

МЕТОД ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗДЕЛИЙ¹

Н.Н. Войт², Д.С. Канев³, С.И. Бригаднов⁴,
С.Ю. Кириллов⁵, В.С. Хородов

В статье изложен метод извлечения проектных характеристик изделий, выполненных с использованием средств САПР. Описаны модели, составляющие научную основу метода, приведены алгоритмы формирования или дополнения технических требований по изделию, формирования или дополнения технического задания по изделию, построения семантической модели проектного решения.

Введение

Для разработки конструкторской и технологической документации, а также управления процессом конструкторско-технологической подготовки производства актуальной задачей является разработка программно-информационных методов и средств извлечения проектных характеристик и параметров изделий из PLM-систем управления жизненным циклом [1] сложных технических объектов.

Авторами предлагается новый метод извлечения данных и проектных характеристик изделий из PLM систем, проектные решения в которых выполнены с использованием средств САПР, с целью сокращения сроков разработки конечного изделия.

Особенностью предлагаемого разработанного метода является возможность извлечения данных и параметров проектного решения в результате его анализа, выделяя и формируя историю построения трехмерной модели в виде последовательности проектных операций твердотельного моделирования в

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: dima.kanev@gmail.com

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

⁵ 432027, Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, УлГТУ, e-mail: kirillovsyu@gmail.com

САПР, выполненных проектировщиком. В результате анализа сложного технического объекта формируется его дерево построения, список сборочных единиц с числовыми параметрами, техническое требование, которые записываются в файловое хранилище PLM-системы.

Технические требования в PLM-системе представлены как дерево требований, в котором содержатся основные характеристики, параметры и описание изделия. На основании требований прорабатывается проект и формируется схема деления изделия, которая является основой для разработки графика проектирования и технического задания.

В статье приводятся алгоритм формирования или дополнения технических требований по изделию, алгоритм формирования или дополнения технического задания по изделию, алгоритм построения семантической модели проектного решения.

Метод извлечения проектных характеристик

Сущность метода заключается в построении семантической модели проектного решения машиностроительных изделий, выполненных в САПР, или объектов, созданных в PLM-системах в результате работы проектировщика со специализированными плагинами.

Метод позволяет извлекать данные и параметры в результате анализа проектных решений, выделяя историю построения трехмерной модели сложного технического изделия [2], а также числовые характеристики параметров проектных операций твердотельного моделирования в САПР.

Разработан ряд моделей, составляющих научную основу метода извлечения проектных характеристик [3]:

- модель технического требования (техническое требование на деталь или сборочную единицу, получаемое из технических требований заказчика);
- модель технического задания (атрибутивная часть соответствующего объекта PDM-системы, относящаяся к срокам выполнения заданий и их исполнителей);
- модель деталей и сборочных единиц (исходные данные для анализа истории построения проектного решения САПР);
- модель проектных операций твердотельного моделирования в САПР;
- модель исходных данных для классификации проектных решений САПР;
- модель параметров и характеристик деталей и сборочных единиц.

На основе модели технических требований проектного решения формируется онтологическое понятие «ТТ» в виде значений онтологической БД, в котором генерируется перечень необходимых требований и их значения в виде взаимосвязанного отношения, а также характеристик проектного решения САПР и значений параметров в соответствующих единицах измерения.

Авторами разработан алгоритм формирования или дополнения технических требований по изделию, который представлен на рисунке 1.

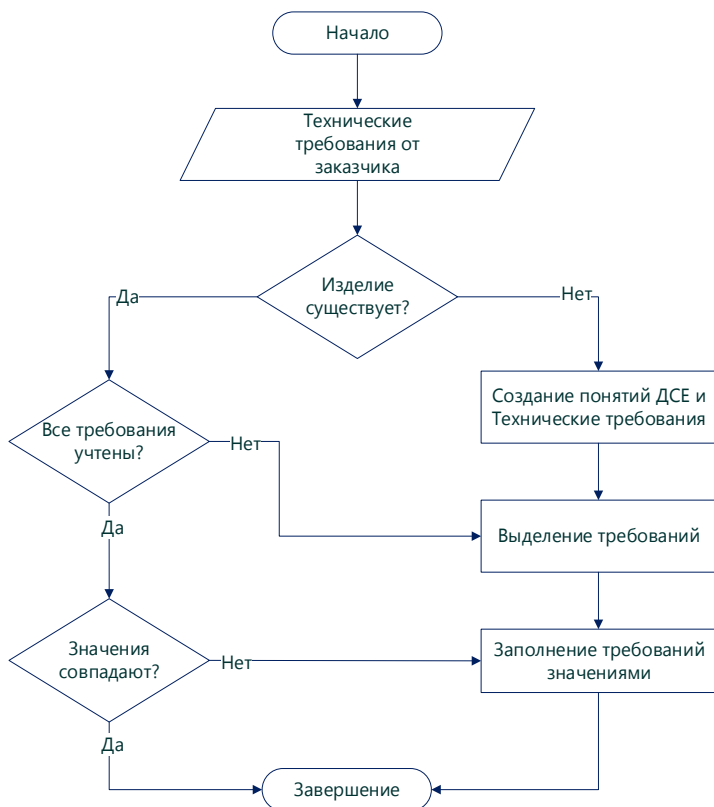


Рис. 1. Алгоритм формирования требований по изделию

Модель технического задания (ТЗ) представляет атрибутивную часть соответствующего объекта PDM-системы, относящуюся к срокам выполнения заданий и их исполнителей, а также включает в себя модель технических требований.

На основе модели технического задания проектного решения формируется понятие «ТЗ» в виде значений онтологической БД, в котором генерируется перечень необходимых требований со значениями проектного решения САПР в виде взаимосвязанного отношения, а также формируются сроки выполнения.

