



ПРИМЕР ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ В СРЕДЕ **AutomaticS ADT**

Фрагменты пилотного проекта

Введение

Предлагаем вниманию читателей, интересующихся вопросами автоматизированного проектирования систем контроля и управления (СКУ, КИПиА), фрагменты пилотного проекта, выполненного по заданию института "Теплоэлектропроект"

(Нижний Новгород). Объектом проектирования является система контроля редуцированной охлаждающей установки ТЭЦ, включающая 61 канал измерения: по 28 каналов связаны с измерением температуры и давления, один — с измерением расхода и четыре — с измерением уровня.

Информационно-вычислительный комплекс (ИВК) выполнен на контроллерах семейства "Ломиконт".

Подробное описание пилотного проекта, библиотеки баз, заданий, моделей и выходной документации можно получить в компании CSoft.

Общая характеристика предметной области

Предметная область в части систем контроля включает технические средства, обеспечивающие контроль технологических параметров. В число таких средств входят датчики, средства их монтажа и обеспечения отбора импульса рабочей среды, технические средства, обеспечивающие питание, передачу, преобразование информационного сигнала и представление данных оператору.

Данная часть предметной области очень разнообразна по составу технических средств. Это и консервативные технические средства, номенклатура которых изменяется очень медленно, и технические средства, номенклатура которых является одной из наиболее динамично развивающихся частей базы данных и знаний (БДЗ). В большинстве случаев предметная область пополняется не благодаря добавлению новых классов технических средств, а за счет описания элементов, принадлежащих уже существующим классам, но выпущенных производителем, ранее не представленным в БДЗ. Соответственно, эти элементы описываются той же системой так называемых *классообразующих параметров*, но имеют свою систему кодирования.

Структурные решения в этой части предметной области носят функциональный характер. Это выражается в формировании структур из частей, выполняющих определенную функцию в данном канале измерения (например, преобразование физической величины в электрический сигнал — датчик, монтаж датчика на трубопроводе и т.д.).

Отдельной логической единицей проекта является канал измерения. Задание на проектирование всей системы контроля формируется из требований к отдельным каналам — это связано со сложившейся технологией проектирования, в рамках которой требования к отдельным каналам измерения для каждого проекта являются уникальными.

Понятие структуры предметной области (базы) формируется на основе выделения в рамках предметной области классов объектов (Термопары, Кабели и др.) через формирование системы параметров и области их возможных значений, характеризующих данный класс элементов в степени, достаточной для проектирования (классообразующие параметры). Элемент в классе выделяется уникальным сочетанием значений параметров.

Это позволяет:

- унифицировать процедуру проектирования (выбора) для каждого класса элементов, содержание которой заключается в определении значений классообразующих;
- занести элемент в предметную область по шаблону — в зависимости от принадлежности этого элемента определенному классу.

Перед выбором элемента в классе следует постараться определить значение всех классообразующих параметров. Отметим, что увеличение числа классообразующих параметров, с одной стороны, повышает достоверность выбора конкретного элемента класса, а с другой — увеличивает вероятность отсутствия подходящего варианта.

Формирование задания (перечня точек контроля)

Цель формирования задания на проектирование в системе AutomatiCS — создание списка каналов контроля, содержащего перечень всех известных требований по каждому из каналов. От инженеров-технологов необходимо получить задание, в котором должны быть отражены требования, функции, управляющие воздействия и т.д. для проектируемой установки с учетом особенностей технологического процесса. Для обработки технологического задания в программе AutomatiCS ADT предлагается минимально необходимый перечень параметров, приведенный в таблице 1.

Приведенные в таблице 1 параметры, необходимые для формирования ТЗ, условно подразделяются на несколько групп:

1. **Главные технологические параметры** (*Параметр, Контур, ИмяТП, МинПар, НоминПар, МаксПар, ЕдИзмПар*). Инженер-технолог

должен указать, что именно и где необходимо измерять, а также минимальное, номинальное и максимальное значения параметра и единицу его измерения. Параметры *МинПар, НоминПар, МаксПар* должны быть обязательно заполнены для любого значения параметра *Параметр*: они не могут быть получены аналитическим путем. При этом нужно отметить, что параметры *МинПар* и *МаксПар* фактически являются для системы нижним и верхним пределом шкалы прибора, а параметр *ЕдИзмПар* — единицей измерения шкалы. Параметр *Контур* определяется либо инженером-технологом, либо инженером КИПиА и может иметь различные значения (позиционное обозначение прибора согласно ГОСТ 21.404-85 СПДС, код KKS и т.д.) согласно различным требованиям СТП, нормативно-технической документации, традициям проектных организаций, пожеланиям заказчика.

2. **Технологические параметры измеряемой среды** (*Среда, ФазаСреды, МинТемпСреды, МаксТемпСреды, ЕдИзмТемпСреды, МинДавлСреды, МаксДавлСреды, ЕдИзмДавлСреды, МинРасхСреды, МаксРасхСреды, ЕдИзмРасхСреды, ПлотнРаб, ЕдИзмПлотнРаб, ВязкДин, ЕдИзмВязкДин, ОписаниеСпецСвСреды*). Инженер-технолог должен предоставить информацию, касающуюся среды измеряемого параметра в данной точке контроля. Разумеется, следует понимать, что если нужно измерять температуру, то, например, параметры *МинТемпСреды, МаксТемпСреды, ЕдИзмТемпСреды* указывать не надо, так как эти значения будут задаваться параметрами *МинПар, МаксПар, ЕдИзмПар*. Если же следует измерять расход, то параметры *МинТемпСреды, МаксТемпСреды, ЕдИзмТемпСреды* необходимы, так как они влияют на дальнейший выбор средств измерения.
3. **Функциональные параметры канала контроля** (*Показан, ПоказПоМесту, Регулир, Сигнал, Блокир, Защита, Регистр, Интегр, Повыш_1, Повыш_2, Повыш_3, Пониж_1, Пониж_2, Пониж_3, ОписаниеФункцииКонтура, Опи-*

НОВОСТИ

Athena приходит в Россию. Consistent Software Distribution начинает поставки новой полностью русифицированной версии системы PLANT-4D

Компания *Consistent Software Distribution* объявила о начале поставок *PLANT-4D Athena* — новой версии комплексной системы автоматизированного проектирования и эксплуатации промышленных объектов различного назначения, технологических установок и технологических производств.

PLANT-4D отлично зарекомендовал себя в ведущих проектных организациях России — ОАО "ВНИПИгаздобыча", "Гипрогазцентр" (проектные институты ОАО "Газпром"), в инженерных центрах ОАО "РАО ЕЭС", институтах Гипростокнефть, Мосэнергопроект и других.

PLANT-4D Athena работает в среде AutoCAD 2006/2005/2004/2002. Поддерживается работа с базами данных на основе СУБД Microsoft SQL Server (в том числе с MSDE), Oracle и Microsoft Access. Новая разработка полностью совместима со своей предшественницей (*PLANT-4D 7.7.03*). *PLANT-4D Athena* позволяет значительно уменьшить время выполнения проекта и при этом сократить количество инженерных ошибок.

Новое в PLANT-4D Athena:

- изменена структура администрирования проектов — все административные функции вынесены на отдельный лист, доступ к которому имеет только администратор системы;
- структура 4D Explorer разработана на основе HTML-технологии;
- встроенная программа Просмотр проекта (3D Viewer) теперь поддерживает работу не только с СУБД, но и со ссылочными файлами DWG и DGN;
- добавлена система создания и поиска оборудования по идентификаторам;
- обеспечен регулируемый доступ к технологическим параметрам из программы просмотра;
- полностью интегрированы такие модули, как Ссылочные документы проекта, Координатная сетка объекта, Генератор двумерных чертежей;
- изменена структура проекта: появились новые элементы управления, позволяющие упростить и ускорить работу с деревом проекта;
- реализован вывод спецификаций в MS Word, MS Excel, AutoCAD;
- обновлены инструменты просмотра проекта;
- значительно расширена российская база компонентов.

