

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ САД-СИСТЕМ**

---

Рассматриваются способы автоматизации САД-систем посредством интеграции систем управления данными об объекте (изделии) в системы автоматизированного проектирования. Предлагается метод интеграции электронных таблиц в САХ-системы с использованием интерактивных, двухсторонних, ассоциативных связей. Исследуются преимущества предлагаемого метода и области его применения.

### **1. Введение**

В условиях жесткой конкуренции перед современной проектной организацией все более остро стоят задачи снижения сроков выхода готовой проектной документации, повышения качества проектной продукции, снижения её стоимости и т.д. Целесообразность комплексного подхода к решению данных задач, при котором необходимо учитывать все процессы жизненного цикла изделия, ни у кого не вызывает сомнения.

В то же время, несмотря на четко выбранное направление развития САПР, в современной терминологии все чаще можно встретить абсолютно ненаучное понятие «лоскутной автоматизации», т.е. некомплексного подхода к построению системы автоматизации, а также, вопреки, казалось бы, здравому смыслу, использование ряда несогласованного ПО [1]. Ниже рассмотрены причины, которыми обусловлена эта ситуация, и существующие пути ее разрешения. Целью данной работы является анализ способов автоматизации обработки графических показателей САД-систем для разработки метода интеграции электронных таблиц в САД-системы, позволяющего расширить функциональность САД-систем при обработке данных графических объектов.

### **2. Анализ существующих подходов к автоматизации управления данными САД-систем**

На сегодняшний день существует ряд подходов к задаче обработки и управления данными САД-систем (англ.: *Computer-Aided Design*). Информационная поддержка процессов жизненного цикла изделий (ИПИ) — русскоязычный аналог понятия CALS (англ.: *Continuous Acquisition and Life cycle Support* — непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла) — современный подход к проектированию и производству высокотехнологичной и наукоёмкой продукции, заключающийся в использовании компьютерной техники и современных информационных технологий на всех стадиях жизненного цикла изделия [2].

Основа технологии ИПИ — создание единого информационного пространства (ЕИП), которое в свою очередь основывается на интеграции систем управления данными об изделии – PDM (англ.: *Product Data Management*) и систем автоматизированного проектирования (САД) [3].

Существует международный стандарт, специально предназначенный для обмена данными модели изделия — STEP (англ.: *STandard for Exchange of Product model data*). Он позволяет описать весь жизненный цикл изделия, включая технологию изготовления и контроль качества продукции [4].

Разработчики САХ, PDM систем предлагают комплексные решения по внедрению ИПИ, основанные на связи конкретных программных продуктов. При этом модели взаимодействия данных систем могут быть различными в зависимости от используемого ПО, глубины автоматизации процессов, а также выбора общих подходов к решению данной задачи. Количество различных схем, иллюстрирующих возможные типы организации ИПИ, настолько обширно, что на сегодняшний день можно говорить не об общей модели или методе построения ЕИП, а скорее о различных представлениях по данному вопросу.

При подробном рассмотрении можно смело говорить о ряде существующих проблем, характерных для большинства современных стратегий:

1) Отсутствие гибкости/универсальности. При разработке ИПИ необходимо учитывать довольно большой ряд ограничений и стандартов оформления конструкторской документации (например, ЕСКД, СПДС и др.), необходимо принимать во внимание требования системы качества и, несомненно, учитывать специфику конкретной отрасли/предприятия. В итоге ряд международных систем не соответствует требованиям нашего рынка и при этом не обладает механизмами адаптации.

2) Закрытый исходный код. Большинство продуктов данной области коммерческое. Это приводит к ряду проблем, одной из них является сложность или невозможность внесения изменений не только в исходный код, но и в ряд текущих документов или отчетов.

3) Сложность систем. Требования универсальности, производительности, высокой эффективности влекут за собой неизменно высокую сложность общей модели, а также её внедрения, что, в свою очередь, требует наличия высокоспециализированного персонала.

