

ФОРМАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА ФУНКЦИОНАЛЬНО АДАПТИРОВАННОЙ САПР «НОСОВАЯ СТОЙКА ШАССИ»

© 2013 И.В. Горбачев, А.Ф. Похилько, Д.Э. Цыганков

Ульяновский государственный технический университет

Поступила в редакцию 26.09. 2013

В данной статье описывается пример формальной модели технического объекта разработанной для построения системы проектирования на основе технологии функционально адаптивного представления. Развиваемая авторами концепция функционально адаптивного представления направлена на решение таких задач, как достижение интероперабельности, фиксация, сохранение и извлечение логики построения проектных решений.

Ключевые слова: формальная модель, проектная деятельность, проектные решения, автоматизация, САПР.

Достижение интероперабельности остается серьезной проблемой, создающей трудности для полноценного обмена результатами проектной деятельности между различными САПР. Предлагаемые на данный момент подходы к решению данной проблемы не могут быть реализованы по нескольким причинам: все автоматизированные системы твердотельного проектирования никогда не будут иметь в точности одинаковый набор конструктивных элементов, так как потеряют свои конкурентные преимущества так же как, невозможно в рыночных отношениях заставить всех пользоваться только одной и той же САПР [1]. Представление решений в функционально адаптированной форме или в виде функционально адаптированных САПР является подходом позволяющим уйти не только от проблемы интероперабельности в системах трехмерного проектирования, но и обеспечить сохранение структурно-логической целостности проектных решений, описываемых как совокупность методов необходимых для их построения (например, таких как геометрические, математические операции, выбор нормализованных значений и пр.) [2,3].

Функционально адаптированные системы автоматизированного проектирования (ФА САПР) – это системы проектирования технического объекта, набор функциональности которых позволяет осуществлять проектирование такого объекта, не требуя выхода за рамки имеющейся функциональности, при этом обеспечивая моди-

фицируемость (адаптивность) решения в данных рамках [2]. В процессе построения ФА САПР проводит анализ проектируемого объекта и формирует его формальная модель.

Шина колеса носовой стойки шасси (рис. 1.), например, является техническим объектом, для построения информационного образа которого требуется определенный набор функциональности. Так, при его построении используются следующие операции: построение оси, построение тела вращением, построение тела по траектории, создание кругового массива, скругление грани, а так же объединение и вычитание тел. Таким образом, выделенная функциональность является одновременно необходимой и достаточной для построения трехмерной модели такого технического объекта.

Однако вышеуказанный технический объект является простым, так как он не разбивается на



Рис. 1. Модель шины колеса носовой опоры шасси

Горбачев Иван Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Радиотехника».

E-mail: i.gorbachev@ulstu.ru

Похилько Александр Федорович, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Прикладная математика и информатика». E-mail: afr@ulstu.ru

Цыганков Денис Эдуардович, студент радиотехнического факультета. E-mail: d.tsygankov@ulstu.ru

составляющие его детали. Интерес вызывает проектирование сложных технических объектов. Сложным, в данном случае, приемлемо назвать технический объект, состоящий из себя сборки нескольких компонент – деталей. Проектирование такого объекта сводится к проектированию его составных частей и последующих их сопряжений.

Колесо носовой стойки шасси можно отнести к сложным техническим объектам, состоящим из нескольких деталей. На рис. 2. представлены детали, входящие в его состав.

Формирование ФА САПР сложных технических объектов начинается с целостного анализа процесса проектирования деталей, составляющих этот объект. При этом, в объектах, составляющих сборку, могут быть, не только различные операции, но и различное их количество или порядок выполнения, следовательно, необходимо выделять отдельный функционал для каждой детали, а не для всей сборочной модели.

Анализ составляющих составной технической объект деталей сводится, прежде всего, к выявлению проектных параметров выбранного объекта. Проектными параметрами называется ряд параметров, совокупность которых позволяет однозначно определить информационный образ технического объекта.

Геометрический образ элемента может однозначно определяться лишь полной совокупностью параметров, так как они имеют определенную связь между собой: они могут дополнять, ис-

ключать или быть следствием друг друга.

Рупор пирамидальный описывается параметрами, представленными в таблице 1; так же в данной таблице представлены обозначения параметров и тип ввода их значений.

Выбор нормализованных значений осуществляется из предварительно заданных, а интерактивный ввод значений параметров – путем ввода значений, укладывающихся в существующие ограничения. Компоненты стойки шасси самолетов описываются значениями дискретного ряда и ограничениями на значения параметров в соответствии с актуальными справочными нормативно-техническими документами.

Следующим шагом при формировании ФА САПР является получение формальной модели технического объекта, на основании ряда проектных параметров, описывающих этот объект.

Формальная модель элемента «Шина колеса носовой стойки шасси» имеет следующий вид:

$$Pr\Pi_{Шина} = \{(nn_1, nn_1), (nn_2, nn_2), (nn_3, nn_3), (nn_4, nn_4), (nn_5, nn_5), (nn_6, nn_6)\},$$

где:

$Pr\Pi_{Шина}$ – множество проектных процедур, необходимых для построения информационного образа Е-секториального рупора;

nn_i – порядковый номер i -той проектной процедуры ($i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$);

nn_1 – проектная процедура выбора значения R;

nn_2 – проектная процедура выбора значения R_г;



Рис. 2. Компоненты объекта «Колесо носовой стойки шасси»

Таблица 1. Параметры элемента «Шина колеса носовой стойки шасси»

Параметр	Обозначение	Тип ввода
Наружный диаметр	R	Выбор нормализованных значений
Рисунок протектора	Pr	Интерактивный ввод данных для параметров
Ширина профиля	H	
Глубина рисунка протектора	dh	
Внутренний диаметр	r	

m_3 – проектная процедура интерактивного ввода значения параметра H;

m_4 – проектная процедура интерактивного ввода значения параметра dh;

m_5 – проектная процедура интерактивного ввода значения параметра r;

m_6 – проектная процедура построения трехмерного информационного образа шины колеса носовой стойки шасси.