Таблица 1. Перечень требований задания на проектирование КИП

Наименование параметра в файле <i>Контроль.yrd</i>	Комментарии к параметру в файле <i>params.hlp</i>	Возможные значения параметра в файле <i>params.hlp</i>
<i>Параметр</i>	Измеряемый параметр	Температура — температура среды (Т), Давление — давление среды (Р) и др.
<i>Контур</i>	Кодировка контура управления (контроля, регулирования и др.)	
<i>ИмяТП</i>	Наименование технологической точки отбора параметра или приложения воздействия	
<i>МинПар</i>	Минимально возможное значение измеряемого параметра	
<i>НоминПар</i>	Номинальное значение измеряемого параметра	
<i>МаксПар</i>	Максимально возможное значение измеряемого параметра	
<i>ЕдИзмПар</i>	Единица измерения параметра	С, кПа, мПа и др.
<i>Среда</i>	Наименование измеряемой среды	Вода, Воздух, Газ и др.
<i>ФазаСреды</i>	Фаза среды	ж (жидкая), г (газовая), п (пар)
<i>МинТемпСреды</i>	Минимальная температура измеряемой среды	
<i>МаксТемпСреды</i>	Максимальная температура измеряемой среды	
<i>ЕдИзмТемпСреды</i>	Единица измерения температуры измеряемой среды	С
<i>МинДавлСреды</i>	Минимальное давление измеряемой среды	
<i>МаксДавлСреды</i>	Максимальное давление измеряемой среды	
<i>ЕдИзмДавлСреды</i>	Единица измерения давления измеряемой среды	кПа, мПа и др.
<i>МинРасхСреды</i>	Минимальный расход измеряемой среды	
<i>МаксРасхСреды</i>	Максимальный расход измеряемой среды	
<i>ЕдИзмРасхСреды</i>	Единица измерения расхода измеряемой среды	кг/с, л/с и др.
<i>ПлотнРаб</i>	Рабочая плотность измеряемой среды	
<i>ЕдИзмПлотнРаб</i>	Единица измерения плотности измеряемой среды	кг/м ³
<i>ВязкДин</i>	Динамическая вязкость	
<i>ЕдИзмВязкДин</i>	Единица измерения динамической вязкости	Па*с, мПа*с
<i>ОписаниеСпецСвСреды</i>	Описание специальных свойств среды	
<i>Показан</i>	Место выдачи показаний на последний прибор в контуре	БЩУ, МЩУ, Нет, по месту
<i>ПоказПоМесту</i>	Наличие показания по месту	Есть, Нет
<i>Регулир</i>	Участие в регулировании	Есть, Нет
<i>Сигнал</i>	Участие в сигнализации	Есть, Нет
<i>Блокир</i>	Участие в блокировках	Есть, Нет
<i>Защита</i>	Участие в защитах	Есть, Нет
<i>Регистр</i>	Участие в регистрации	Есть, Нет
<i>Интегр</i>	Интегрирование	Есть, Нет
<i>Повыш_1</i>	Значение 1-го предела повышения параметра	
<i>Повыш_2</i>	Значение 2-го предела повышения параметра	
<i>Повыш_3</i>	Значение 3-го предела повышения параметра	
<i>Пониж_1</i>	Значение 1-го предела понижения параметра	
<i>Пониж_2</i>	Значение 2-го предела понижения параметра	
<i>Пониж_3</i>	Значение 3-го предела понижения параметра	
<i>ОписаниеФункцииКонтура</i>	Описание функций контура	
<i>ОписаниеУпрВозд</i>	Описание управляющих воздействий	
<i>ОписаниеПримечТехн</i>	Примечание технолога	
<i>ФункГруппаУпр</i>	Наименование функциональной группы управления или номер листа РІ-диаграммы	
<i>ВзрывЗащ</i>	Взрывозащищенность	Есть, Нет

<i>КлассВзрывЗоны</i>	Класс взрывоопасной зоны	В-I и др.
<i>КатегорВзрывСмеси</i>	Категория взрывоопасной смеси	I и др.
<i>ГруппаВзрывСмеси</i>	Группа взрывоопасной смеси	T1 и др.
<i>ОбозначТрубопровода</i>	Символьное обозначение трубопровода	
<i>МатериалТрубопровода</i>	Материал трубопровода	
<i>Дусл</i>	Условный диаметр участка трубы	10 и др.
<i>ЕдИзмДусл</i>	Единица измерения условного диаметра участка трубы	мм, " (дюйм)
<i>ОбозначОборуд</i>	Символьное обозначение оборудования	
<i>МатериалОборуд</i>	Материал оборудования	
<i>ТолщИзол</i>	Толщина изоляции	
<i>ФункОбозОбщий</i>	Функциональное обозначение контура	
<i>ВторПр</i>	Наличие или тип вторичного прибора	Многоканальный и др.
<i>ВыхСгДат</i>	Тип выходного сигнала датчика	Нет, 4-20 мА, Дискретный и др.
<i>Место</i>	Место (помещение) расположения прибора	БЩУ, ГрЩУ, МЩУ, по месту
<i>ИмяЩита</i>	Символьная кодировка щита, пульта, стенда, соединительной коробки	
<i>СхемаЭПД</i>	Схема электрического питания датчика	2-проводная, 3-проводная и др.
<i>ШкалаМакс</i>	Максимальное значение шкалы прибора	
<i>ШкалаМин</i>	Минимальное значение шкалы прибора	
<i>ЕдИзмШкалы</i>	Единица измерения шкалы прибора	
<i>КлассТочн</i>	Класс точности прибора	0.15, 0.25 и др.
<i>ИспКлим</i>	Климатическое исполнение	T, T3, У*1 и др.
<i>Градуир</i>	Градуировка (номинальная статическая характеристика)	100М, 100П и др.
<i>ДлинаМЧ</i>	Длина монтажной части, мм	100, 1000 и др.
<i>Прототип</i>	Символьная кодировка однотипных контуров	
<i>Поставка</i>	Ответственность за поставку оборудования	Заказчик и др.
<i>Примечание</i>	Примечание инженера КИПиА	

саниеУпрВозд, ОписаниеПримечТехн, ФункГруппаУпр). Инженер-технолог должен указать в задании требования к данному каналу контроля. Параметры ОписаниеФункцииКонтура, ОписаниеУпрВозд, ОписаниеПримечТехн представлены инженеру-технологу для словесного описания его требований.

4. **Параметры, связанные с взрывоопасностью процесса** (*ВзрывЗащ, КлассВзрывЗоны, КатегорВзрывСмеси, ГруппаВзрывСмеси*). Инженер-технолог указывает эти параметры в задании, если на данном объекте присутствуют взрывоопасные зоны. В дальнейшем это влияет на выбор кодировки взрывозащиты для средств измерений, попадающих во взрывоопасную зону.

5. **Параметры, связанные с точкой отбора** (*ОбозначТрубопровода, МатериалТрубопровода, Дусл, ЕдИзмДусл, ОбозначОборуд, МатериалОборуд, ТолщИзол*). Инженер-технолог должен указать характеристики места отбора параметра. Если отбор осуществляется на трубопроводе, то указывать параметры *ОбозначОборуд* и *МатериалОборуд*, конечно, не надо.
6. **Параметры, заполняемые инженером КИПиА** на основе имеющихся технологических данных и предполагаемой концепции построения системы контроля параметров (*ФункОбозОбщий, ВторПр, ВыхСгДат, Место, ИмяЩита, СхемаЭПД, ШкалаМакс, ШкалаМин, ЕдИзмШкалы, КлассТочн, ИспКлим, Градуир, ДлинаМЧ, Прототип, Поставка, Примечание*).

Эти параметры, заполняемые на основе задания, полученного от инженера-технолога, а также исходя из опыта и традиций проектирования, требований заказчика, необходимы для ускорения процедуры проектирования при дальнейшем выборе средств автоматизации.

Задание на проектирование формируется в следующей последовательности: создаются метка модели проекта и соответствующий файл после чего добавляется каждый новый канал контроля, для которого запрашивается список параметров в соответствии с таблицей 1.