4) Высокая стоимость. Наличие средств автоматизации управления данными проектов более характерно для старшего ряда САД и предполагает использование PDM, в то время как подавляющее большинство отечественных проектных предприятий применяет дешевые аналоги САД, для которых характерны минимальные наборы функций автоматизации. Высокая стоимость современных технологий на сегодняшний день является одной из основных проблем для отечественной промышленности на пути к автоматизации.

В условиях ограниченных возможностей построения полноценных комплексных решений в настоящее время предприятия применяют различные альтернативные решения. Используются возможности интерфейсов современных программных комплексов разработки проектной продукции, которые зачастую обладают первичными средствами обработки данных. Разработано большое количество надстроек для решения узкоспециализированных задач обработки данных. Существует ряд применений интеграции электронных таблиц и САД-систем. Например, создание спецификаций в системе Solidworks может выполняться при помощи Microsoft Excel. Также большое количество продуктов позволяет создавать двухстороннюю ассоциативную связь между таблицами САД-систем и аналогичными таблицами в программах электронных таблиц, позволяющих управлять параметрами определенных групп графических объектов.

В публикациях Д. Эспинозы-Алагуара [5] по интеграции систем AutoCAD, Microsoft Excel и Microsoft Access описывается технология интеграции, организованная с применением VBA, которая позволяет гибко управлять данными САД-систем. Автор, в свою очередь, говорит о ряде преимуществ и приводит примеры, иллюстрирующие возможности данной интеграции. Эта технология во многом созвучна с предлагаемым подходом, описанным ниже.

Тем не менее, стоит заметить, что основная идея использования электронных таблиц для большинства предложенных вариантов ограничивается автоматизацией процессов обработки текстовой информации чертежа и частично управлением атрибутами блоков или свойствами объектов, что, очевидно, не может обеспечить комплексный подход к стратегии организации и применения подобных способов автоматизации. Большинство продуктов автоматизировано для решения конкретных задач (использует готовые формы заполнения) и ориентировано на применение с конкретными версиями ПО, что приводит к потере свойства универсальности и гибкости.

### **3. Предлагаемый метод интеграции табличных процессоров в САД-системы**

Предлагается интегрировать табличный процессор в САД-систему. При этом обеспечивается возможность создавать (или разрывать) двухстороннюю ассоциативную связь между свойствами объектов САД-систем и данными электронных таблиц. Эти связи устанавливаются пользователем в интерактивном режиме, что дает возможность, в первую очередь, учитывать отчасти творческий характер ряда задач, связанных с принятием проектных решений, не имеющих в большинстве своем формальных способов решения, а также позволяет добиться получения связи всех необходимых параметров различных объектов с различными областями данных в электронных таблицах.

Основной идеей описываемого подхода является паритетное использование CAD-систем и электронных таблиц. Таким образом, пользователь CAD-систем (вне зависимости от её базовых возможностей) получает функциональность систем электронных таблиц для работы с табличными, текстовыми данными, свойствами графических объектов и пр. Также данный подход дает возможность пользователям CAD-систем получить гибкость и производительность электронных таблиц, что, в свою очередь, способствует решению ряда перечисленных выше проблем автоматизации обработки данных.

