

ВНЕДРЕНИЕ В ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ САПР НА БАЗЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ДАННЫХ В ФИЛИАЛЕ «УФАГИПРОТРУБОПРОВОД»

УДК 65.011, 004.416.6

Ключевые слова: проектирование, программное обеспечение, САД-система, параметры, документ.

Л.А. Антипина
к.т.н., главный специалист
отдела САПР,
ОАО «Гипротрубопровод» –
филиал «Уфагипротрубопровод»,
г. Уфа
AntipinaLA@gtpufa.gtp.transneft.ru



Параметрическая технология позволяет быстро получать модели и чертежи объектов проектирования на основе однажды спроектированного прототипа. Для ускорения проектирования важно обеспечить сквозную цепочку передачи параметров между разделами проектов вплоть до печати выходных форм документов.

Параметрическая технология в САПР позволяет быстро получать модели и чертежи объектов проектирования на основе однажды спроектированного прототипа.

Новые возможности ПО на базе Autodesk AutoCAD версии 2010–2012 в отличие от версии 2009 позволяют обеспечить комплексное внедрение 2D-3D параметрического моделирования по методике, аналогичной внедре-

нию большинства 3D САД-системам среднего класса.

Однако при разработке стандартов проектирования в САПР возник ряд вопросов:

1) ускорение проектирования за счет внедрения параметризации в ПО Autodesk при относительной стабильности формата (продолжение поддержки AutoCAD 2009 по ряду причин) и методов проектирования и многочисленных заказов небольших по

объему проектов ремонта дефектов трубопроводов, резервуаров, замены сетей и т.п.;

2) унификация передачи параметров между разделами проектов с учетом перспективы смены ПО, перехода к 3D-моделированию и внедрения PDM в будущем.

Необходимость и пути внедрения параметрического моделирования в 2D были исследованы в филиале в процессе работ по комплексной стандартизации выпуска таких разнородных проектов как:

а) ремонт дефектов пор МН методом установки ремонтных конструкций;

б) проектирование трубопроводов и колодцев сетей водоснаб-

жения, канализации, пожаротушения в разделах проектов марок НПТ, НВК, АС.

Методы автоматизации разработки проектов ремонта дефектов пор

Попытки полностью автоматизировать данный процесс с использованием MS Office 2003 и AutoCAD формата 2007 предлагались еще на молодежной конференции ОАО «Гипротрубопровод» в 2009 г. сотрудником технологического отдела филиала Г.А. Ягуниным.

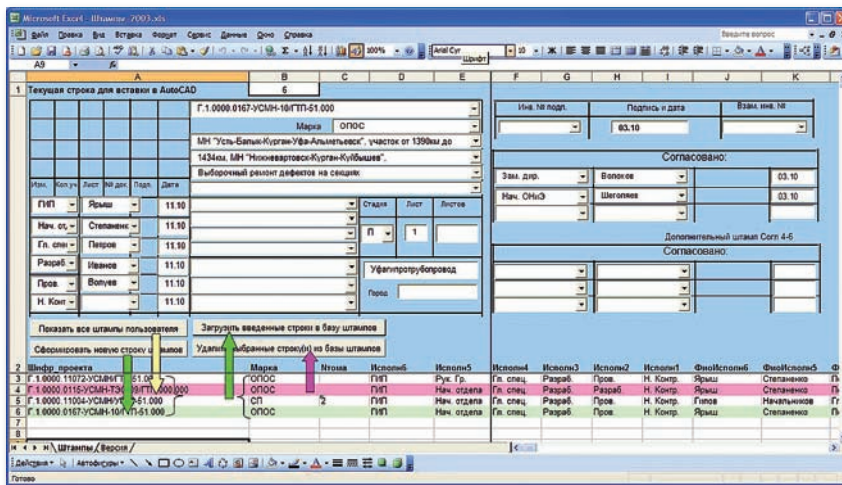
Реализация позволила ускорить проектирование, но вместе с тем оказалась далека от совершенства, так как сводные данные формировались путем сбора данных по отдельным листам дефектов книги проекта, многократно увеличивая объем формул, скорость вычислений и размер файла MS Excel. Для оформления чертежей раздела проекта организации строительства (ПОС) был разработан простой, требующий доработки макрос AutoLisp [5] для разовой вставки объектов проекта в пространство моделей AutoCAD в виде простых примитивов AutoCAD.