На рис. 1 представлен фрагмент задания и список параметров для одного из каналов измерения температуры. Для каналов контроля управления в проекте были предусмотрены (изве-

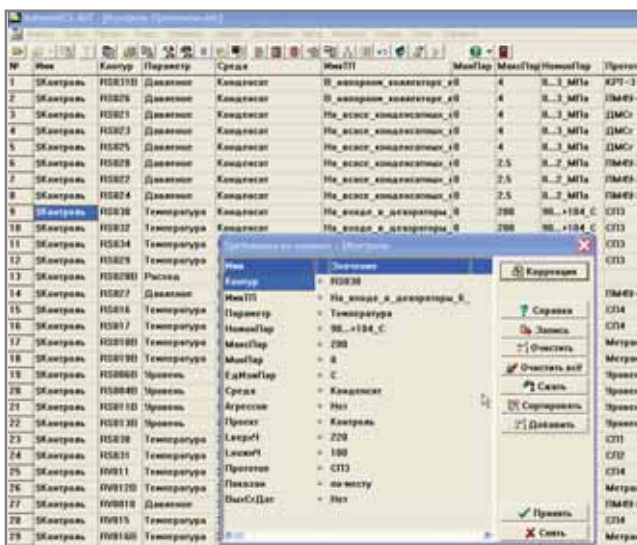


Рис. 1. Фрагмент задания и значения параметров канала измерения температуры

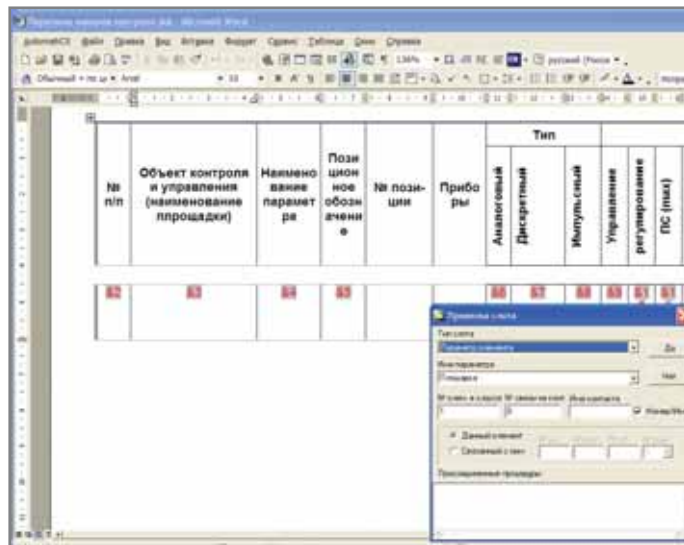


Рис. 2. Просмотр и редактирование шаблона

№ п/п	Точка контроля				Датчик	
	Позиция	Измеряемый параметр	Измеряемая среда	Место точки контроля	Выходной сигнал датчика, градуировка	Диапазон измерения, шир
1	RS028B	Расход	Конденсат	Подогреватели	4-20 mA	17...30 т/ч
2	RV002	Температура	Химическая вода	Перед теплообменником	по-месту	25...+35 С
3	RV003B	Температура	Химическая вода	Перед теплообменником	50M	25...+35 С
4	RV005	Температура	Химическая вода	За теплообменником	по-месту	25...+65 С
5	RV006B	Температура	Химическая вода	За теплообменником	50M	25...+65 С
6	UM002	Температура	Подпиточная вода	Перед теплообменником	по-месту	95...+105 С
7	UM003B	Температура	Подпиточная вода	Перед теплообменником	50M	95...+105 С
8	UM005	Температура	Подпиточная вода	За теплообменником	по-месту	60...+104 С
9	UM006B	Температура	Подпиточная вода	За теплообменником	50M	95...+105 С
10	RV007	Температура	Химическая вода	Перед подогревателями	по-месту	25...+65 С
11	RV008B	Температура	Химическая вода	Перед подогревателями	50M	25...+65 С
12	RV011	Температура	Химическая вода	За подогревателем N1	по-месту	90...+105 С
13	RV017	Температура	Химическая вода	За подогревателями	по-месту	90...+105 С
14	RV018B	Температура	Химическая вода	За подогревателями	50M	90...+105 С
15	RV021	Температура	Химическая вода	Перед деаэратором N1	по-месту	90...+105 С

Рис. 3. Перечень каналов контроля

стны на стадии задания) дополнительные параметры, которые приведены в таблице 2. Это позволяет определить для них наименования щитов и место в пространстве, где они расположены. В фигурных скобках (выбор во второй строке окна редактирования значения

параметра) задается имя элемента, для которого — и всех его потомков — параметр будет справедлив.

Задание в виде таблицы может быть сформировано внешними средствами (например, с помощью Excel) и импортировано в AutomatiCS ADT.

Таблица 2. Дополнительные параметры расположения элементов системы

Параметр	Назначение
$ИмяЩита\{Датчик\}=NM-05$	Наименование стенда
$ИмяЩита\{Вторичный-прибор\}=UE-1$	Имя панели с приборами

Вывод документа "Перечень каналов измерения"

Формирование документа "Перечень точек контроля" осуществляется путем вывода информации на открытом классе элементов подготовленного задания с помощью команды на основании соответствующего Word-шаблона. Форма шаблона может быть изменена (рис. 2) в соответствии с требованиями заказчика или стандарта предприятия (эта операция возможна в отношении любого табличного документа). Результат документирования показан на рис. 3.

Построение (синтез) принципиальной модели

На первом этапе синтез принципиальной модели заключается в последовательном выборе для каждого канала измерения типового варианта структуры (декомпозиция), а затем в последовательном выборе характеристик каждого элемента, входящего в эту структуру. Выбор сопровождается автоматическим построением (вычислением, формированием) формулы заказа прибора (параметр *Модель*) на основании имеющихся в базе правил. Количество уровней выбора для различных производителей датчиков обычно находится в пределах от 5 до 20. При этом практически в любом проекте существуют группы каналов измерения, для которых путь прохождения по дереву базы знаний полностью идентичен. В группе различными

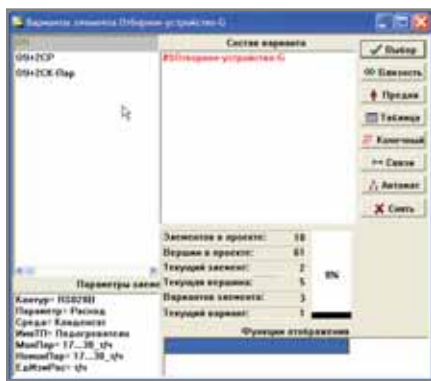


Рис. 4. Блокировка выбора отборного устройства

для этих каналов остаются кодировки контура, наименования точки измерения и другие индивидуальные характеристики. А так как система способна запоминать все действия проектировщика на этапе декомпозиционного синтеза, то для других каналов измерения, принадлежащих данной "родственной" группе, возможно автоматическое воспроизведение этих действий — даже если, по мнению системы, выбираемый вариант не удовлетворяет требованиям. Такой режим синтеза называется "по прототипу". В этом случае система должна "знать", как ей следует сформировать эти "родственные" группы (классы). Проще всего это сделать, присвоив каналам измерения, входящим в один класс, одинаковые значения параметра *Прототип*. Имя этого параметра должно быть указано в соответствующем окне настроек синтеза. Чтобы контролировать ход синтеза, также рекомендуется установить необходимый список отображаемых основных параметров канала контроля.

В рассматриваемом примере процессы синтеза электрической и гидравлической частей каналов измерения разделены. Вначале синтезируется электрическая часть — для этого в базе имени всех отборных устройств предваряются символом "#" (признак терминальности). По завершении синтеза электрической части у всех отборных устройств одной командой удаляется спецсимвол "#" (снимается терминальность), а затем автономно синтезируется гидравлическая часть. На рис. 4, где показан фрагмент синтеза электрической части, вы можете видеть, что структура отборного устройства в данный момент не выбирается, поскольку оно является терминальным элементом.

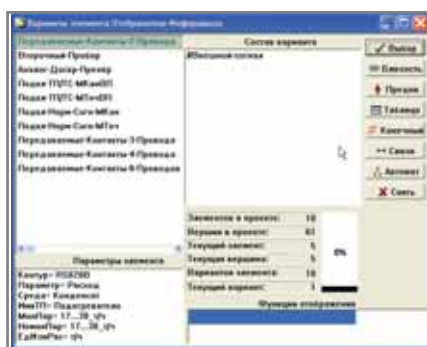


Рис. 5. Выбор в качестве модуля ПТК фиктивного элемента

В нашем примере основным потребителем сигнала от датчика являются модули контроллеров "Ломи-конт". В соответствии с разделением проектных работ между генеральным проектировщиком и разработчиком программно-технического комплекса (ПТК) граница проектирования проходит по кабелям, идущим к контроллерам. Собственно кабели (их выбор, маркировка) находятся в сфере ответственности проектной организации. Поэтому модули ПТК рассматриваются как некие логические (фиктивные) элементы с логическими именами входов. Здесь они обозначены в виде терминальных элементов *#Внешний-сигнал*. На рис. 5 показан процесс выбора варианта элемента *Отображение-Информации* с подключением к нему двух проводников от датчика расхода.

