

Методы достижения максимальной эффективности применения САПР при разработке проектов АСУТП

Е.С. Целищев, А.В. Глянцева (ЗАО "СиСофт Иваново")

Рассматриваются методы повышения степени автоматизации при проектировании АСУТП. Показана эффективность использования предложенных методов при работе с САПР AutomatiCS. Представлена технология проектирования АСУТП в системе AutomatiCS.

Ключевые слова: САПР, автоматизация проектирования, АСУТП, степень автоматизации.

Введение

Разработка АСУТП — важный этап проектирования любого промышленного объекта. Значительную часть общего процесса разработки АСУТП занимает проектирование технического обеспечения: выбор и подключение приборов; организация прохождения сигналов через кабели и клеммники; распределение сигналов по многоканальным приборам; выпуск соответствующей проектной документации в количестве, необходимом и достаточном для монтажа системы и ввода ее в эксплуатацию. Объем работ при проектировании современных полномасштабных АСУТП сегодня немыслим без широкого использования САПР (систем автоматизированного проектирования), которые позволяют сократить сроки выполнения проекта и повысить качество выпускаемой проектной документации.

Современные САПР можно разделить на две категории:

- системы, в которых проект представляет собой набор документов, а процесс проектирования выполняется путем формирования на начальном этапе полной принципиальной электрической схемы и затем на ее основе прочих схем;
- системы, в которых процессы проектирования и документирования разделены на два отдельных этапа.

Для систем первой категории автоматизация проектирования заключается в следующих процедурах и операциях:

- использование интеллектуальных графических блоков при построении принципиальной электрической схемы;
- автоматическое формирование отчетов (табличных документов);
- формирование клеммника на основе принципиальной электрической схемы, если на ней присутствуют клеммы и указана их принадлежность к конкретному клеммнику;
- формирование кабеля путем физического выделения связей с последующим выбором модели изделия из БД;
- выбор модификаций различных технических средств из БД;
- автоматизированное построение различных графических документов на основе принципиальной электрической схемы;
- маркировка связей и присвоение позиций в соответствии с редактируемыми правилами.

При таком подходе к проектированию АСУТП основным проектным документом является принципиальная электрическая схема, собираемая практически "вручную". Для небольших проектов использование подобных систем целесообразно, однако при проектировании крупных промышленных объектов этот подход требует значительных затрат ввиду очень большого числа технических средств автоматизации, которые необходимо разместить на принципиальной схеме. Кроме того, в данной категории САПР высокая степень автоматизации практически недостижима из-за необходимости априори разрабатывать схему "вручную".

В системах, относящихся ко второй категории, на первом этапе формируется виртуальная модель проектируемой системы, которая содержит все необходимые данные для последующего вывода в документы. Второй этап представляет собой оформление этих данных в требуемом виде на основе предлагаемой системой шаблонов графических и табличных документов. Функциональные возможности таких систем, как правило, позволяют с более высокой степенью автоматизации выполнять некоторые проектные процедуры, например: проектирование клеммников и кабелей, подключение связей.

Таким образом, с точки зрения построения модели проекта можно утверждать, что для систем первой категории характерна автоматизация отдельных проектных операций, для систем второй категории — отдельных проектных процедур. При этом весь процесс проектирования технического обеспечения АСУТП можно представить в виде совокупности взаимосвязанных последовательностей проектных процедур. Результаты исследования различных систем автоматизированного проектирования показали, что задача автоматизации этих последовательностей пока не имеет решения. Авторами разработаны методы, позволяющие решить поставленную задачу и обеспечить значительное повышение эффективности применения САПР при проектировании АСУТП.

Методы повышения эффективности САПР

Для проектирования АСУТП промышленных объектов характерна высокая степень типизации проектных решений [1]. Анализ комплектов проектных документов, сформированных различными проектными организациями, позволил выявить типовые процедуры построения модели проекта, которые

Таблица. Краткая характеристика методов повышения эффективности применения САПР

Метод	Описание
Выбор схем электрического подключения	Исходные данные: тип выходного сигнала, схема электрического подключения датчика. На основе исходных данных выбирается наиболее подходящая схема подключения, добавляются входящие в состав этой схемы элементы и связи, им присваиваются позиции и маркировки.
Подключение к многоканальным приборам	Исходные данные: информация о распределении сигналов по отдельным каналам. В проект добавляются многоканальные приборы, выполняется подключение связей к соответствующим каналам, присвоение позиций.
Построение клеммников	Исходные данные: информация о распределении приборов по шкафам. Выполняется построение клеммников шкафов и соединительных коробок, подключение к ним связей, присвоение позиционных обозначений, добавление резервных клемм, перемычек.
Формирование кабелей	Исходные данные (собираются непосредственно из текущего состояния проекта): типы и направления связей. Связи одного типа и направления анализируются, если необходимо – объединяются в кабели. Кабелям присваиваются параметры трассировки (откуда, куда идет кабель, направление), позиции, информация о передаваемых сигналах.

можно условно разделить на группы в соответствии с типами технических средств:

- добавление приборов нижнего (полевого) уровня, проведение связей;
- подключение к многоканальным приборам: блокам питания, модулям контроллера;
- формирование клеммников;
- построение кабельных связей.

