103-2013 ЕСКД. Стадии разработки.
13. ГОСТ Р 56874-2016 Система управления полным жизненным циклом изделий высокотехнологичных отраслей промышленности.
14. Agile Business Process Development: Why, How and When - Applying Nonaka's theory of knowledge transformation to business process development.
<https://www.researchgate.net/publication/266078141>
15. Sherehiy, B., W., K. & J.K., L., 2007. A review of enterprise agility: Concepts, frameworks, and attributes. International Journal of Industrial Ergonomics, 37, pp.445-60.
16. A global Swiss company offering advanced intelligent application software for multiple business sectors. <http://whitestein.com/>
17. Концептуальное моделирование компьютеризованных систем: учебное пособие / П.И. Соснин. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 198 с.
18. Bider, I., 2014. Analysis of Agile Software Development from the Knowledge Transformation Perspective. In Johansson, B., ed. To appear in 13th Internation-

al Conference on Perspectives in Business Informatics Research (BIR 2014).
Lund, Sweden. Springer, LNBIP

19. Costagliola G., Lucia A.D., Orece S., Tortora G. A parsing methodology for the implementation of visual systems. [Online] Available at: <http://www.dmi.unisa.it/people/costagliola/www/home/papers/method.ps.gz> [Accessed 05 February 2016].
20. Шаров О.Г., Афанасьев А. Н. Нейтрализация синтаксических ошибок в графических языках / О. Г. Шаров, А. Н. Афанасьев // Программирование. – 2008. – №1. – С. 61-66.
21. Paradigm V. Visual paradigm for uml //Hong Kong: Visual Paradigm International. Available at: <http://www.visual-paradigm.com/product/vpuml/>. Accessed April. – 2010. – Т. 15. – С. 2010
22. Hoffmann H. P. Deploying model-based systems engineering with IBM® rational® solutions for systems and software engineering //Digital Avionics Systems Conference (DASC), 2012 IEEE/AIAA 31st. – IEEE, 2012. – С. 1-8.
23. A.N. Afanasyev, N.N. Voit, E.Yu. Voevodin, R.F. Gainullin, “Control of UML diagrams in designing automated systems software,” Proceedings of the 9th IEEE International conference on Application of Information and Communication Technologies: AICT – 2015, pp. 285-288 (2015)
24. A.N. Afanasev, N.N. Voit, E.Yu. Voevodin, R.F. Gainullin, “Analysis of Diagrammatic Models in the Design of Automated Software Systems,” Object Systems – 2015: Proceedings of X International Theoretical and Practical Confer-

ence (Rostov-on-Don, 10-12 May, 2015) / Edited by Pavel P. Oleynik. – Russia, Rostov-on-Don: SI (b) SRSPU (NPI), pp. 124-129 (2015)

25. Booch, G. 1994. Object-oriented Analysis and Design with Applications, 2nd edition. Addison-Wesley.
26. Marca, D.A. & McGowan, C.L. 1988. SADT: Structured Analysis and Design Techniques. McGraw-Hill.
27. T. R. Gruber. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. International Journal of Human-Computer Studies, Vol. 43, Issues 4-5, November 1995, pp. 907-928.

DEVELOPMENT OF THE BASIS OF DESIGN SOLUTIONS OF MACHINE-BUILDING OBJECTS

© Authors, 2018

© Radiotekhnika, 2018

M.E. Ukhanova

JSC "Ulyanovsk Mechanical Plant"; post-graduate student of the department "Computer Science", Ulyanovsk State Technical University

E-mail: mari-u@inbox.ru

Annotation. Investigated the work flow design complex technical products. A semantic model of product representation based on ontology has been developed. The scheme for the formation of a semantic model of design decisions based on ontology is defined. A method for extracting data from PLM-systems using the example of Loodsman-PLM is proposed, and a method for verifying the developed product for compliance with the requirements is proposed.