При этом для датчиков с выходным сигналом 4-20 мА следует выбирать вариант питания *"Измерительный-Канал-Токовая-цепь"*, в состав которого входит собственно датчик и блок питания.

В предложенном примере наивысшим приоритетом агрегирования является группа функций питания датчиков (типа *Canfupr*) током постоянного напряжения с гальванической развязкой. Решено выбрать индивидуальные одноканальные блоки питания (*Karam-22*). Для этого после появления класса упомянутых функций их классифицируют таким образом, чтобы в каждом классе оказалось по одной соответствующей функции (рис. 6). На следующем шаге система формирует класс из 13 (11 блоков питания + 2 вторичных прибора *A-100*) функций его питания переменным напряжением 220 В (*#&Подключение-к-Автомату*). Поскольку все эти потребители нахо-

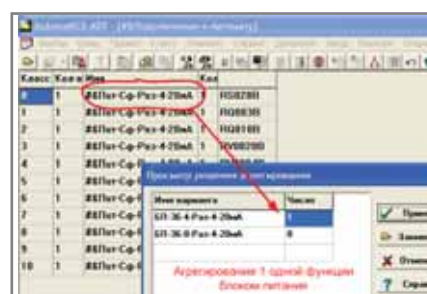


Рис. 6. Агрегирование функций питания датчиков

дятся на одной панели *UE-1*, можно принять решение об их питании от одного автомата. В результате агрегирования функции *#&Подключение-к-Фазе* получается так называемая *Голова схемы питания* — в нашем примере она представляет собой обычный рабочий ввод (будем считать его элементом электрической схемы с прохождением границы по кабелю питания).

Присвоение параметров компонентам проекта

Параметрический макрос присвоения проектных позиций основан на использовании значения параметра *Контур*. Для приборов различного типа позиция вычисляется как *Контур* с добавлением соответствующего символа.

Параметрический макрос формирования маркировок также основан на использовании параметра *Контур* первого из элементов, связанных данной связью. При одинаковом значении этого параметра маркировка формируется как *Контур* и, через разделитель, порядковый номер связи.

Синтез структур отборных устройств и импульсных линий датчиков

Как уже сказано, выбор структур гидравлической обвязки "откладывается" во время выбора собственно датчиков. Возобновить синтез этих структур можно в любой момент. Для этого все терминальные отборные устройства разблокируются (с них снимается терминальность) после чего синтез осуществляется обычным способом. В базе данных размещено описание типовых модулей стенов треста Севкавмонтаж. На рис. 7 показан фрагмент синтеза обвязки датчика давления — имя варианта содержит номер рисунка по аль-

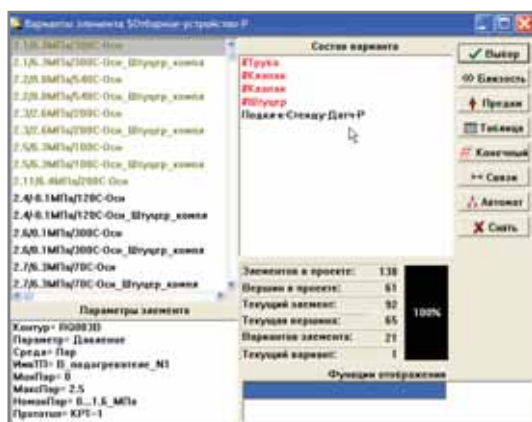


Рис. 7. Фрагмент выбора структуры отборного устройства и импульсных линий

бому, пределы среды по давлению и температуре. Появившийся в результате синтеза класс терминальных функций подсоединения (установки) датчика к стенду классифицируется по правилу *ИмяЩита*, и для каждого из них выбирается тип модуля стенда в зависимости от располагаемых на нем датчиков.

Построение (синтез) принципиально-монтажной модели

Построение принципиально-монтажной модели заключается в последовательном выполнении следующих операций:

- построение (врезка) клеммно-модульных соединителей (клеммников) щитов, пультов, панелей и др.;
- разводка так называемых "общих точек" (связей, соединяющих более двух элементов) на клеммниках или контактах приборов;
- построение (врезка) кабелей и их выбор.

Построение клеммников

Перед началом построения клеммников проверяется и добавляется в модель соответствующая информация: все элементы, участвующие в построении клеммников и кабелей, должны иметь параметры *Место* и *ИмяЩита*. В нашем примере распределение датчиков по стендам и соединительным коробкам выполнено на стадии задания, поэтому на данном этапе остается распределить элементы (присвоить параметры *Место* и *ИмяЩита*), расположенные на панели *UE-1* в шкафах ПТК. Фрагмент такого распределения можно увидеть на рис. 8.

Рис. 8. Распределение элементов модели по щитам

При построении клеммников выполняется следующая последовательность операций: для панели *UE-1* принимается решение о разделении элементов на монтажные единицы с присвоением параметра *МонТед*; все элементы модели классифицируются по правилу *ИмяЩита*; выделяются и объединяются те классы, для которых будут врезаться клеммники; всем связям полученного класса (кроме *Функциональной*) добавляется параметр *ГотСвязи=Врезка_клеммы*; на элементах, классифицированных по правилу *ИмяЩита*, активируется команда *Агрегировать связи* (которая и врезает клеммник для каждого класса); в режиме декомпозиционного синтеза выбираются клеммники щитов, стенов и соединительных коробок. С помощью параметричес-

кого макроса клеммникам можно присвоить параметр *Позиция*.

На рис. 9 представлен фрагмент просмотра и редактирования клеммника *ХТ02* панели *UE-1*.

Рассмотренный принцип построения клеммников основан на их врезке для каждого класса элементов. В то же время существует ряд клеммников (кроссовые шкафы, промышленные, транзитные клеммники панелей и др.), кабели к которым подключаются с обеих сторон. Такие клеммники строятся на классах связей. В предложенном примере питание датчиков осуществляется по схеме токовой цепи. Непосредственная реализация такой схемы потребовала бы трех направлений кабельных трасс. Если же в панели блоков питания установить транзитный клеммник, можно обойтись двумя: *стенд* — *панель* и *панель* — *шкаф ПТК*.

Для этого необходимо выделить в отдельный класс связи, идущие от клеммников стенов и соединительных коробок к шкафам ПТК; добавить всем связям класса параметр *ГотСвязи=Врезка_клеммы* и классифицировать его таким образом, чтобы все связи класса вошли в единственный класс, полученный при классификации. Далее выполняется врезка клеммников.

Рис. 9. Просмотр и редактирование клеммника

решения на основе ПО Autodesk и Consistent Software СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИКИ

Автоматизация комплексного проектирования промышленных объектов обеспечивает административно-плановым службам возможность точного планирования, оперативного контроля и учета работ производственных отделов. Производственные отделы обеспечиваются мощными средствами для решения профильных задач, объединенными в единую среду проектирования.

Решения в области систем контроля и автоматики на базе программного обеспечения Autodesk и Consistent Software предназначены для автоматизации проектирования, реконструкции и эксплуатации систем контроля и управления, конструирования схем любой сложности и выпуска любого вида проектных документов.