Для каждой группы характерны определенные последовательности выполнения проектных процедур, которые могут быть формализованы в виде отдельных алгоритмов. На их основе стало возможно построение комплексных методов автоматизации проектирования АСУТП, а именно:

- метода выбора схем электрического подключения;
- метода подключения к многоканальным приборам;
- метода построения клеммников;
- метода формирования кабелей.

Краткая характеристика указанных методов представлена в таблице.

Для процедурной реализации представленных методов авторами предлагается современная российская САПР AutomatiCS. Основным критерием выбора этой системы стало наличие возможности воспроизведения нужных последовательностей процедур в виде отдельных настраиваемых команд, выполненных с помощью инструмента Visual Basic Script, без обращения к разработчиками системы.

Технология проектирования АСУТП в системе AutomatiCS

В системе AutomatiCS применяется агрегативно-декомпозиционная технология (АДТ-технология) проектирования, согласно которой процесс создания проекта состоит из двух отдельных частей: построение

модели проекта и формирование проектной документации, что позволяет отнестись AutomatiCS ко второй из представленных выше категорий.

Модель проекта представляет собой виртуальную модель проектируемой системы, в которую входят следующие элементы:

- элементы проекта — датчики, вторичные и многоканальные приборы, клеммники, кабели, отборные устройства, устройства монтажа, модули контроллеров и прочие технические средства автоматизации;
- связи между различными элементами проекта;
- набор характеристик (атрибутов) элементов и связей.

Формирование проектных документов выполняется автоматически путем размещения графической или текстовой информации из модели проекта в соответствующий шаблон.

Выполнять документирование можно на любой стадии проектирования, если имеющейся в модели информации достаточно для заполнения документа.

В AutomatiCS процесс построения модели проекта при проектировании АСУТП состоит из нескольких этапов [2]:

- 1) получение исходных данных на проектирование;
- 2) выбор схем электрического подключения;
- 3) подключение датчиков к многоканальным приборам;
- 4) организация передачи сигналов через клеммники;
- 5) формирование кабелей;
- 6) проектирование отборных устройств;
- 7) выбор моделей технических средств.

Получение исходных данных на проектирование

В проектировании АСУТП участвуют несколько различных отделов проектной организации, при этом результаты работы одного отдела являются исходными данными для другого. Чтобы специалист мог приступить к проектированию технического обеспечения АСУТП, ему необходимы следующие сведения о каналах контроля и управления:

- наименование точки отбора сигнала;
- электрические параметры (схема подключения, напряжение питания, требования к выходному сигналу);
- параметры среды (давление, температура, расход и пр.);
- параметры основного оборудования (диаметр и материал трубы, толщина изоляции, условное давление и пр.);
- участие сигнала в защитах, блокировках, сигнализациях, регулировании;

	A	B	C	V	Z
1	Параметр	Контур	ИмяТП	ВыхСгДат	СхемаЭПД
2	Температура	12HAG10CT101	В_опусной_трубе_БВД	ТС	3-проводная
3	Температура	12HAD20CT101	За_испарителем_ВД	ТС	3-проводная
4	Температура	12HAD30CT101	За_испарителем_ВД	ТС	3-проводная
5	Температура	12HAN10CT101	В_отводящей_трубе_БВД	ТС	3-проводная
6	Расход	12HAD40CF101	В_опусной_трубе_БВД	4-20 мА	Токовая-цель
7	Расход	12HAG20CF101	Перед_испарителем_ВД	4-20 мА	Токовая-цель
8	Расход	12HAG20CF102	Перед_испарителем_ВД	4-20 мА	Токовая-цель

Рис. 1. Фрагмент таблицы с исходными данными

№	Имя_Элемента	Канал	Чан/Блок/Устройство	Параметр	Среда
1	Контроль	12HAD40CF101	ЧРС/СА	Давление	Вода
2	Контроль	12HAD40CF102	ЧРС/СА	Давление	Вода
3	Контроль	12HAD40CF501	СИ	Давление	Вода
4	Контроль	12HAD40CF101	ТРЕ	Температура	Металл
5	Контроль	12HAD40CF102	ТРЕ	Температура	Металл
6	Контроль	12HAD40CF101	ТРЕ	Температура	Металл
7	Контроль	12HAD40CF101	ЧРС/СА	Уровень	Вода
8	Контроль	12HAD40CF102	ЧРС/СА	Уровень	Вода
9	Контроль	12HAD40CF102	ЧРС/СА	Уровень	Вода
10	Контроль	12HAD40CF501	ЛИ	Уровень	Вода
11	Контроль	12HAD40CF502	ЛИ	Уровень	Вода
12	Контроль	12HAG10CT101	ТРЕ	Температура	Вода

Рис. 2. Фрагмент основного окна AutomatiCS, элементы "Контроль"

- уникальный идентификатор канала (контур);
- номинальные и экстремальные значения измеряемых параметров.