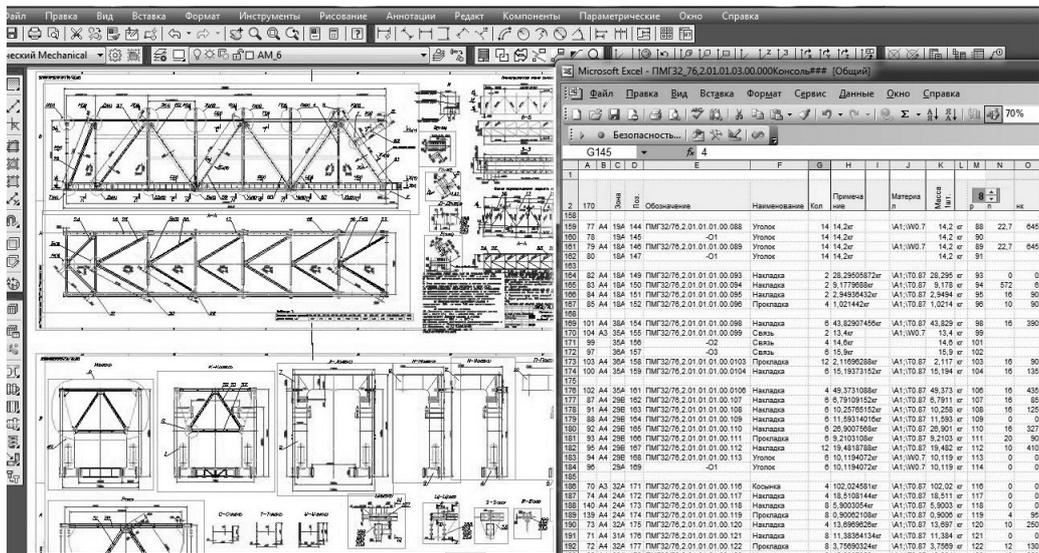


Рис. 1. Представление объекта в CAD и его соответствие в табличном процессоре

На рис. 1 изображен чертеж погрузочной машины на листе AutoCAD и связанный с ним по изложенному выше принципу лист Excel, содержащий информацию о позициях чертежа, их наименованиях, материале, массе и т.д. Построение графических объектов конструктор выполняет в среде CAD-системы, а обработку данных графических объектов (параметров, атрибутов блоков и т.д.), очевидно, эффективно проводить в среде табличного процессора, пользуясь более мощными средствами обработки данных с уже привычным интерфейсом. При этом все внесенные изменения, проведенные вычисления соответствующим образом (описанным при создании связей) отображаются на чертеже.

Можно говорить о целом ряде преимуществ, получаемых в результате применения данного подхода:

1) Интерфейс/Наглядное представление. Интерфейс электронных таблиц специализирован для работы с табличными данными. Структурированное представление данных позволяет пользователю легче и быстрее ориентироваться в массивах табличной информации. Привычный интерфейс для большинства пользователей дает возможность самостоятельной обработки данных. Наличие двухсторонней ассоциативной связи CAD-систем и электронных таблиц позволяет пользователю независимо работать с графическими объектами или табличными данными, выбирая по необходимости более удобную среду, не беспокоясь о соответствии данных.

2) Обработка данных. Мощные инструменты и методы анализа табличных данных, встроенные в электронные таблицы, позволяют более эффективно их обрабатывать (сортировать, выполнять запросы, использовать формулы, строить графики и пр.) Таким образом, пользователю не требуются навыки программирования для построения достаточно сложных связей, расчетов, запросов и т.д. В таком случае можно предположить возможность более индивидуальной (глубокой) автоматизации каждого рабочего места в зависимости от потребностей пользователя.

3) Внешние данные. Электронные таблицы позволяют подготавливать и публиковать данные во внешние системы, например расчетные программы, оборудование с ЧПУ, базы данных и пр.

4) Широкий спектр ПО. К важным достоинствам предложенного подхода можно также отнести универсальность среды использования, так как речь идет не о связи конкретных электронных таблиц и CAD-систем, а о возможности интеграции любых подобных систем с открытой объектной средой.

#### 4. Построение графических объектов по данным из электронных таблиц

Кроме управления текстовой информацией на поле чертежа, к типам задач, решаемых при помощи рассматриваемого подхода, можно отнести построение графических объектов по данным, содержащимся в электронных таблицах, а также построение модульных или сложных типовых элементов с набором различных параметров, указанных в таблицах.

