

Обработка данных и программное обеспечение

- Примеры архитектуры (схемные решения, компоненты и программное обеспечение)
- Генератор приложений в кооперативной среде разработки

10.1	Определения	252
10.2	Введение	252
10.3	Программирование, конфигурирование и языки	253
10.4	Категории приложений	254
10.5	UAG: генератор приложений	268
10.6	Основные использованные сокращения	272

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

C



10. Обработка данных и программное обеспечение

10.1 Определения

10.2 Введение

Раздел посвящён управлению технологическими процессами, как это было представлено в первом разделе. Он включает в себя описание промышленного программного обеспечения и его взаимодействия с технологическими процессами в системе автоматизации. В отличие от других разделов мы опускаем подробности о системах, языках программирования и т.п. По этим вопросам существует много публикаций, к которым читатель может обратиться.

10.1 Определения

Программируемый логический контроллер (ПЛК) - термин, используемый для обозначения программируемого электронного устройства, которое управляет промышленными системами путем последовательной обработки информации.

Это устройство посылает на исполнительные устройства управляющие воздействия, основанные на обработке сигналов от входных датчиков в соответствии с загруженной в ПЛК программой.

ПЛК - устройство, подобное компьютеру, и используется, например, для управления машинами на сборочной линии. Одного ПЛК достаточно, чтобы сделать то, что системы автоматизации предыдущих поколений выполняли с помощью сотен или тысяч реле и кулачковых механизмов. Специалистов, которые программируют ПЛК, называют инженерами систем промышленной автоматизации или программистами АСУТП.

10.2 Введение

Выпуск ПЛК был начат в 70-х годах прошлого века. Они первоначально были разработаны для работы с последовательной логикой, требуемой для управления машинами и технологическими процессами. Первоначально их стоимость ограничила их применение большими системами.

Дальнейшие технологические усовершенствования радикально изменили решаемые задачи:

- языки программирования были унифицированы и стандартизированы; их определяет стандарт Международной электротехнической комиссии МЭК 61131-3;
- системный подход стал основополагающим, а функциональные блоки стали использоваться вместо временных диаграмм;
- цифровые системы стали широко использоваться для обработки как цифровых данных, так и аналоговых данных с предшествующим аналого-цифровым преобразованием;
- существенное уменьшение стоимости электронных компонентов позволило использовать ПЛК вместо реле даже в простых системах;
- коммуникационные шины и сети, используемые для обмена данными, оказались конкурентоспособными по отношению к обычному проводному монтажу;
- технология работы с программным обеспечением, используемая в офисах и бизнесе, стала широко применяться в промышленных системах автоматизации;
- человеко-машинный интерфейс стал более гибким благодаря программированию.

10.3 Программирование, конфигурирование и языки

Программа автоматизации состоит из ряда инструкций, которые выполняются процессором ПЛК в порядке, заданном автором программы - инженером систем промышленной автоматизации. Слово "программа" часто используется как синоним термина "программное обеспечение" или «приложение». Хотя программное обеспечение действительно в значительной части состоит из программ, оно также содержит данные, не являющиеся программой: здесь появляется понятие конфигурации. Конфигурация дополняет программу, описывая необходимые для выполнения программы аппаратные ресурсы и задавая режимы их функционирования. Составление конфигурации (конфигурирование) не является программированием.

В качестве примера рассмотрим систему управления на водопроводной станции, которая независимо от сложности начинается с простой программы поддержания уровня воды в резервуаре между двумя заданными отметками путём открытия и закрытия управляемого электрического клапана. Более сложная система может включать контроллер входящего потока и контроллер выходящего потока для того, чтобы поддерживать требуемый уровень воды. Ещё один вариант промышленного приложения - это система водоотведения, которая будет управлять несколькими резервуарами. В каждом из них необходимо поддерживать:

- уровень воды между минимальным и максимальным значениями;
- значение кислотности (pH) в пределах заданного диапазона;
- определенную производительность, и т.д.

В приведенных примерах в программах реализуются алгоритмы управления разной сложности, но также имеется разнообразное управляющее оборудование, использующее разные режимы работы. Эта информация образует конфигурацию приложения.