В современных проектных организациях передача данных от одного отдела к другому осуществляется в электронном виде. Наиболее широко распространена табличная форма представления информации, поэтому в AutomatiCS предусмотрена возможность импортировать данные из любой таблицы (на рис. 1 представлен фрагмент таблицы с исходными данными в формате MS Excel). При этом структура таблицы должна соответствовать следующим условиям:

- первая строка таблицы содержит наименования параметров;
- каждая последующая строка содержит информацию об отдельном канале контроля и управления в виде значений объявленных параметров.

При передаче данных в систему AutomatiCS в модели проекта появляются стартовые элементы, обла-

дающие исходным набором параметров (на рис. 2 представлен перечень элементов «Контроль», характеризующих каналы контроля, в интерфейсе системы AutomatiCS).

При разработке АСУТП вероятно возникновение ситуации, когда исходные данные корректируются в процессе проектирования. В этом случае при передаче данных в AutomatiCS выполняется анализ присутствующих в проекте элементов, обновление значений параметров, а также в случае необходимости добавление или удаление элементов. Например, если из файла с исходными данными удален один канал контроля и управления, в проекте происходит удаление всех элементов и связей, относящихся к этому каналу.

Информации, присутствующей в модели проекта на этом этапе, достаточно для формирования следующих проектных документов: перечень точек контроля, PI-диаграмма (рис. 3).

Выбор схем электрического подключения

На основе информации о каналах контроля и управления проектировщик определяет структуру каждого отдельного канала и добавляет в проект все входящие в нее элементы и связи. Для каналов контроля такими элементами являются: устройства монтажа, датчики, передаваемые сигналы, а при необходимости — элементы подключения к блокам питания или другим многоканальным приборам (на рис. 4 показан пример структуры канала изменения температуры).

При проектировании АСУТП крупных промышленных объектов добавление в проект требуемых элементов и связей целесообразно выполнять автоматически. В системе AutomatiCS это происходит в момент

выбора схемы электрического подключения из базы данных и знаний. Однако процедура выбора осуществляется проектировщиком вручную, что значительно увеличивает время проектирования на данном этапе.

Предлагаемый метод позволяет выполнить выбор оптимальной схемы электрического подключения в автоматическом режиме на основе исходных требований к каналам контроля и управления. Метод реализован в виде отдельной команды "Проектирование каналов контроля". Необходимым

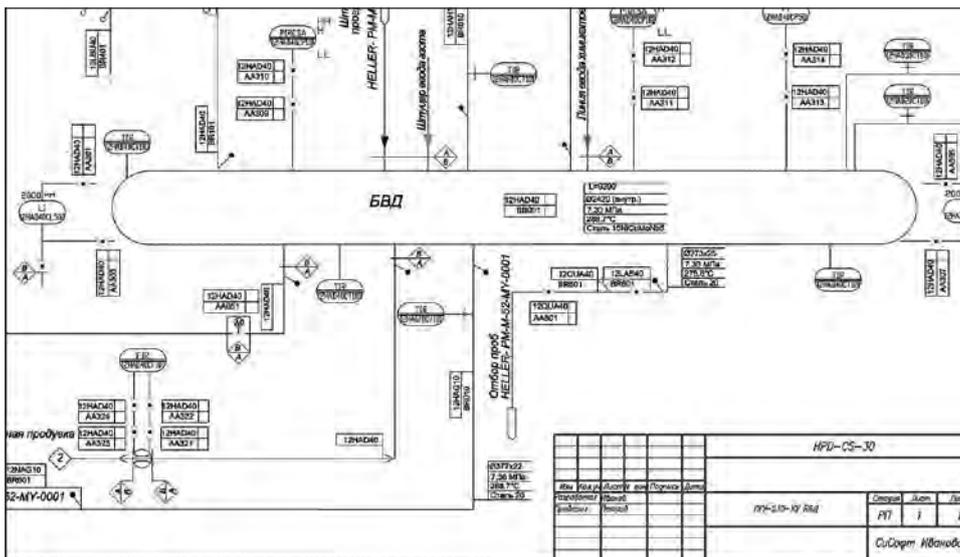


Рис. 3. Фрагмент документа "PI-диаграмма"

Ученые изучают то, что уже есть; инженеры создают то, чего никогда не было.

А.Эйнштейн

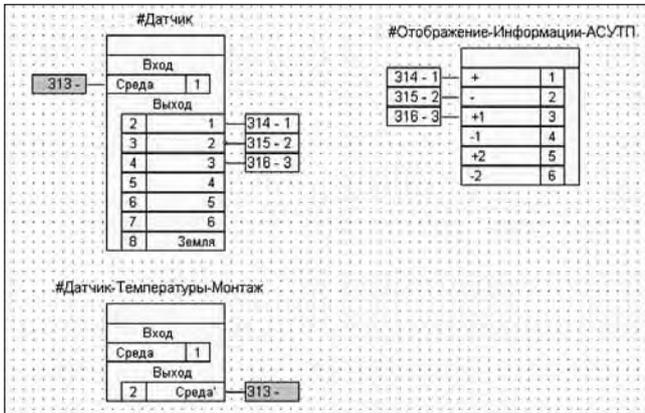


Рис.4. Состав канала измерения температуры

условием для выполнения этой команды является наличие у стартового элемента (контроль) следующих параметров: вид измеряемого параметра; идентификатор канала (контур); тип выходного сигнала; тип схемы электрического подключения.