References

1. Afanasyev A.N., Voyt N.N., Ukhanova M.E., Ionova I.S., Epifanov V.V. Analysis of the design and technological work flow in a large radio engineering enterprise. Radio engineering. –2017. - № 6. - p. 49-58.
2. Workflow Handbook 2005 / Layna Fischer (edit or) // Workflow Management Coalition, 2005.
3. Karpov Yu. G. MODEL CHECKING. Verification of parallel and distributed software systems. - SPb .: BHV-Petersburg, 2010. - 560 p.
4. Afanasyev A.N., Voyt N.N. Development and research of extraction tools from CAD KOMPAS-3D and representation in web systems design descriptions, 3D models of industrial parts and assemblies // In the collection: Design systems, technological preparation of production and management of the stages of the life cycle of an industrial product (CAD / CAM / PDM - 2015) Proceedings of the international conference. Ed. A.V. Toloka. 2015. p. 208-212.
5. Kalyanov G.N. Modeling, analysis, reorganization and optimization of business processes / textbook. - M .: Finance and Statistics, 2006. - 240 p. URL: <http://www.twirpx.com/file/2204790/> (access date: 13.11.2017)
6. GOST 2.001-2013 ESKD. General provisions
7. GOST 2.051-2013 ESKD. Electronic documents
8. GOST 2.052-2015 ESKD. Electronic product model
9. GOST 2.053-2013 ESKD. Electronic structure of the product
10. GOST 2.054-2013 ESKD. Electronic Product Description
11. GOST 2.102-2013 ESKD. Types and completeness of design documents
12. GOST 2.103-2013 ESKD. Development stages
13. GOST R 56874-2016 Management system for the full life cycle of products of high-tech industries.

14. Agile Business Process Development: Why, How and When - Applying Nonaka's theory of knowledge transformation to business process development.
<https://www.researchgate.net/publication/266078141>
15. Sherehiy, B., W., K. & J.K., L., 2007. A review of enterprise agility: Concepts, frameworks, and attributes. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37, pp.445-60.
16. A global Swiss company offering advanced intelligent application software for multiple business sectors. <http://whitestein.com/>
17. Conceptual modeling of computerized systems: a tutorial / PI. Sosnin. - Ulyanovsk: UISTU, 2008. - 198 p.
18. Bider, I., 2014. Analysis of Agile Software Development from the Knowledge Transformation Perspective. In Johansson, B., ed. To appear in 13th International Conference on Perspectives in Business Informatics Research (BIR 2014). Lund, Sweden. Springer, LNBIP
19. Costagliola G., Lucia A.D., Orece S., Tortora G. A parsing methodology for the implementation of visual systems. [Online] Available at:
<http://www.dmi.unisa.it/people/costagliola/www/home/papers/method.ps.gz> [Accessed 05 February 2016].
20. Sharov OG, Afanasyev A.N. Neutralization of syntax errors in graphic languages / OG, Sharov, A.N. Afanasyev // *Programming*. - 2008. - №1. - pp. 61-66.
21. Paradigm V. Visual paradigm for uml //Hong Kong: Visual Paradigm International. Available at: <http://www.visual-paradigm.com/product/vpuml/>. Accessed April. – 2010. – T. 15. – C. 2010
22. Hoffmann H. P. Deploying model-based systems engineering with IBM® rational® solutions for systems and software engineering //Digital Avionics Systems Conference (DASC), 2012 IEEE/AIAA 31st. – IEEE, 2012. – C. 1-8.
23. A.N. Afanasyev, N.N. Voit, E.Yu. Voevodin, R.F. Gainullin, “Control of UML diagrams in designing automated systems software,” Proceedings of the 9th IEEE International conference

on Application of Information and Communication Technologies: AICT – 2015, pp. 285-288 (2015)

24. A.N. Afanasev, N.N. Voit, E.Yu. Voevodin, R.F. Gainullin, “Analysis of Diagrammatic Models in the Design of Automated Software Systems,” Object Systems – 2015: Proceedings of X International Theoretical and Practical Conference (Rostov-on-Don, 10-12 May, 2015) / Edited by Pavel P. Oleynik. – Russia, Rostov-on-Don: SI (b) SRSPU (NPI), pp. 124-129 (2015)
25. Booch, G. 1994. Object-oriented Analysis and Design with Applications, 2nd edition. Addison-Wesley.
26. Marca, D.A. & McGowan, C.L. 1988. SADT: Structured Analysis and Design Techniques. McGraw-Hill.
27. T. R. Gruber. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. International Journal of Human-Computer Studies, Vol. 43, Issues 4-5, November 1995, pp. 907-928

Краткие сведения об авторах статьи

Уханова Мария Евгеньевна

ученая степень – нет;

ученое звание – нет;

должность – ведущий инженер-программист – руководитель группы, АО УМЗ;

число опубликованных научных работ –12;

область научных исследований – проектирование автоматизированных систем;

название организации, в которой работает автор – АО Ульяновский механический завод;

полный адрес организации – Россия, 432008, г. Ульяновск, Московское шоссе, 94;

контактная информация для связи с авторами (телефон, адрес электронной почты),

E-mail: mari-u@inbox.ru