Еще одна самостоятельная попытка автоматизации «снизу» была предпринята в 2010 г. сотрудником сантехнического отдела филиала А.Ф. Файзуллиным. Основой данной разработки являлось формирование преимущественно графической части проектов, в том числе раздела ПОС проектов дефектов пор с использованием универсального подхода – параметрических динамических блоков AutoCAD 2008–2010. Также были предложены настройки извлечения данных из блоков AutoCAD в MS Excel для формирования документов других проектов.

Параллельно в конце 2009 г. отделу САПР было дано задание разработать свой улучшенный вариант системы проектирования дефектов пор на основе предложений проектировщиков. Еще одним фактором, повлиявшим на разработки автора этой статьи – сотрудника отдела САПР, стала работа над единым корпоративным стандартом работы в AutoCAD в ходе обсуждения

Рис. 1.

Пользовательский интерфейс для ввода данных основной надписи и дополнительных граф в БД РП и AutoCAD. Шифр и наименование проекта выбирается из БД ССПД или вводится. Интерфейс применим для ввода данных для форм 1–6, 9, 9а, 10–15 по ГОСТ Р 21.1101-2009



в ОАО «Гипротрубопровод» стандарта предприятия «Оформление графической проектной документации с использованием систем CADD».

Таким образом, при автоматизации проектов ремонта дефектов пор отделом САПР были поставлены задачи, с одной стороны, локальной автоматизации, а с другой – унификации методов проектирования:

1) Объединить листы ввода данных в MS Excel в одну сводную таблицу ввода по ходу проектирования, максимально приближенную по форме к выходным проектным документам, выпускаемым в формате MS Office.

2) Унифицировать формы ввода данных в MS Excel по всем разделам проекта, чтобы обеспечить тиражирование данной формы ввода для разнородных данных любого типа и раздела проекта.

3) Доработать формы выходных документов, формируемых в MS Excel, до состояния готовности к печати при простом переходе на соответствующий лист или готовности к копированию-вставке OLE через буфер обмена в MS Word или AutoCAD.

4) Разработать блоки, макросы, адаптировать команды AutoCAD для обеспечения многократного обновления чертежей AutoCAD по обновленным параметрам файла данных MS Excel

независимо от типа объекта проектирования.

5) Разработать унифицированный интерфейс для удобного применения блоков, макросов и команд AutoCAD не только в проектах ремонта дефектов пор, но и по всем разделам проектов в аналогичных случаях.

В результате автором данной статьи был предложен метод проектирования, с одной стороны, достаточно универсальный и простой, а с другой – позволяющий получить почти готовый комплект ПСД проектов ремонта дефектов пор.

Реализация метода представляет собой установочный пакет, содержащий универсальную и специализированную части.

Универсальная часть включает:

- пользовательскую базу данных (БД) о разработанных каждым пользователем разделах проектов (РП);
- интерфейс, связанный с БД применяемой системы сопровождения проектной документации (ССПД), для ввода данных о проектах в формате Excel и загрузки в БД РП (рис. 1);
- набор программных утилит для AutoCAD, шаблонов блоков основной надписи в формате AutoCAD и листов документов в формате MS Office с полями для импорта данных основной надписи, дополнительных граф из БД РП (рис. 2).

Табл. 1.
Заголовки столбцов рабочих листов книги MS Excel

№ столбца	Лист «Ввод» для формирования текстовых и табличных фрагментов разделов ПЗ	Лист «DWG» для вставки в AutoCAD
1	Раздел проекта	Раздел проекта
2	№ п/п	№ п/п
3	Наименование понятия	Наименование понятия
4	Единица измерения	Имя поля атрибута
5	Обозначение (имя поля БД, переменной или атрибута для вставки в AutoCAD)	Тип поля для форматирования данных в AutoCAD
6	Описание источника данных (кто вводит, формула, список, ссылки на ТЗ, НСИ), комментарий при вставке блока	Имя листа DWG-шаблона документа
7	Шаблон (отлаженные формулы, константы, списки выбора для копирования в варианты расчета)	Значение, вставляемое в AutoCAD
8	Результат / сумма по всем вариантам / Исполнитель	Начальное значение для нумерации листов
9	Вариант <№ дефекта> <метод ремонта> (значение или формула по шаблону)	Вариант <№ дефекта> <метод ремонта> (ввести значение или формулу по шаблону)
10	Вариант <№ дефекта> <метод ремонта>	Вариант <№ дефекта> <метод ремонта>
...
n	Вариант <№ дефекта> <метод ремонта>	Вариант <№ дефекта> <метод ремонта>

За основу был взят специализированный табличный интерфейс, опробованный автором этой статьи на разнородных расчетах в MS Excel [1], содержащий столбцы (табл. 1).