Наглядной иллюстрацией применения данного подхода является программная реализация автоматизации построения оптоволоконных схем, где существенная часть проектной продукции представляет собой связки типовых объектов, которые легко поддаются параметризации. Для каждого вида объектов были описаны принципы их формирования. Далее проектировщик заполняет таблицу по заданному стандарту, а программа автоматически выполняет чертеж. Например, на рис. 2, в отоброжен чертеж распределительной муфты, выполненный автоматически программой в среде BricsCad по данным из рис. 2, б в соответствии с заданными принципами формирования объекта (рис. 2, а).

Таким образом, возможные области применения существенно расширяются. Среда электронной таблицы выступает в роли первичного средства разработчика в процессе построения чертежа. При этом существенно сокращается время, затрачиваемое на построение чертежа, сокращается количество ошибок и время на их устранение, появляется возможность параметризовать отдельные характеристики объектов средствами табличного процессора, не прибегая к программированию, использовать внешние данные и т.д. Однако применение такого подхода более узко специализировано и требует написания дополнительных процедур.

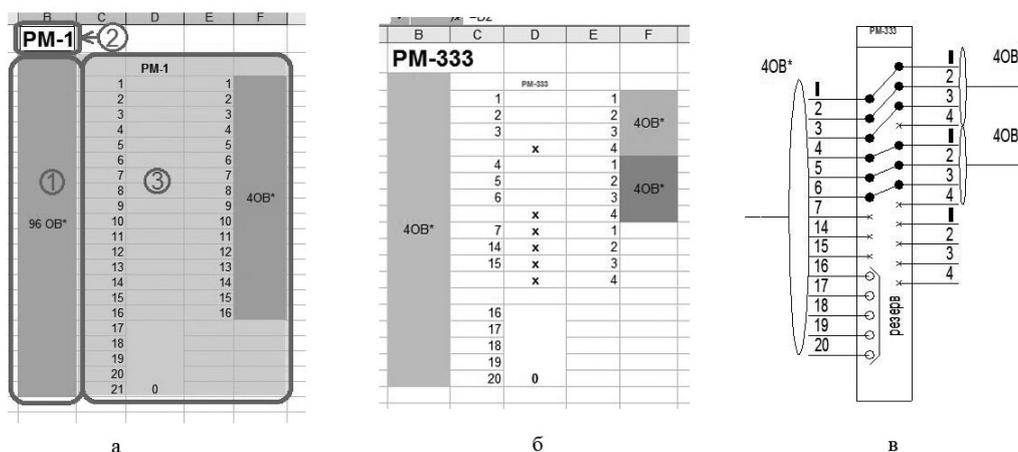


Рис. 2. Принципы построения графического объекта по табличным данным

Интеграция электронных таблиц в CAD-системы позволяет пользователю самостоятельно строить связи для своих моделей отношений графических и табличных объектов, что, в свою очередь, позволяет существенно расширить функциональность системы и возможности автоматизации процессов проектирования в целом. При этом стоит говорить о векторе автоматизации в рамках рабочей группы, предприятия и, в итоге, об обобщенных моделях и методах автоматизации. Гибкость на местах может привести к разобщенной автоматизации в целом и несовместимости получаемых результатов. Поэтому существенное преимущество данного подхода — его гибкость является, по существу, основной проблемной частью. Таким образом, одной из важных задач, кроме непосредственно построения принципов данной технологии, является построение моделей работы по данной технологии.

## 5. Области применения предлагаемого метода

Одним из очевидных применений для предложенного подхода является оформление конструкторской документации, создание спецификаций. На базе проектного института с учетом «Укркранэнерго» был создан и внедрен опытный образец системы «Спецификатор», реализующий принципы описанной интеграции (COM (англ.: *Component Object Model* — объектная модель компонентов [6]) система построена на базе интеграции AutoCAD и Microsoft Excel). Основной ее задачей являлось построение спецификаций. Однако в процессе опытной эксплуатации, кроме успешного решения центральной задачи, были выявлены существенные преимущества системы, связанные с возможностью управления различными данными чертежа и в целом с использованием возможностей Excel в среде AutoCAD.