■ Стандартные языки программирования

Международная электротехническая комиссия (МЭК или IEC) разработала стандарт МЭК 61131 для программируемых логических контроллеров. Часть 3 этого стандарта (МЭК 61131-3) определяет языки программирования:

- **IL** (Instruction List) - Список инструкций подобен языку ассемблера, определяющего для процессора путь использования арифметического и логического устройства, его регистров и сумматоров;
- **ST** (Structured Text) - Структурированный текст похож на языки C или Pascal, используемые при работе на обычных компьютерах;
- **LD** (Ladder Diagram) - Язык лестничных диаграмм ⁽¹⁾ напоминает электрические схемы и позволяет удобно преобразовывать прежние электромеханические схемы в программы контроллеров. Этот способ программирования обеспечивает визуальный подход к решению задач;
- **FBD** (Function Block Diagram) – Диаграммы функциональных блоков представляют собой набор схмотехнических блоков (сумматоров, триггеров, логических элементов и т.д.), которые могут быть соединены между собой для выполнения любого типа функций - от самых простых до самых сложных;
- **GRAFCET** (GRAphe Fonctionnel de Commande Etapes/Transitions) – Язык Графсет является способом представления и анализа систем управления, который хорошо приспособлен к большим последовательным системам, потому что использует разложение на шаги. Язык GRAFCET стал международным стандартом в 1988 (МЭК 848) под названием Sequential Function Chart (SFC) - язык Последовательных функциональных диаграмм. Каждое действие в этом языке может быть связано с программой, написанной на языках IL, ST, LD или FBD.

(1) В отечественной литературе этому языку соответствовали правила составления релейно-контактных (или релейно-контакторных) схем (PKC) (примечание редактора перевода).

10.4 Категории приложений

Технологический прогресс, удовлетворяющий требования пользователей, привел к появлению разнообразных типов ПЛК, которые характеризуются:

- в части аппаратного обеспечения - вычислительной мощностью, объемом памяти, числом и характеристиками входов/выходов, скоростью выполнения команд, наличием специальных модулей (управление по осям, связи и т.п.);
- в части программного обеспечения - наряду со стандартным набором средств программирования наличием более сложных функций и возможностей для коммуникаций и взаимодействия с другим программным обеспечением разного уровня.

В рамках Метода комплексных решений эти возможности рассматриваются ниже через призму типовых приложений для того, чтобы помочь выбору читателя. Далее мы советуем обращаться к технической документации по каждому продукту.

В первой главе мы рассмотрели архитектуры систем автоматизации и их предпочтительные реализации. С точки зрения назначения и характера использования описываемые решения могут быть разделены на четыре категории.

A - Решения для электрика

Приложения просты, автономны и неизменны. Выбор компонентов основан на том, что они должны являться удобными, недорогими и нетребовательными в обслуживании.

B - Решения для инженера-механика

Приложения, которые предъявляют требования относительно механических характеристик (точность, скорость, управление перемещением, диапазон изменения, и т.д.). Их архитектура и способы обработки в значительной степени определяют производительность решения.

C - Решения для инженера систем промышленной автоматизации

Эти автоматизированные системы являются сложными системами по причине большого объема и разнообразия информации о технологическом процессе, такой как настройка, соединения между ПЛК, количество входов/выходов и т.д.

D - Решения для инженера по организации производства

Автоматизированные производственные системы должны быть интегрированы в архитектуру системы управления предприятием. Они должны быть объединены друг с другом и обмениваться данными с программным обеспечением верхнего уровня – уровня «бизнес-системы».

На *Рис. 1*, эти категории позиционированы относительно реализаций, описанных в разделе 1.

Архитектура	Простая	Оптимизированная	Производительная	Высокопроизводител.
Предопределённая	Компактная простая	Компактная оптимизирован.	Компактная производител.	Компактная высокопроизвод.
Компактная	A Электротехнические		B Автоматизированные / механические системы	
		Компактная развивающаяся оптимизированная	Компактная развивающаяся производительная	
Развивающаяся		C Автоматизированные инженерные системы		
Распределённая	Распределённая шина Asi		D Автоматизированные / производственные системы	

↑ Рис. 1

Категории приложений и профили пользователя

■ Решения для электрика

Простейшие решения используют электромеханические реле для того, чтобы обеспечить работу в автоматическом режиме. Последние поколения малых ПЛК имеют небольшое количество входов/выходов, они просты в программировании и эксплуатации и их новые возможности легко освоить без долгого изучения, они конкуренты по цене.

Типичными применениями являются следующие области:

- промышленность: простые машины и реализация дополнительных функций в децентрализованных системах;
- здания и помещения: управление освещением, контроль доступа, отопление, вентиляция, кондиционирование.

□ Приложение для ПЛК Zelio

Эта конфигурация подходит для следующих приложений, *Рис. 2*.

Приложение	Описание	Пример
Мобильная насосная станция	Применение для наполнения и опорожнения емкостей. Использование частотно-регулируемого привода помогает учитывать вязкость жидкости.	
Автоматические ворота	Открытие и закрытие въездных ворот предприятия.	
Электрические окна	Управление вентиляцией в теплице.	