Автоматизация комплексного проектирования

- изыскания, генплан и транспорт
- технология и трубопроводный транспорт
- строительные конструкции и архитектура
- системы контроля и автоматики
- электротехнические решения
- электронный архив и документооборот

CSoft
Consistent Software

Москва, 121351,
Молодогвардейская ул., д. 46, корп. 2
Тел.: (495) 913-2222, факс: (495) 913-2221
Internet: www.csoft.ru E-mail: sales@csoft.ru

Санкт-Петербург (812) 496-6929
Воронеж (4732) 39-3050
Екатеринбург (343) 215-9058
Калининград (4012) 93-2000
Краснодар (861) 254-2156
Красноярск (3912) 65-1385
Нижний Новгород (8312) 30-9025

Омск (3812) 51-0925
Пермь (3422) 34-7585
Ростов-на-Дону (863) 261-8058
Хабаровск (4212) 41-1338
Челябинск (351) 265-6278
Ярославль (4852) 73-1756

Разводка Общих точек

По результатам синтеза в модели проекта могут образовываться так называемые Общие точки, то есть связи, которые соединяют более двух контактов и представляют собой результат использования принципиальных структур. Существуют различные варианты реализации таких точек в монтажной структуре модели проекта. Выбор варианта реализации существенно зависит от схем прохождения кабельных потоков, а последовательность разводки каждой Общей точки в любом случае должна контролироваться или задаваться проектировщиком.

Выполнение разводки предполагает следующие операции: выделяются связи, которые соединяют более двух контактов; им добавляется параметр *ГотСвязи=Разводка_Общ-Точ;* командой *Агрегировать связи* в каждую связь типа Общая точка врезается одноименный элемент. В примере приведено описание структуры реализации Общей точки в виде шлейфа: это вариант, который не содержит субэлементов, а на Внешних контактах располагаются связи шлейфа (на каждом по две). Следующие по стрелкам в порядке возрастания номера: от 1 к 1, от 2 к 2 и т.д., при этом номер контакта, то есть место в списке связей, и есть последовательность обхода шлейфа по элементам: 2-3-1-4-5 (рис. 9а):

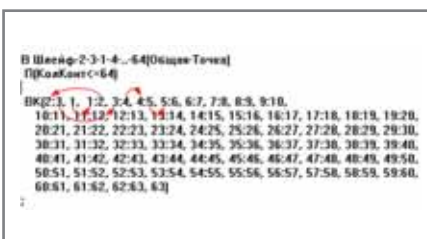


Рис. 9а. Описание последовательности разводки в одном из вариантов шлейфа

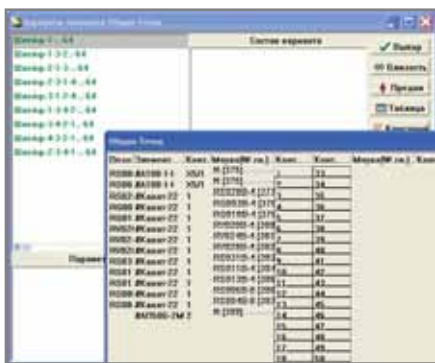


Рис. 10. Выбор последовательности обхода шлейфа

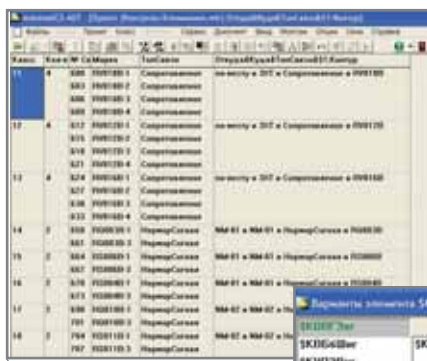


Рис. 11. Результат классификации связей

Далее синтезируются полученные элементы, выбирается соответствующая последовательность построения шлейфа (реализация Общей точки это всегда шлейф) в виде варианта структуры из предлагаемого списка (рис. 10). При этом последовательность можно посмотреть, нажав кнопку

Связи в окне синтеза: в окне появятся элементы с номерами в списке: ХТ02 — 2, ХТ15 — 4, ХТ17 — 12; остается выбрать и запомнить последовательность обхода шлейфа после чего выбрать соответствующий вариант.

Построение (врезка) и выбор кабелей

Самой важной и ответственной процедурой при построении принципиально-монтажной модели проекта является врезка кабелей в межщитовые связи и их (кабелей) выбор.

Необходимые условия начала процедуры:

Все элементы модели имеют параметры *Место* и *ИмяЩита*. Подготовлен параметрический макрос, который автоматически сортирует связи в зависимости от их направления, а также присваивает им следующие параметры:

- *Направление*;
- *Откуда* (имя щита, с которого идет связь);
- *Куда* (имя щита, на который идет связь);
- *МОткуда* (место расположения щита, с которого идет связь);
- *МКуда* (место расположения щита, на который идет связь);
- *ГотСвязи=Агрегир_жилы* (готовность связи к ее включению в состав кабеля).

Сама процедура заключается в последовательности следующих операций: активируется макрос; все связи разделяются на внутрищитовые и внешние (кабельные). Класс межщитовых связей классифицируется по принципу прохождения связей между двумя щитами, типу связи и,



Рис. 12. Выбор кабелей

например, принадлежности к конкретному каналу измерения. Жестких правил здесь быть не может — правила диктуются требованиями конкретного проекта. Чем сложнее правило классификации, тем оно жестче и тем мельче полученные классы, а следовательно меньше жилность будущих кабелей. В нашем примере наиболее эффективное правило классификации связей по будущим кабелям выглядит так:

Откуда и Куда и ТипСвязи и \$1:Контур.

В класс попадают связи с одинаковым значением параметров *Откуда* и *Куда*, параметра *ТипСвязи* и параметра *Контур*, взятого у элемента, подключенного к связи на контакте 1. Результат представлен на рис. 11.

Когда построение закончено, командой *Агрегировать связи* кабели врезаются в соответствующие наборы связей. Кабели синтезируются посредством декомпозиционного синтеза. При этом в соответствии с описанием в базе система будет автоматически предлагать наиболее близкие по жилности кабели с учетом резерва, процент которого зависит от числа задействованных жил (рис. 12). На открытом классе полученных кабелей запускается параме-

трический макрос присвоения кабелям позиций.

Формирование проектных документов

R&I-диаграмма

Предполагается, что к моменту формирования R&I-диаграммы технологическая схема выполнена в формате AutoCAD. В этом случае выполняются следующие действия: устанавливается база фреймов для R&I-диаграмм; последовательно выделяются каналы контроля и на технологическую схему вставляются заполненные фреймы (рис. 13).

Схема питания

Схему питания в рассматриваемом примере можно выполнить с помощью "шлюзования" фреймов. Для этого необходимо выполнить следующую последовательность действий: класс элементов классифицируется по правилу *ИмяЩита* и открывается щит *UE-1*; устанавливается база фреймов питания; документируется элемент *#AP50B-2MT*; предохранители, приборы и блоки питания классифицируются по монтажной единице; все полученные классы выводятся потоком (рис. 14).

Рабочая и заказная спецификации

Рабочая спецификация формируется в следующей последовательности:

- элементы модели классифицируются по правилу *Контур и Модель*;
- все классы (кроме нулевого), информация о которых, по мнению проектировщика, должна попасть в спецификацию, выводятся на основании заранее заготовленного шаблона (рис. 15).

Заказная спецификация выводится после классификации элементов сначала по правилу *Завод*, а затем для каждого завода — по правилу *Модель*.

Компоновка щита

Подсистема компоновки выполнена в виде отдельного модуля-надстройки для AutoCAD. База приборов (фасадных, внутрищитовых), крепежных деталей и др. также существует отдельно. Поэтому начало компоновки требует переустановки соответствующей базы.