Указанной информации достаточно для определения единственного подходящего варианта и добавления соответствующих этому варианту элементов и связей в модель проекта. После завершения процесса выбора схем электрического подключения выполняются следующие операции:

- присвоение элементам позиционного обозначения;
- присвоение связям уникальных маркировок.

Для редактирования правил присвоения позиций и маркировок предусмотрены специальные настройки. Таким образом метод можно применять в услови-

ях изменения требований к обозначениям различных элементов и связей проекта.

В технологии проектирования АСУТП с помощью САПР AutomatiCS данный этап является наиболее важным, поскольку после его завершения модель проекта содержит все необходимые данные (элементы, связи, параметры) для выполнения любого из следующих этапов: подключение к многоканальным приборам, проектирование клеммников, выбор моделей технических средств.

На основе информации, появившейся в модели проекта в результате применения метода выбора схем электрического подключения, можно сформировать проектный документ "Перечень сигналов" (рис. 5).

Подключение датчиков к многоканальным приборам

При разработке технического обеспечения АСУТП проектировщик неизменно сталкивается с задачей добавления в проект многоканальных приборов: блоков питания, барьеров искрозащиты, вторичных приборов, модулей контроллеров и пр. и подключения к ним электрических связей. Для решения поставленной задачи ему необходимо определить требуемое число приборов определенного типа и для каждого прибора выполнить ряд проектных процедур и операций: добавить прибор, выделить нужные связи и подключить их к конкретному каналу, проверить правильность подключения, присвоить позиционные обозначения, подключить прибор к схеме питания. Выполнение перечисленных действий в ручном или автоматизированном режиме требует значительных трудозатрат. Кроме того, это вызывает дополнительные трудности при необходимости внесения изменений: переключения связей с одного канала на другой, добавление нового прибора, выполнение условия обязательного наличия резервных каналов.

Предлагаемый метод позволяет выполнить все указанные процедуры и операции в автоматиче-

ском режиме на основе исходных данных, которые представляют собой информацию о предварительном распределении сигналов по отдельным каналам. Для реализации данного метода предусмотрены два типа команд: команды первого типа собирают информацию об элементах проекта и формируют таблицу для ввода исходных данных; команды второго типа выполняют добавление многоканальных приборов в проект, подключение к ним связей, проверку правильности подключения, присвоение позиционных обозначений. Ко-

Имя, № прибора	Позиц. и дата	Вариант, №	Позиция сигнала	Параметр Наименование сигнала	Тип прибора	Выходной сигнал	Диапазон	Тип вх./вых.	Тип контакта	Задачи					Погрешность, %	Адрес модуля
						Схема подключения	Уставка	Искрозащита	Напряжение, В	I	R	C	A	S		
Аналоговые входные сигналы																
ИРД-Soft-61	РЕД40СР101			Давление	Преобразователь давления	4-20 мА пассивный	7,92 5,4 9	AI	24	X	X	X	X		PS-1	
				В БВД		Токовая-цель										
	РЕД40СР102			Давление	Преобразователь давления	4-20 мА пассивный	7,92 5,4 9	AI	24	X	X	X	X		PS-1	
				В БВД		Токовая-цель										
	РЕД40СР103			Расход	Преобразователь перепада давления	4-20 мА пассивный		AI	24	X	X				PS-3	
				В опускной трубе БВД		Токовая-цель										
РЕД20СР101			Расход	Преобразователь перепада давления	4-20 мА пассивный	432 360 300	AI	24	X	X	X	X		PS-3		
			Перед испарителем ВД		Токовая-цель											
РЕД20СР102			Расход	Преобразователь перепада давления	4-20 мА пассивный	432 528 360 600 300	AI	24	X	X	X	X		PS-3		
			Перед испарителем ВД		Токовая-цель											

Рис.5. Фрагмент документа "Перечень сигналов"

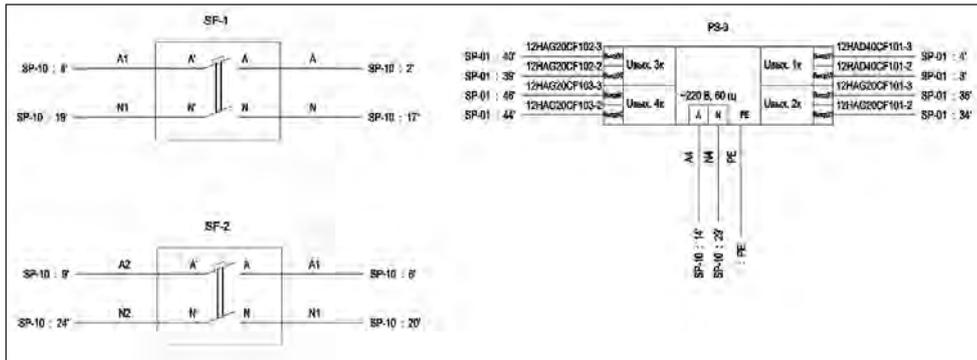


Рис.6. Фрагмент документа "Схема электрическая монтажных соединений"

манды каждого типа отличаются между собой только наименованием анализируемых элементов или типом добавляемых приборов.