Дальнейшее развитие подхода при проектировании показало целесообразность построения этой интеграции для решения задач управления данными. На сегодняшний день создан ряд программных реализаций с использованием описанной технологии. Проводилось успешное тестирование интеграции ПО AutoCAD и Microsoft Excel, Bricscad и Excel, а также Bricscad и OpenOffice. Таким образом, показана возможность описанной интеграции для большинства CAD-систем с открытой объектной средой.

## 6. Выводы

За последние годы различные разработчики CAD-систем пришли ко множеству общих решений, которые впоследствии стали стандартами работы. Для большинства систем наличие пространства модели и пространства листа уже стало естественным подходом, обусловленным потребностями пользователей. По нашему мнению актуально расположить в одном ряду с пространством модели и пространством листа пространство данных, использующее функционал табличного процессора. Являясь логическим продолжением нашего метода, такая модернизация позволит существенно расширить возможности CAD-систем, избежав проблем, связанных с адаптацией разнородных систем. Такой подход может быть обусловлен общей тенденцией нового уровня автоматизации работы с данными CAD-систем, которую демонстрируют современные подходы: построение ИПИ, организация ЕИП, PDM/PLM и пр.

Технология применения электронных таблиц в управлении данными CAD-систем имеет ряд очевидных преимуществ. Наряду с техническими преимуществами описанного подхода, одним из основополагающих достоинств является возможность автоматизации младших (дешевых) представителей CAD-систем, что, очевидно, должно явиться предпосылкой для развития данной стратегии. Тем не менее, для успешной реализации этой технологии или даже для частичной (лоскутной) автоматизации любых процессов проектирования на её основе необходимо построение полноценной модели автоматизации, общей стратегии развития и стандартов применения. Также следует понимать, что в целях масштабирования задач управления данными CAD-систем для получения более эффективных результатов необходимо применение современных технологий управления базами данных и использование web-интерфейса [7], что, в свою очередь, выдвигает ряд новых требований к построению систем автоматизации.

**Список литературы:** 1. Чурсина М. Лоскутное одеяло машиностроителей не согреет // Уральский рынок металлов. 2004. №9. С. 24. 2. Яблочников Е.И., Фомина Ю.Н., Саломатина А.А. Компьютерные технологии в жизненном цикле изделия // СПбГУ ИТМО, Санкт-Петербург. 2010. 3. Голицына Т. Д. Проблемы интеграции PDM- и CAD-систем. Унифицированный подход // Исследования в области информационных технологий. Труды молодых ученых: науч.-техн. вестн. СПбГУ ИТМО. СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. Вып. 39. С. 164-168. 4. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 336 с. 5. Espinosa-Aguilar D. Integrating Microsoft Excel and Access with AutoCAD VBA // <http://www.lukewarmcoffee.com/cad/AUGI%20-%20Fundamentals%20of%20AutoLISP.pdf>. 6. Панаас К., Мюппей У. Эффективная работа: Visual C++.NET. // BHV Питер, 2002. 816 с. 7. Ткачук Н.В., Кужленко Д.В. Применение концепции SCADA-систем для интеллектуального реинжиниринга данных в АСУ ТП // АСУ и приборы автоматики. 2002. Вып. 121. С. 129-136.

*Поступила в редколлегию 17.03.2012*

**Шаргород Алексей Юрьевич**, аспирант (без отрыва от производства) лаб. МКМ ХНУРЭ, начальник БКТ ПАО «НПТИ «Укркранэнерго». Научные интересы: комплексная автоматизация процессов проектирования. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 702-09-69, 050-651-60-11.

**Ложкин Геннадий Владимирович**, начальник конструкторского отдела ВАТ «Регион». Научные интересы: автоматизация процессов проектирования, программирование CAD-систем. Адрес: Украина, 61100, Харьковский р-н, пос. Песочин, ул. Квартальная, 14, 13, тел. 742-25-44.