Проектная процедура построения трехмерного информационного образа представляет собой последовательность проектных операций, являющимися функциями от значения параметров проектируемого объекта, которые выполняет ФА САПР. Данная проектная процедура содержит как сами проектные операции, так и порядковый номер их выполнения. Так как многие проектные операции повторяются, то для наглядности выделяется множество используемых проектных операций.

Для элемента «Шина колеса носовой стойки шасси» множество проектных операций определяется следующей формулой:

$$\text{ПрОп}_{\text{Шина}} = \{no_1, no_2, no_3, no_4, no_5, no_6, no_7, no_8, no_9, no_{10}\},$$

где:

$\text{ПрОп}_{\text{Шина}}$ – множество проектных операций, используемых для построения модели элемента «Шина колеса носовой стойки шасси»;

no_1 – проектная операция построения точек;

no_2 – проектная операция построения линии;

no_3 – проектная операция построения грани;

no_4 – проектная операция преобразования в замкнутый контур;

no_5 – проектная операция построения тела вращением;

no_6 – проектная операция построения оси;

no_7 – проектная операция объединения трехмерных тел;

no_8 – проектная операция вычитания трехмерных тел;

no_9 – проектная операция скругления;

no_{10} – проектная операция создания кругового массива;

Проектные операции no_1 – no_4 являются базовыми и присутствуют в любых современных

САПР. Однако при формировании ФА САПР требуется выделять необходимый функционал, следовательно, данные операции так же подлежат выделению.

Формальные модели формируются для каждой детали, входящей в состав сложного технического объекта. Созданные для всех компонентов формальные модели представляют собой основания для последующей программной реализации ФА САПР.

Программная реализация представляет собой код проектных процедур (и входящих в их состав проектных операций), и их дальнейшее выстраивание в необходимом порядке, а так же операции установки сопряжений, необходимые для корректного формирования составной трехмерной модели сложного технического объекта.

На рис. 3 представлена результирующая трехмерная сборочная модель (с выполнением сопряжений деталей) сложного технического объекта «Носовая стойка шасси» построенная в ФА САПР.

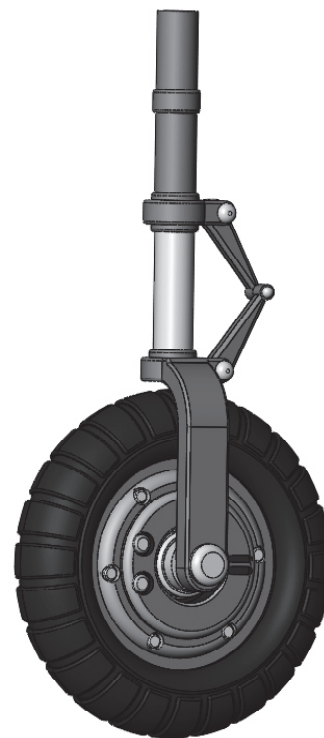


Рис. 3. Результат проектирования сложного технического объекта

Рассмотренная формальная модель является несколько упрощенной, так как не затрагивает не до конца проработанные к настоящему времени подходы к созданию правил на проектные процедуры и операции, обеспечивающие в полной мере корректность проектируемых объектов. В дополнение ко всему, включение в модель альтернатив на построение отдельных конструктивных элементов или деталей, обеспечивает широкие возможности по формированию ФА САПР целых классов отдельных технических объектов, описывающих некоторую совокупность решений.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской

Федерации, соглашение 14.В37.21.1142

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Hamilton P.* Азбука технологий моделирования в MCAD-системах. Часть III. Как технологии MCAD влияют на процесс разработки изделия // CAD/CAM/CAE Observer. 2008. № 2(38). С. 34–36.
2. *Горбачев И.В., Похилько А.Ф.* Структура формального представления процесса проектирования в функционально адаптированной САПР // Инфокоммуникационные технологии. 2010. Т. 8. №1. С. 75 – 78.
3. *Горбачев И.В., Похилько А.Ф.* Представление процессов проектирования в функционально адаптируемой форме для хранения классов проектных решений // Программные продукты и системы. 2013. №1 (101). С. 77 – 82.

FORMAL PRESENTATION OF FUNCTIONALLY ADAPTED CAD “NOSE LANDING GEAR” TECHNICAL OBJECT

© 2013 I.V. Gorbachev, A.F. Pokhilko, D.E. Tsygankov

Ulyanovsk State Technical University

This article describes an example of the technical object formal model developed for CAD system based on functionally adapted representation technology. The functionally adapted representation concept will solve problems such as achieving interoperability, fixation, saving and extraction of project solution logic. Keywords: formal model, project activity, project solution, automation, CAD system.

Ivan Gorbachev, Candidate of Technics, Associate Professor at the of Radio Engineering Department.

E-mail: i.gorbachev@ulstu.ru

Alexandr Pokhilko, Candidate of Technics, Associate Professor, Professor at the of Applied Mathematics and Informatics department . E-mail: afp@ulstu.ru

Denis Tsygankov, Student at the Radio Engineering Faculty. E-mail: d.tsygankov@ulstu.ru