В качестве исходных данных элементам, которые требуется подключить к многоканальным приборам, указываются следующие параметры: место расположения прибора (наименование помещения, имя и номер шкафа); номер прибора; номер канала; тип входа/выхода для системы управления (например, AI — аналоговый вход).

В результате выполнения соответствующей команды происходит добавление многоканальных приборов, подключение к ним связей, присвоение позиций. Если аналогичные приборы уже имеются в проекте, производится сравнение введенных исходных данных с текущим состоянием модели проекта и в случае необходимости выполняется переключение связей с одного канала прибора на другой, добавление/удаление приборов.

Информационное наполнение модели проекта после применения данного метода позволяет выпускать различные проектные документы, в которых отображаются добавленные приборы и их подключения. Одним из таких документов является "Схема электрическая монтажных соединений" (рис. 6), в котором адресным методом показана коммутация связей в пределах одного щита.

Организация передачи сигналов через клеммники

Основное назначение САПР — обеспечить получение качественной проектной документации с минимальными трудозатратами. При разработке

Проводник	Откуда идет	Куда поступает	Данные провода	Примечание
ЩП-1				
1				
12HAD40CF101-2	SP-01 : 3'	PS-3 : Выход1/2	ПВЗ-0,75	
12HAD40CF101-3	SP-01 : 4'	PS-3 : Выход1/1	ПВЗ-0,75	
12HAD40CF101-2	SP-01 : 6'	PS-2 : Выход1/2	ПВЗ-0,75	
12HAD40CF102-2	SP-01 : 10'	PS-2 : Выход2/2	ПВЗ-0,75	
12HAD40CF102-3	SP-01 : 11'	PS-2 : Выход2/1	ПВЗ-0,75	
12HAD40CF103-2	SP-01 : 15'	PS-2 : Выход4/2	ПВЗ-0,75	
12HAD40CF103-3	SP-01 : 16'	PS-2 : Выход4/1	ПВЗ-0,75	

Рис.7. Фрагмент документа "Таблица соединений"

АСУТП наибольший объем проектных документов занимает отображение клеммных и кабельных соединений. Поэтому при построении модели проекта особое внимание уделяется процессам проектирования клеммников и кабелей.

В известных САПР процесс проектирования клеммников выполняется в ручном или автоматизированном режиме и может быть описан в следующих способах [3]:

- добавление клемм на принципиальную электрическую схему, указание номера клеммы и принадлежности ее к определенному клеммнику, подключение связей (все операции выполняются в ручном режиме);
- добавление клеммников, подключение к ним связей (в ручном режиме);
- добавление клеммников (в ручном режиме), подключение связей (в автоматическом режиме, если в модели проекта присутствуют связи между функциональными элементами);
- автоматизированное добавление клеммника (требуется предварительная выборка связей для врезки клемм);
- автоматизированное добавление множества клеммников (необходимо выполнить классификацию элементов/связей для распределения по клеммникам).

Указанные способы перечислены в порядке увеличения степени автоматизации проектирования клеммников. Однако ни один из них не позволяет выполнить формирование множества клеммников в автоматическом режиме.

Авторы предлагают метод, который на основе исходных данных, представленных в виде предварительного распределения приборов по шкафам и соединительным коробкам, позволяет сформировать множество клеммников, а также выполнить дополнительные проектные процедуры и операции, такие как:

- добавление резервных клемм (неподключенные клеммы, расположенные между сигналами от разных измерительных каналов);
- добавление и подключение клемм экранов кабелей (если подключенный к клеммнику кабель является экранированным);
- выполнение разводки токовой петли (добавление перемычек для организации прохождения сигнала в случае, когда используется схема подключения типа "токовая петля");
- сравнение исходных данных с текущим состоянием модели проекта и в случае необходимости переключение связей на клеммы существующего или нового клеммника (при установке соответствующей настройки освобожденные клеммы могут быть удалены), переключение

#Клеммник		
СТ-01		
2 - 12HAD40CP101-1	1	78 - 12HAD40CP101-1
3 - 12HAD40CP101-2	2	79 - 12HAD40CP101-2
6 - 12HAD40CP102-1	3	80 - 12HAD40CP102-1
7 - 12HAD40CP102-2	4	81 - 12HAD40CP102-2
20 - 12HAD40CL101-1	5	82 - 12HAD40CL101-1
21 - 12HAD40CL101-2	6	83 - 12HAD40CL101-2
24 - 12HAD40CL102-1	7	84 - 12HAD40CL102-1
25 - 12HAD40CL102-2	8	85 - 12HAD40CL102-2
28 - 12HAD40CL103-1	9	86 - 12HAD40CL103-1
29 - 12HAD40CL103-2	10	87 - 12HAD40CL103-2
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	