Собственно компоновка предполагает следующую последователь-

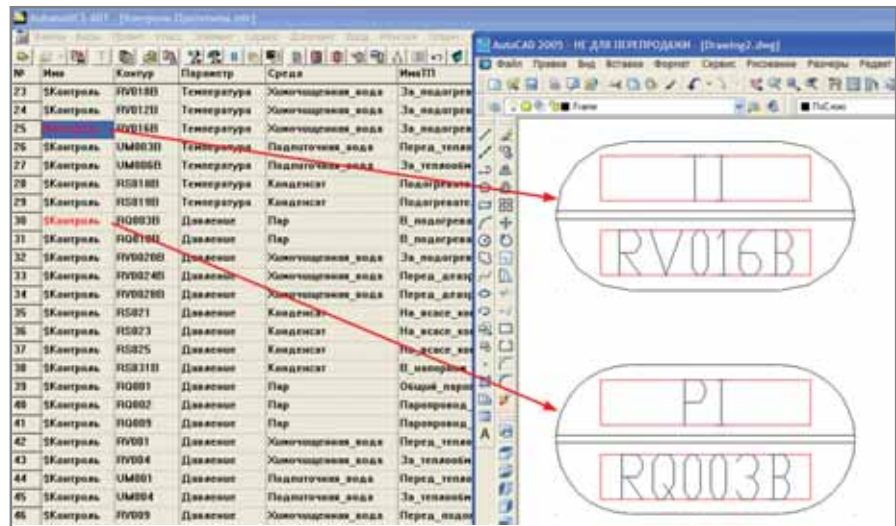


Рис. 13. Формирование R&I-диаграммы

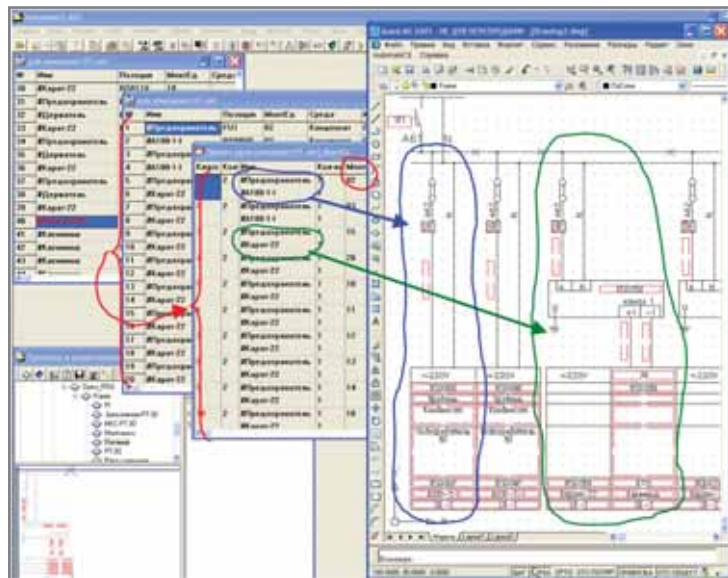


Рис. 14. Формирование схемы потоком

Контр. П. (Имя, марка, монтажная единица)	Наименование измерительного параметра	Измерительная среда, наименование и характеристика	Номинальные параметры	Место установки прибора	Наименование и характеристика прибора	Тип, стандарт, техн. условия
R5028B	Расход	Конденсат Подогреватели	17...30 т/ч, 1/4	по месту ИМ-05	Дифференциальный датчик	ДКС-10-150 АБ УХЛ3.1 ГОСТ 20969-86
R5028B	Расход	Конденсат Подогреватели	17...30 т/ч, 1/4	Стенд ИМ-05	Датчик перепада давления - Расходомер Диапазон измерения: 17...30 т/ч - 1/4 Класс точности: 0.2 Выходной сигнал датчика: 4...20 мА Степень защиты: IP55 Климатическое исполнение: УХЛ3.1	Метран-22-Д1.2430-25АР 10МР-02-02-020-42-СМ-М2 КБ-С ТУ4112-011.12506024-98
RV002	Температура	Холодильная вода Перед теплообменником	0...100 С	по месту	Термометр специальный прямой Длина рабочей части: 100 мм Цена деления шкалы: 1 С Диапазон измерения: 0...100 С Комплектно с оплавкой	СП.21.0-220/160/3 ТУ-25-2021.010-89
RV002	Температура	Холодильная вода Перед теплообменником	0...100 С	по месту	Оправка датчика Длина рабочей части: 220 мм Длина рабочей части: 150 мм	П.НЗ.285.163 ОСТ 25.1281-87
R5030	Температура	Холодильная вода За ОВА-24 т/ч	0...200 С	по месту	Термометр специальный прямой Длина рабочей части: 100 мм Цена деления шкалы: 1 С Диапазон измерения: 0...100 С Комплектно с оплавкой	СП.21.0-220/160/3 ТУ-25-2021.010-89
R5030	Температура	Холодильная вода За ОВА-24 т/ч	0...200 С	по месту	Оправка датчика Длина рабочей части: 220 мм Длина рабочей части: 150 мм	П.НЗ.285.163 ОСТ 25.1281-87
RV005	Температура	Холодильная вода За теплообменником	0...100 С	по месту	Термометр специальный прямой Длина рабочей части: 100 мм Цена деления шкалы: 1 С Диапазон измерения: 0...100 С Комплектно с оплавкой	СП.21.0-220/160/3 ТУ-25-2021.010-89
RV005	Температура	Холодильная вода За теплообменником	0...100 С	по месту	Оправка датчика Длина рабочей части: 220 мм Длина рабочей части: 150 мм Термометр специальный прямой	П.НЗ.285.163 ОСТ 25.1281-87