Авторами разработан алгоритм формирования или дополнения технического задания по изделию, который состоит из шагов, описываемых ниже.

1. Начало работы по формированию технического задания на ДСЕ.

2. Рассмотрение технических требований заказчика.
3. Рассмотрение требований на изделие.
4. Описание перечня работ.
5. Определение технических требований на составную часть изделия (СЧИ).
6. Проверка на наличие изделия в дереве проектов PDM-системы. Если для изделия учтены не все требования, то переход к шагу 8. Если у требований изменились значения, то переход к шагу 9.
7. Создание понятий ДСЕ и Технические требования.
8. Выделение требований на СЧИ.
9. Заполнение требований значениями.
10. Завершение работы.

Исходными данными для анализа истории построения проектных решений САПР являются трехмерные модели деталей и сборочных единицы (ДСЕ) машиностроительных изделий.

На основе модели проектных операций формируется описание истории построения проектного решения (листинг 1) в виде XML-файла, в котором отображается структура ДСЕ в виде взаимосвязанной последовательности проектных операций твердотельного моделирования в САПР, а также значения параметров, атрибуты и характеристики проектных решений (листинг 2).

В дальнейшем по данным XML-файла формируется онтологическая модель проектного решения в части описания понятия «ДСЕ». Сформированный список параметров и характеристик ДСЕ используется при реализации системы поиска схожих проектных решений, выполненных в машиностроительных САПР [4].

```

Part p = new Part(topPart, Manager.treeManager); // активная
ДСЕ
Node node = p.GetNode(); // получение элемента ДСЕ
Manager.lastActiveNode = node; // последний активный элемент
ДСЕ
TreeNode tn =
tvNode.Nodes.Add(Manager.lastActiveNode.ToString()); //до-
бавление активного элемента ДСЕ в историю построения
tn.Tag = Manager.lastActiveNode;
Manager.BuildNodeTree(tn.Nodes,
Manager.lastActiveNode.ListNode); // установка взаимосвязи
между элементами ДСЕ
Model.Instance.LoadNode(Manager.lastActiveNode); // формиро-
вание истории построения проектного решения

```

Листинг 1. Формирование истории построения проектного решения

```

private void params_to_file(int numpart, string path, ksVariableCollection vr, string[] s_param, string name_file, string result_file, string material) {
WriteTextAsync("\r\n", result_file, path);
WriteTextAsync("Для детали --- " + name_file + "--- выделены следующие параметры: \r\n", result_file, path);
WriteTextAsync("Материал - " + material + " \r\n", result_file, path);
for (int i = 0; i < numpart; i++) {
ksVariable univar = vr.GetByIndex(i) as ksVariable; // параметр по индексу
s_param[i] = univar.name + " = " + univar.value + " //" + univar.note + "\r\n"; // обозначение, описание и значение параметра по индексу
WriteTextAsync(s_param[i], result_file, path);}}

```

Листинг 2. Извлечение параметров проектного решения

Разработан алгоритм построения семантической модели проектного решения САПР, который состоит из следующих шагов.

1. Начало работы проектировщика с системой извлечения данных из проектного решения, выполненного средствами САПР.
2. Открытие в САПР трехмерной модели машиностроительного изделия.
3. Начало формирования XML-описания проектных операций трехмерной модели машиностроительного изделия.
4. Извлекается тип трехмерной модели проектного решения САПР.
5. Формирование списка активных ДСЕ, входящих в сборку конечного изделия.
6. Для ДСЕ получаем множество структур (элементов дерева модели) и параметров заданного типа.
7. На основе трехмерной модели проектного решения формируется история проектного решения.
8. Формируется массив активных в проектном решении элементов.
9. Извлекаются параметры объекта проектного решения САПР.
10. Устанавливается связь между элементами дерева модели.
11. Определяется тип элемента истории построения проектного решения САПР.
12. Извлекаются параметры и характеристики проектных операций для каждого элемента истории построения.
13. Если в проектном решении не имеется больше активных ДСЕ, то сформированная последовательность проектных операций записывается в XML-файл. Иначе переход к шагу 6.
14. Занесение проектного решения в файловое хранилище PDM-системы.
15. Заполнение параметров и характеристик ДСЕ в PDM-системе.
16. Закрытие проектного решения в САПР.
17. Завершение работы проектировщика с системой.

Заключение

Разработан новый метод извлечения проектных характеристик изделий, который позволяет сформировать историю построения трехмерного изделия, получать список сборочных единиц изделия, извлекать параметры проектных операций и трехмерных объектов, заносить проанализированное проектное решение в файловое хранилище PDM/PLM систем, формировать в результате анализа технические требования, на основе которых прорабатывается проект и формируется схема деления изделия, по которому уже разрабатываются графики проектирования и технические задания.

Список литературы

1. Wang, R., Wang, G., Yan, Y., Sabeghi, M., Ming, Z., Allen, J. K., and Mistree, F. (October 26, 2018). "Ontology-Based Representation of Meta-Design in Designing Decision Workflows." ASME. J. Comput. Inf. Sci. Eng. March 2019; 19(1): 011003. <https://doi.org/10.1115/1.4041474>
2. 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.
3. Войт Н.Н., Кириллов С.Ю., Уханова М.Е., Бочков С.И., Ионова И.С., Бригаднов С.И. Метод извлечения проектных характеристик изделия из систем управления жизненным циклом сложных технических объектов // Радиотехника. – 2019. – Т. 83. – № 9 (14). – С. 100-107.
4. Бригаднов, С.И. Разработка базы проектных решений машиностроительных объектов / С. И. Бригаднов, М. Е. Уханова, И. С. Ионова, А. Г. Игонин // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2017. – № 12. – С. 79-85.