Рис.8. Графическая страница AutomatiCS, пример клеммника соединительной коробки

№	Имя_Элемента	Позиция	ЧислоКлемм	Место	ИмяИгта
1	#Клеммник	СТ-01	15	Стена	СТ-01
2	#Клеммник	СТ-02	12	Стена	СТ-02
3	#Клеммник	ХТ-01	16	Стена	ХТ-01
4	#Клеммник	ХТ-02	9	Стена	ХТ-02

Проектирование соединительных коробок

Выполнение команды "Проектирование соединительных коробок" завершено!
 В проект добавлены и проделаны 4 элемента.
 Для подключения добавлено 72 связи.
 Работа выполнена: 0 часов 0 минут 17 секунд

Печать

Рис.9. Информационное сообщение команды проектирования соединительных коробок

кабелей или перенос жил из одного кабеля в другой (при наличии подключенных к клеммнику кабелей), добавление/удаление клеммников;

- присвоение позиционного обозначения;
- обработка связей — присвоение им параметров, необходимых для вывода в такие проектные документы, как: "Таблица соединений" (рис. 7), "Таблица подключения".

Аналогично методу подключения к многоканальным приборам, предусмотрено два типа команд для автоматического проектирования клеммников. Команды первого типа анализируют текущее состояние модели и формируют таблицу для ввода исходных

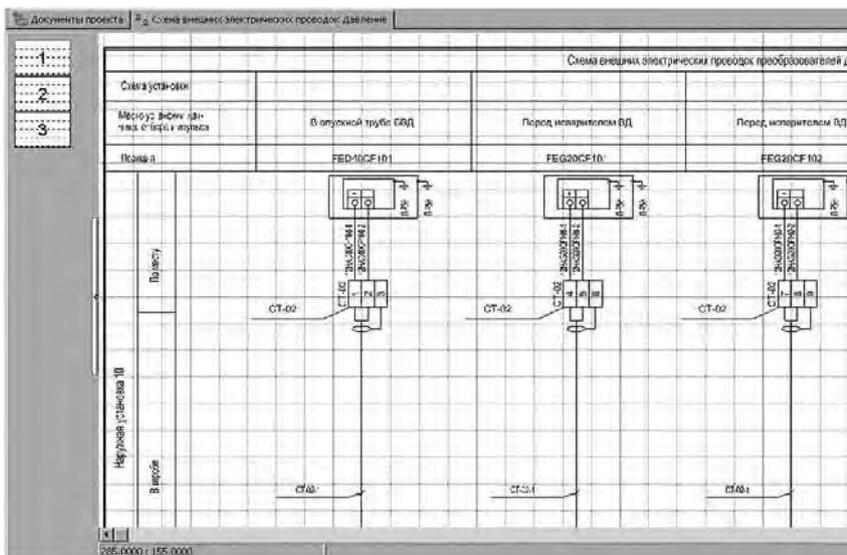


Рис.10. Фрагмент документа "Схема внешних электрических проводов"

данных. Например, для автоматического проектирования клеммников соединительных коробок необходимо указать следующие параметры: место расположения датчика; имя соединительной коробки.

На основе исходных данных команды второго типа выполняют проектирование клеммников, их обработку и присвоение позиционного обозначения (пример клеммника соединительной коробки показан на рис. 8).

На рис. 9 показано информационное сообщение системы AutomatiCS после выполнения команды "Проектирование соединительных коробок".

Формирование кабелей

По аналогии с процессом построения клеммников в различных САПР используются разные способы формирования кабелей:

- добавление кабеля путем выделения нужных связей (выполняется в ручном режиме);
- автоматизированное добавление одного или множества кабелей (требуется предварительная выборка связей и объединение их в группы по принципу принадлежности к одному кабелю);
- автоматическое добавление кабеля при выборе технического средства (когда кабель поставляется комплектно).

Достаточно высокая степень автоматизации проектирования кабелей обеспечивается при добавлении множества кабелей в соответствии со вторым способом (несмотря на автоматический режим, третий способ не учитывается, поскольку добавляемый кабель не является самостоятельным элементом, что не позволяет использовать этот способ для получения новых кабелей). Однако при этом не учитываются такие типовые проектные процедуры и операции, как:

- присвоение кабелям трассировочных параметров;
- добавление информации о сигналах в кабелях (перечень контуров);
- добавление параметров кабелей в соответствии с типами коммутируемых сигналов (сечение, наличие экрана, материал жил и пр.);

- формирование кабелей с учетом ограничения на максимальное количество жил;
- присвоение позиционного обозначения.

Авторы предлагают метод формирования кабелей, в соответствии с которым производится предварительный анализ текущего состояния модели с целью выявления связей, которые необходимо объединить в кабель, и дальнейшее выполнение последовательности проектных процедур по добавлению и обработке кабелей. Метод реализован в виде комплекса настраиваемых команд, исполняемых в определенном порядке.