Рис. 15. Рабочая спецификация

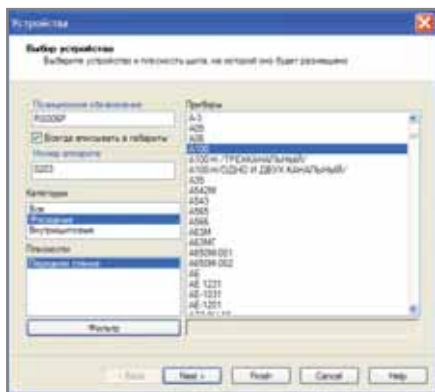


Рис. 16. Диалоговое окно размещения прибора

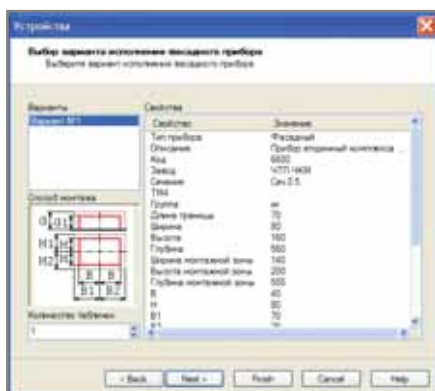


Рис. 17. Выбор варианта исполнения прибора

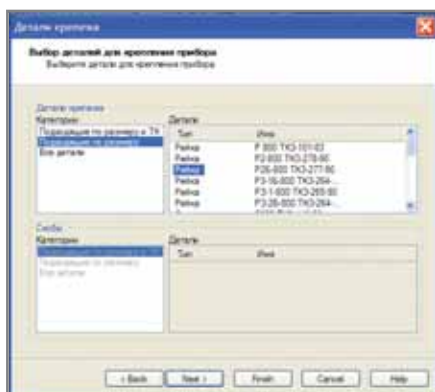


Рис. 18. Подбор деталей крепежа

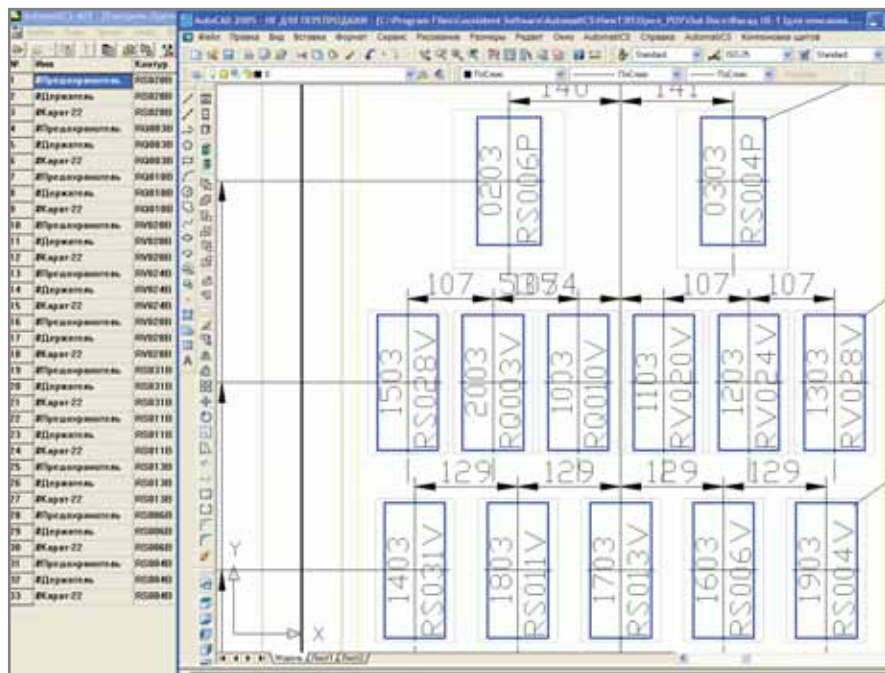


Рис. 19. Результат предварительной компоновки

№	Наименование	Количество	Примечание
1	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
2	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
3	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
4	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
5	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
6	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
7	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
8	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
9	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
10	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
11	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
12	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
13	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
14	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
15	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
16	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
17	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
18	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
19	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
20	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
21	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
22	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
23	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
24	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
25	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
26	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
27	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
28	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
29	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
30	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
31	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
32	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
33	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
34	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
35	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
36	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
37	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
38	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
39	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
40	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
41	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
42	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
43	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
44	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
45	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
46	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
47	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
48	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
49	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
50	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
51	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
52	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
53	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
54	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
55	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
56	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
57	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
58	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
59	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
60	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
61	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
62	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
63	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
64	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
65	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
66	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
67	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
68	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
69	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
70	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
71	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
72	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
73	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
74	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
75	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
76	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
77	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
78	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
79	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
80	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
81	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
82	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
83	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
84	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
85	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
86	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
87	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
88	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
89	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
90	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
91	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
92	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
93	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
94	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
95	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
96	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
97	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
98	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
99	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1
100	КБВ-3м-19x15 (3)	1	Стена, 1х1

Рис. 21. Таблица подключения к рядам зажимов сборки

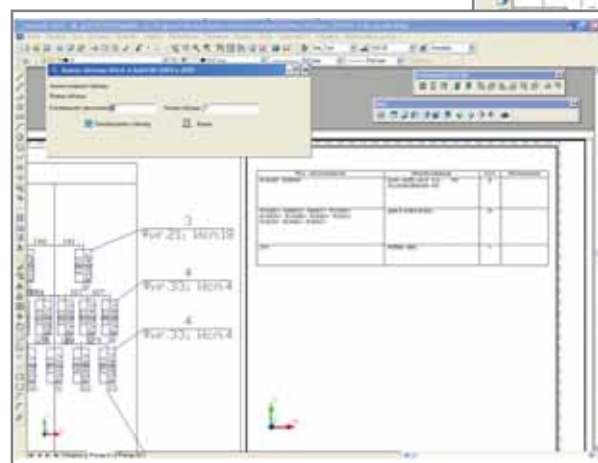


Рис. 20. Редактирование чертежа фасада

ность действий: создание в поле чертежа щита (выбор из базы или построение из плоскостей); открытие в AutomatiCS элементов щита ($UE-I$); последовательное размещение элементов с учетом монтажных зон из класса на плоскостях щита — с просмотром их свойств (рис. 16-17); подбор крепежных изделий (рис. 18) с последующим выравниванием и центрированием (рис. 19); проверка на предмет коллизий, простановка размеров, создание чертежей видов щита (рис. 20).

Графическая форма таблицы подключения

Формирование документа основано на последовательной вставке одного вида фрейма. Результат последовательной вставки показан на рис. 21.

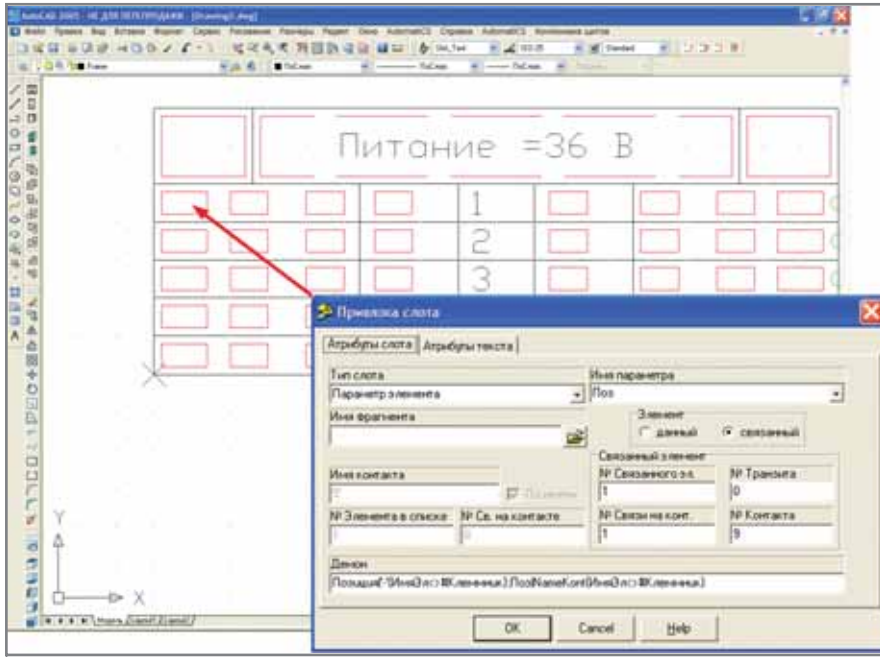


Рис. 22. Фрейм клеммника монтажной единицы

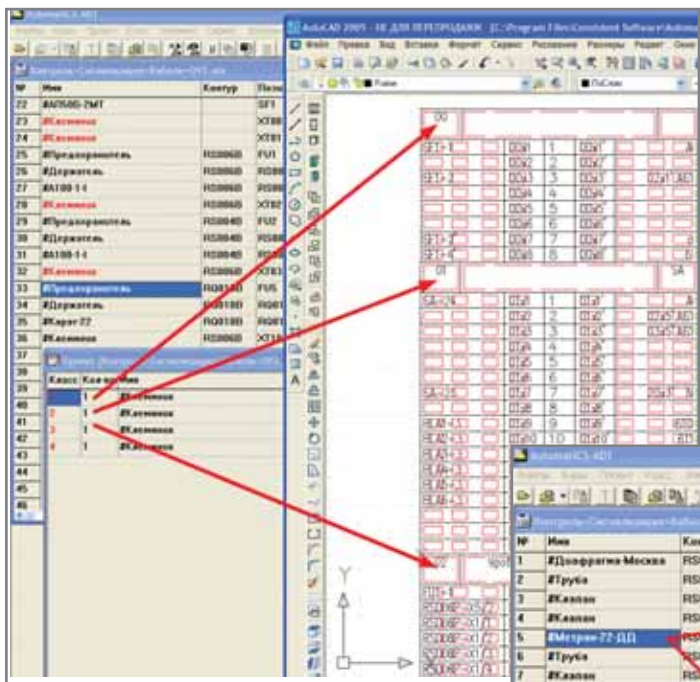


Рис. 23. Пакетное формирование ряда клеммников с помощью "шлюза"

Ряды зажимов

Ряды зажимов могут формироваться в виде последовательного отображения клеммников монтажных единиц. Для каждого клеммника в базе фреймов должен существовать фрейм, соответствующий количеству задействованных клемм. Все множество фреймов может быть автоматически сгенерировано программой AutoFrame. На рис. 22 представлен пример фрейма клеммника монтажной

ной единицы на пять клемм. Показаны также привязки (паспорта-инструкции) некоторых слотов: номер монтажной единицы, маркировка проводника, позиция элемента или другого клеммника, на который уходит связь. Рис. 23 иллюстрирует пример сформированных рядов зажимов для панели управления с клеммниками питания 220 В, 36 В.

Дополнительного повышения производительности можно добиться, используя так называемый "шлюз" при описании фреймов, которые изображаются в чертеже последовательно, примыкающими друг к другу. Шлюз можно создать соответствующей командой, указав точку его вставки, — он будет помечен синим крестиком (рис. 22). Результат показан на рис. 23.

Схемы кабельных и трубных внешних проводов

В системе институтов "Теплоэлектропроект" выполнение этого вида документов основано на отраслевом стандарте (типовом альбоме схем импульсных линий 1323-АС). Форма, разработанная для этих институтов, предусматривает возможность не изображать схему импульсных линий, заменяя ее ссылками на соответствующие рисунки альбома. Это позволяет свести гидравлическую часть схемы к табличной форме.