По этой форме были разработаны лист ввода данных по проекту дефектов пор, формирующий все выходные формы документов по проекту, и Лист «DWG» для экспорта данных по дефектам пор в AutoCAD. В результате формируется большая часть приложений разделов пояснительной записки, для которых не требуется оформлять колонтитулы.

Для формирования остальных листов выходных документов проекта достаточно запрограммировать на соответствующих им листах шаблона простые формулы транспонирования со смещением столбцов листа ввода в строки этих выходных таблиц или простой повариантной выборки значений со смещением по строкам. Например, был разработан лист автоматического формирования данных по отводу земель для печати и вставки пояснительной записки в MS Word путем копирования или гиперссылки.

Для автоматизации формирования чертежей раздела ПОС было принято решение создать библиотеку элементов плана и разрезов котлованов в виде блоков с атрибутами и поместить ее на палитру инструментов AutoCAD для общего пользования.

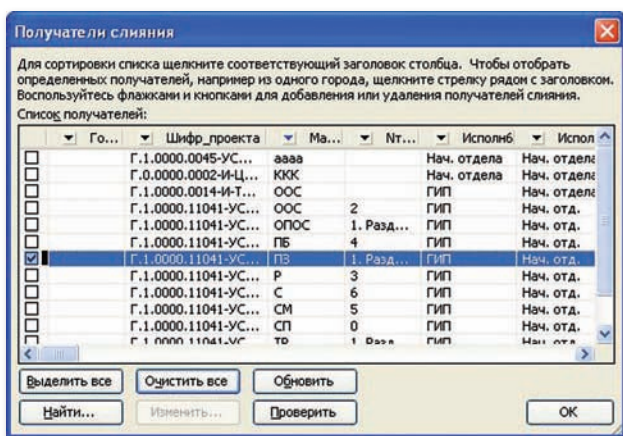


Рис. 2.
Окно «Получатели слияния» MS Word 2003

В свою очередь, специализированная часть включает:

- специализированный интерфейс в формате Excel для ввода данных и автоматического формирования документов всех частей проекта;
- специализированный набор шаблонов документов на основе универсальных шаблонов с типовым содержанием всех марок проекта дефектов пор.

Реализация универсальной части установочного пакета позволяет облегчить внедрение полномасштабной PDM-системы в случае ее приобретения, т.к. БД РП уже хранит на сервере структурированную информацию о проектах для каждого пользователя (см. рис. 2) и готовые шаблоны документов. Пользователь начинает понимать, что данные о проектах должны

вводиться один единственный раз в общую БД, независимо от среды проектирования и формируемого типа документа, а не десятки и даже сотни раз забиваться вручную.

Использование БД РП для формирования разнородных проектных документов и штампов основной надписи позволяет предотвратить блокировки доступа к полям документов разделов проекта, размещенным на сервере при использовании стандартного средства слияния в MS Word (рис. 2).

Реализация специализированной части метода не отвергает, а наоборот – приветствует инициативы проектировщиков по наполнению системы проектирования, в том числе по созданию динамических блоков AutoCAD [3, 4].

установочного пакета, предложенного отделом САПР для автоматизации дефектов пор.

За основу был взят тот же самый специализированный интерфейс ввода и формирования данных в формате MS Excel (табл. 1). Каждому варианту расчета на листах ввода и передачи в AutoCAD в данном случае соответствует набор исходных данных, расчетов и выходных документов по одному колодцу на генплане.

Размеры камер колодцев зависят от количества, габаритов размещаемых элементов арматуры и подводимых трубопроводов. Поэтому при проектировании колодцев отделом САПР предложено использовать в качестве задания на проектирование строительной части внешние ссылки на пространство моделей разрабатываемых документов марок ВК, ПТ, НПТ, выполненные в масштабе 1:1.

Анализ конструкций колодцев показал, что в 80 % случаев используется всего два типоразмера квадратных колодцев со стороны стенки 1,5 м и 2 м и переменной высотой. Для автоматизации проектирования колодцев было принято решение создать библиотеку опор и динамических элементов конструкции колодцев в виде блоков с атрибутами, шаблоны листов чертежей колодцев и поместить их на палитру инструментов AutoCAD для общего пользования в соответствии с принципами разрабатываемого ОАО «Гипротрубопровод» СТО «Оформление графической проектной документации с использованием систем CADD».

Самым трудоемким при проектировании колодцев является подсчет объемов земляных работ, оформление ведомостей работ и спецификаций. Автоматизация подсчета объемов земляных работ была достигнута в Excel путем применения формул для сортировки в ходе расчета грунтов по слоям залегания сверху вниз с учетом пучения, залегания грунтовых вод, групп разработки грунтов. На основании этих ранжированных данных на том же листе ввода Excel были получены все необходимые объемы выемки, насыпи, вывоза и привоза грунтов.