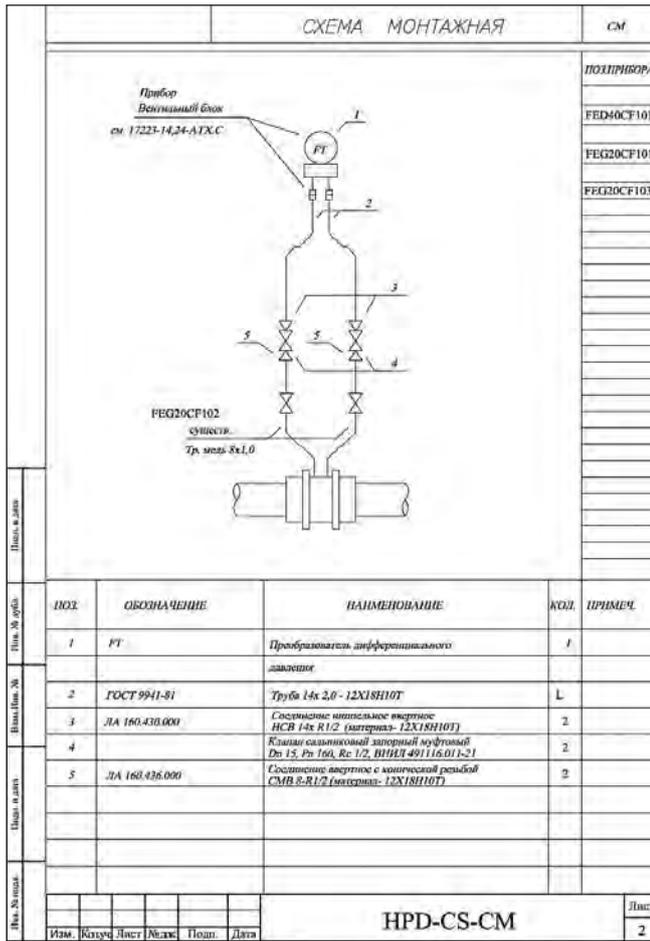


Рис. 11. Фрагмент документа "Схема трубных обвязок"

После завершения процесса проектирования кабелей модель проекта содержит информацию, достаточную для формирования проектных документов, в которых отражаются клеммные и кабельные соеди-

Наименование и классификация	Тип, марка, обозначение, справочный указатель	Код оборудования, кабель, материал	Этап - заводской	Главная ште. разб.	Конт. число	Масса изделия кг	Примечание
Преобраз.							
FE220CF102	Датчик абсолютного давления Датчик температуры Класс точности 0,5 Выходной сигнал давления: 4-20 мА HART Кабель: кабель 2x1,0 Классификация: материал: 12X18H10T	Преобраз- ДД-Тем-ДТ-100-01, HPD-11-025-160-100-42-0, 1005-1102	10	1	1		
FE220CF101	Датчик абсолютного давления Класс точности 0,5 Выходной сигнал давления: 4-20 мА HART Кабель: кабель 2x1,0 Классификация: материал: 12X18H10T	Преобраз- ДД-Тем-ДТ-100-01, HPD-11-025-160-100-42-0, 1005-1102	10	1	1		
FE240CF101	Преобразователь температуры Класс точности 0,5 Выходной сигнал: 4-20 мА Кабель: кабель 2x1,0	Преобраз- ТТ-01-001-001-001, HPD-11-025-160-100-42-0, 1005-1102	10	1	1		
LA 160.426.000	Соединение ниппельное внутреннее Ниппель: 1-х R1/2 Материал: 12X18H10T	HPD-11-025-160-100-42-0, 1005-1102	10	1	1		
LA 160.426.000	Соединение внутреннее с конической резьбой СВВ 2-R1/2 Материал: 12X18H10T	HPD-11-025-160-100-42-0, 1005-1102	10	1	1		

Рис. 12. Фрагмент документа "Заказная спецификация"

нения (на рис. 10 представлен пример проектного документа "Схема внешних электрических проводок").

Проектирование отборных устройств

В большинстве известных САПР отсутствует возможность автоматизированного формирования схем кабельных и трубных проводок, схем установок датчиков и прочих проектных документов, в которые выводится информация об устройствах монтажа: бобышках, диафрагмах, сужающих устройствах, вентилях, клапанах и пр. Тем не менее, проектирование и документирование устройств монтажа (отборных устройств) является одним из этапов разработки технического обеспечения АСУТП.

В системе AutomatiCS данная задача решается путем выбора состава отборных устройств и схемы установки из базы данных и знаний. Процесс происходит в автоматизированном режиме, при этом системой предлагаются наиболее подходящие по технологическим параметрами варианты. Формирование проектных документов, соответствующих данной стадии проектирования, выполняется в автоматическом режиме (на рис. 11 представлен пример проектного документа "Схема трубных обвязок").

Выбор моделей технических средств

Одним из основных проектных документов при проектировании АСУТП промышленных объектов является заказная спецификация. Для получения этого документа необходимо выбрать модели всех технических средств, входящих в состав проекта: датчиков, отборных устройств, кабелей, клемм, соединительных коробок и т. д.

В системе AutomatiCS выбор моделей технических средств осуществляется путем пошагового определения основных характеристик, при этом каждый следующий шаг зависит от предыдущего. Такой подход к построению структуры БД САПР позволяет отсе-

катывать заведомо неподходящие варианты, что значительно сокращает число случайных ошибок. На основе выбранных характеристик автоматически формируется формула заказа, которая отображается в заказной спецификации (рис. 12).