На рис. 24 показана вставка фрейма датчика (в нашем примере —

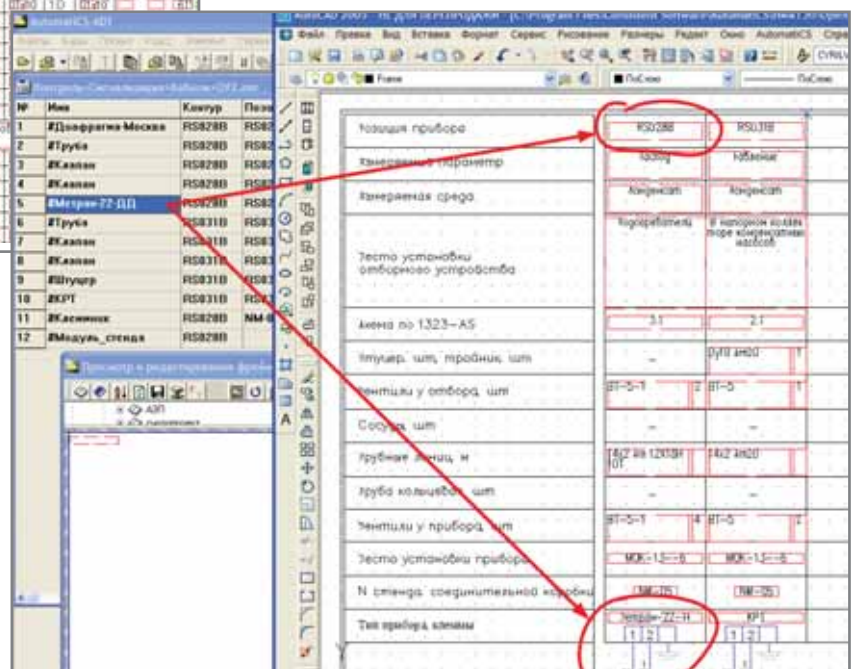


Рис. 24. Вставка фрейма датчика

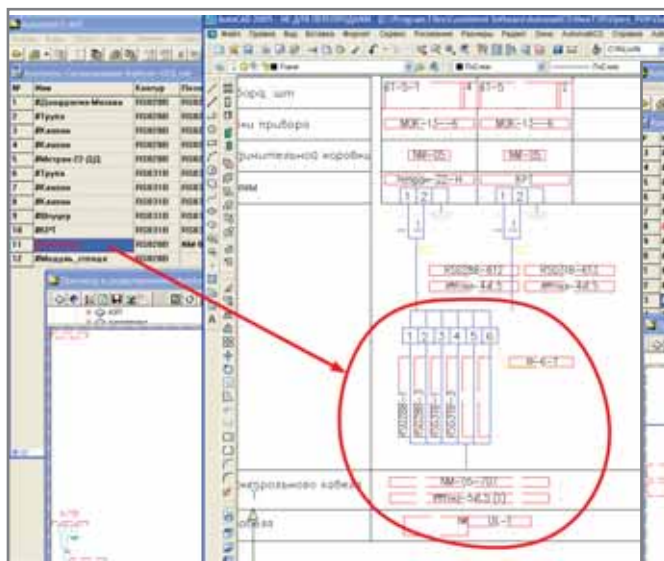


Рис. 25. Вставка фрейма клеммника стенда (соединительной коробки)

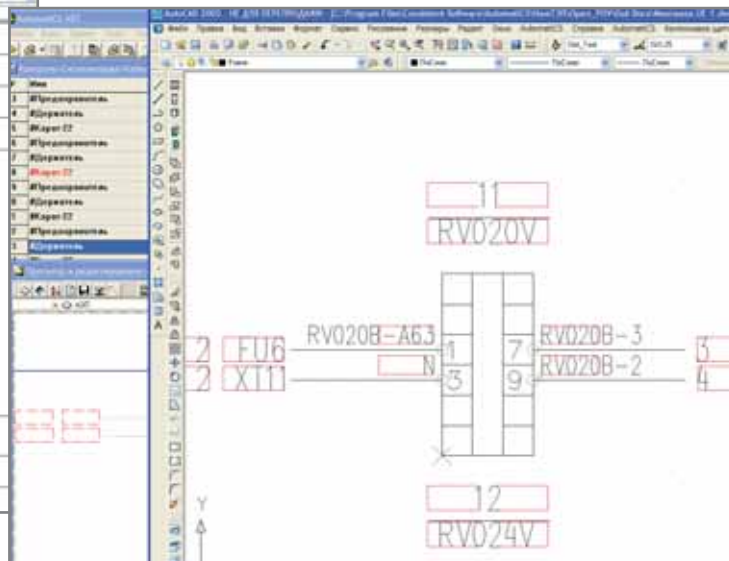


Рис. 26. Трассировка адресных ссылок

КРТ), который заполняет верхнюю часть (Контур) и нижнюю (имя стенда и схемы подсоединения). Далее аналогичным образом последовательно вставляются фреймы отборных устройств и датчиков стенда. Следующим шагом вставляется фрейм клеммника стенда (рис. 25).

Принципиальные схемы щитов (монтажки)

При изображении монтажек предпочтителен адресный способ изображения связей. Активация фрейма выполняется обычным образом, после чего в прямоугольном поле, охватывающем лишь данный элемент, производится автоматическая трассировка связей. При этом система автоматически строит адресные ссылки (рис. 26).

Перечень сигналов в ИВК

В нашем примере перечень сигналов в ИВК формировался как перечень сигналов, подключенных к клеммнику шкафа ИВК (кроссового шкафа). Результат представлен на рис. 27.

Кабельный журнал

Кабельный журнал содержит данные о виде кабеля, местах его подсоединения к оборудованию (приборам, клеммникам). Среди всей проектной документации на систему управления этот документ является одним из самых больших по объему, а его разработка требует продолжительного времени. На основе имеющегося шаблона следует сформировать табличный документ для каждого класса: кабельный жур-

нал с подобным указанием расположения кабелей обеспечивает удобство восприятия информации. Фрагмент кабельного журнала приведен на рис. 28.

Евгений Целищев,
начальник Управления САПР
Ивановского государственного
энергетического университета
(ИГЭУ),
д.т.н., с.н.с.
E-mail: adt2004@mail.ru
Максим Савинов
CSoft Engineering
E-mail: savinovm@csoft.ru
Алексей Непомнящих
CSoft
Тел.: (495) 913-2222
E-mail: nepomnas@csoft.ru

№ п/п	Поз. Обознач.	Наименование параметра	Адрес			Тип сигнала
			Клемма	Монт. Ед.	Клемма	
1.	RS028B	Расход Конденсат Подогреватели	XT02	01	1'	4...20 mA
2.	RS028B	Расход Конденсат Подогреватели	XT02	01	12	4...20 mA
3.	RV003B	Температура Химическая вода Перед теплообменником	XT02	01	3'	TC
4.	RV003B	Температура Химическая вода Перед теплообменником	XT02	01	4'	TC
5.	RV003B	Температура Химическая вода Перед теплообменником	XT02	01	5'	TC
6.	RV003B	Температура Химическая вода	XT02	01	6'	TC

Рис. 27. Перечень сигналов ИВК

Наименование сигнала	Ссылка на кабель	Наименование и код электротех. упр.	Код кабеля	Кабель трассировка				Характеристики кабеля		
				Where from (откуда идет)	Where to (куда поступает)	Code of route (код маршрута)	Code of route (код маршрута)	Type of cable and voltage kV (тип кабеля и напряжение кВ)	Number of cores and size (число жил и размер)	Number of cores and size (число жил и размер)
RV003B	RV003B-002	Температура Химическая вода Перед теплообменником	RV003B-002	по месту	Степ	TC	TC	4x1.5	4x1.5	1
RV003B	RV003B-001	Температура Химическая вода Перед теплообменником	RV003B-001	по месту	Степ	TC	TC	4x1.5	4x1.5	1
RV003B	RV003B-002	Температура Химическая вода Перед теплообменником	RV003B-002	по месту	Степ	TC	TC	4x1.5	4x1.5	1
RV003B	RV003B-003	Температура Химическая вода Перед теплообменником	RV003B-003	по месту	Степ	TC	TC	4x1.5	4x1.5	1
RV003B	RV003B-004	Температура Химическая вода	RV003B-004	по месту	Степ	TC	TC	4x1.5	4x1.5	1

Рис. 28. Кабельный журнал