Рис. 3. Формирование документа «Ведомость объемов работ» по колодцам

№	С/М	Н/М	В/М	К/М	И/М	С/М	Н/М	В/М	К/М	И/М	Наименование	Ед.	Кол-во	Примечание
111	477	3	0	0	0	0	0	0	0	0	Горловина колодца ГКЛ	шт.	1	Объемы см. п. 14
112	482	4	0	0	0	0	0	0	0	0	Сопоставля. ГТТ №16.7126. L=4300	шт.	1	
113	488	4	0	0	0	0	0	0	0	0	Уплотк. 50х5 ГОСТ 8509-93. м=16.5503. L=14300	шт.	2	
114	492	4	0	0	0	0	0	0	0	0	Уплотк. 50х5 ГОСТ 8509-93. м=9.5555. L2=150	шт.	4	
115	496	4	0	0	0	0	0	0	0	0	Арматура 18А4 (А240) ГОСТ 6781-82. м=1.36. L3=690	шт.	16	
116	500	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Колодезная пл. ОПУ44 3027 22 05 КТН-005-1-01	м2	1,62	
117	501	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Объемные работы по устройству колодезной камеры по ПТ-04.04-27.22.00-КТН-005-1-03	м2	1,62	
118	503	3	0	0	0	0	0	0	0	0	Надвиг закладной МН102-6. м=1	шт.	4	
119	507	3	0	0	0	0	0	0	0	0	Пок. П. м=60	шт.	1	

Спецификации элементов колодцев, ведомости расхода стали и ведомости объемов работ (далее ВР) по монтажу содержат практически одну и ту же информацию, но в несколько различном представлении, которую можно и нужно формировать параллельно по ходу ввода данных и расчета в MS Excel.

В результате на листах выходных форм спецификаций, ведомостей расхода стали и ВР в Excel оказалось достаточно настроить формулы на получение этих позиций, то есть запрограммировать смещение относительно строк и порядкового номера колонки колодца с листа ввода (рис. 3).

Внедрение локальной автоматизации

К сожалению, данный вопрос является самым большим для разработчика ввиду отсутствия резерва времени, необходимого для изучения новых методов проектирования.

Предложенный на примере дефектов пор и колодцев метод проектирования в MS Excel предполагает ввод исходных данных в процессе проектирования без использования специализированных интерфейсов ввода. Однако этот кажущийся недостаток окупается рядом преимуществ:

- Простота восприятия, знакомый интерфейс [3].
- Возможность проверить на сходимость практически любые расчеты, учитывая, что расчетное программное обеспечение не подлежит обязательной сертификации, а применение сертифицированного ПО не гарантирует отсутствие ошибок в алгоритмах, вводимых исходных данных и их интерпретации.

- Реализованные единообразно в MS Excel методики расчетов и шаблоны AutoCAD – это готовые технические задания для разработки приложений с использованием универсальной корпоративной СУБД, содержащие проверенные таблицы БД нормализованных параметров 2D и 3D объектов проектирования.

- Большинство базовых САПР имеют встроенные интерфейсы обмена данными с MS Excel [2] и позволяют многократное автоматическое обновление графических документов по данным MS Excel.

- Оказывается, что в ряде случаев можно отказаться от приобретения нового и обновления простого специализированного программного обеспечения, приобретаемого в дополнение к базовым САПР, и сэкономить значительные бюджетные средства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипина Л. А. Метод автоматизированного проектирования станочных приспособлений на основе интегрированных моделей элементов технологической системы. Диссертация на соискание уч. степени к.т.н. Уфа : УГАТУ, 2002. 187 с.
2. Виноградов А. В., Серавкин А. А. Autodesk Inventor / Учебные материалы Consistent Software. М. : Корпоративное издание Consistent Software, 2000. 218 с.
3. Евгеньев Г. Б. Системология инженерных знаний. М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 376 с.
4. Иванов В. Ю., Рахимов Э. Г., Антипина Л. А. Интеллектуальная инфраструктура интегрированной среды автоматизированного проектирования // Технология механообработки: физика процессов и оптимальное управление: Тез. докл. международной конференции. Уфа : УГАТУ, 1994. С. 93–94.
5. Иванов О. Н., Чайкин А. А., Шевченко В. Н. Язык программирования AutoLISP release 10, 11. Москва, Trinika Ltd, 1992. 216 с.