Кроме этого, AutomatiCS предоставляет проектировщику возможность пошагового выбора характеристик технических средств без указания завода-изготовителя. В этом случае определяются типовые параметры, которых достаточно для заполнения вопросного листа.

Заключение

Широкое применение САПР при проектировании АСУТП промышленных объектов по-

зволяет говорить об актуальности методов повышения эффективности таких систем. Авторами предложены четыре метода, позволяющие решить задачу автоматизации последовательностей проектных процедур, выполняемых на разных стадиях разработки технического обеспечения АСУТП. Согласно экспертному заключению ведущих специалистов крупных проектных организаций энергетической и нефтегазовой отраслей, применение указанных методов позволило решить ряд важных задач, таких как: существенное повышение степени автоматизации проектных работ и, как следствие, исключение субъективных ошибок при создании проекта; быстрое внесение изменений в проект; значительное сокращение времени выполнения типовых проектных процедур. Отдельно отмечена гиб-

кая система настройки методов, обеспечивающая возможность их применения для разработки различных проектов.

Список литературы

1. Целищев Е.С. и др. Технология проектирования тепловых электростанций и методы ее компьютеризации. М. Энергоатомиздат. 1997.
2. Целищев Е.С., Глянцева А.В., Кудряшов И.С. Методика эффективной автоматизации проектирования технического обеспечения АСУТП. Учеб. пособие под ред. Ю.С. Тверского. Иваново. 2012.
3. Целищев Е.С., Глянцева А.В. Разработка методов повышения эффективности формирования клеммных соединителей при проектировании монтажной части систем автоматики // Вестник ИГЭУ. 2012. № 5.

Целищев Евгений Сергеевич — д-р техн. наук, ст. научный сотрудник, ген. директор ЗАО "СиСофт Иваново", проф. кафедры Информационных технологий ИГЭУ,

Глянцева Анна Вячеславовна — специалист ЗАО "СиСофт Иваново".

Контактный телефон (4932) 33-36-98.

E-mail: tselishev@ivanovo.csoft.ru glyaznetsova@ivanovo.csoft.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СВЧ АНТЕНН В САПР EMPro

М. Питерсен (Компании Agilent Technologies)

Рассматриваются возможности среды электромагнитного трехмерного моделирования Agilent EMPro на примере проектирования высокоэффективных СВЧ антенн на основе технологии интегрированного в подложку волновода (SIW) и анализа влияния антенн и других электронных компонентов на общие характеристики проектируемой системы.

Ключевые слова: СВЧ антенна, волновод, интегрированный в подложку, САПР, электромагнитное трехмерное моделирование, симулятор.

Программное обеспечение Electromagnetic Professional (EMPro) компании Agilent EESof EDA представляет собой программную платформу электромагнитного (ЭМ) трехмерного (3D) моделирования для анализа объемных ЭМ эффектов различных электронных компонентов, включая корпуса высокоскоростных и ВЧ микросхем, соединительные провода, антенны, внутрисхемные и внешние пассивные элементы, а также межсоединения печатных плат. Программа EMPro характеризуется наличием современных средств проектирования, моделирования и анализа, высокопроизводительными технологиями моделирования, а также возможностью интеграции в САПР разработки ВЧ и СВЧ устройств ADS.

Основные преимущества программы ЭМ моделирования EMPro

- Интеграция маршрута проектирования. Создание 3D компонентов, которые могут моделироваться совместно с топологиями и схемами средствами САПР ADS при использовании ко-симуляции «ЭМ-схема».

- Широкий набор технологий моделирования. Настройка и запуск анализа с использованием технологич 3D ЭМ моделирования как в ча-

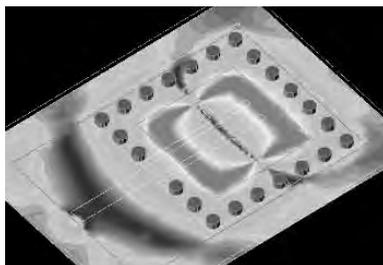


Рис. 1. Резонаторная SIW-антенна, смоделированная в САПР Agilent EMPro

стотной, так и во временной областях: метод конечных элементов (FEM) и метод конечных разностей во временной области (FDTD).

- Удобный конструкторский интерфейс. Быстрое создание произвольных объемных структур с помощью современного простого в использовании интерфейса; расширенные возможности по созданию скриптов.

Основные возможности САПР EMPro

EMPro — удобный инструмент для построения произвольных 3D структур и импорта готовых файлов CAD. Позволяет создавать 3D формы, добавлять свойства материала, настраивать параметры моделирования и просматривать результаты — и все это не покидая среду EMPro.

В EMPro можно анализировать объемные структуры, причем с помощью того же FEM симулятора, что и в САПР ADS. Симулятор FEM использует метод конечных элементов — широко применяемую в ВЧ и СВЧ приложениях технологию моделирования в частотной области. Для проектов, в которых имеются большие компоненты, такие как антенны, или для анализа целостности