↑ *Рис. 2* Примеры использования ПЛК Zelio

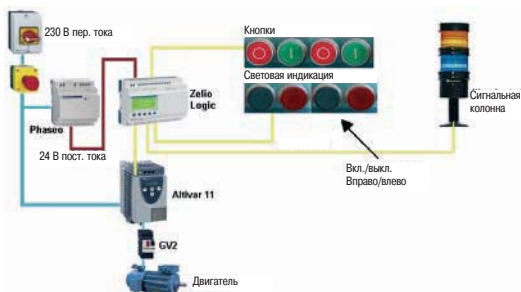
На диаграмме (⇒ *Рис. 3*) преобразователь частоты управляет двигателем. При дискретном управлении для этого требуется лишь контактор, связанный с термореле.

Это приложение включает в себя:

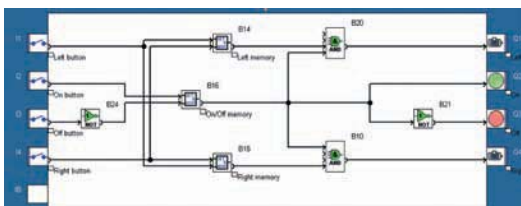
- ПЛК Zelio;
- источник постоянного тока Phaseo на 24 В;
- преобразователь частоты Altivar 11
- автоматический выключатель GV2;
- светосигнальную колонну XVB;
- выключатель Vario VCF.

Параметры преобразователя частоты (время, скорость, другие параметры управления) могут быть установлены непосредственно на устройстве Altivar 11 или с помощью программного пакета PowerSuite, запускаемого на компьютере и взаимодействующего с устройством Altivar 11.

ПЛК Zelio можно программировать или непосредственно с помощью кнопок и мини-дисплея контроллера, или с помощью программного пакета Zeliosoft, установленного на компьютере. Последняя возможность иллюстрируется блок-схемой на *Рис. 4*, где представлена программа в виде диаграммы функциональных блоков FBD.



↑ *Рис. 3* Приложение для ПЛК Zelio



↑ *Рис. 4* Пример программы на языке FBD

□ Приложение для ПЛК Twido

Этот тип контроллера используется для построения простых приложений, наблюдение за которыми и управление которыми возможны через модем, подсоединённый к телефонной сети (PSTN). На *Рис. 5* показаны несколько примеров:

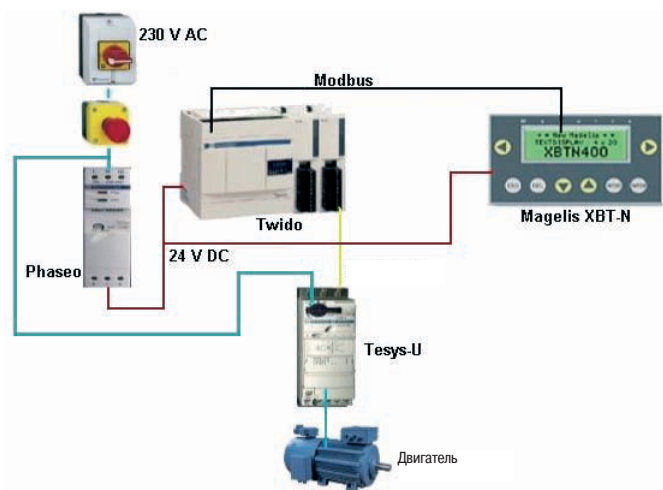
Приложение	Описание	Пример
Вентиляция	Управление системой вентиляции в производственном помещении. Измеряемая температура используется для управления запуском и остановом системы	
Отопление	Управление системой отопления в здании	
Дистанционное управление фонтанами	Наблюдение за состоянием фонтана со стороны обслуживающей компании. Системой можно управлять дистанционно через модем	
Управление системой фильтров очистки на станции водоснабжения	Приложение управляет очисткой фильтров путем чередования подачи воздуха и воды. Системой также можно управлять дистанционно через модем	

↑ *Рис. 5* Примеры с ПЛК Twido

□ Типовая схема

Система реализована на основе ПЛК Twido (⇒ *Рис. 6*). В качестве панели индикации и управления используется устройство Magelis. Безопасность обеспечивается использованием кнопки экстренного останова.

В системе используются проводные соединения, и ПЛК управляет пускателем и формирует сигналы тревоги, отображаемые на диалоговой панели Magelis.



↑ *Рис. 6* Приложение, основанное на ПЛК Twido

Используются следующие компоненты.

Аппаратное обеспечение:

- модульный ПЛК Twido;
- источник питания Phaseo;
- интеллектуальный пускатель Tesys U;
- диалоговая панель Magelis XBT-N;
- стандартный трехфазный двигатель.

Программное обеспечение:

- инструментальная система программирования Twidosoft;
- инструментальная система конфигурирования диалоговых панелей VijeoDesigner Lite.

На *Рис. 7* изображено окно пакета Twidosoft с примером программы на языке лестничной логики LD, которая может быть автоматически преобразована в программу на языке списка инструкций IL. Языки программирования включают широкий набор инструкций, а встроенный браузер позволяет осуществлять непосредственный доступ ко всем элементам программы.

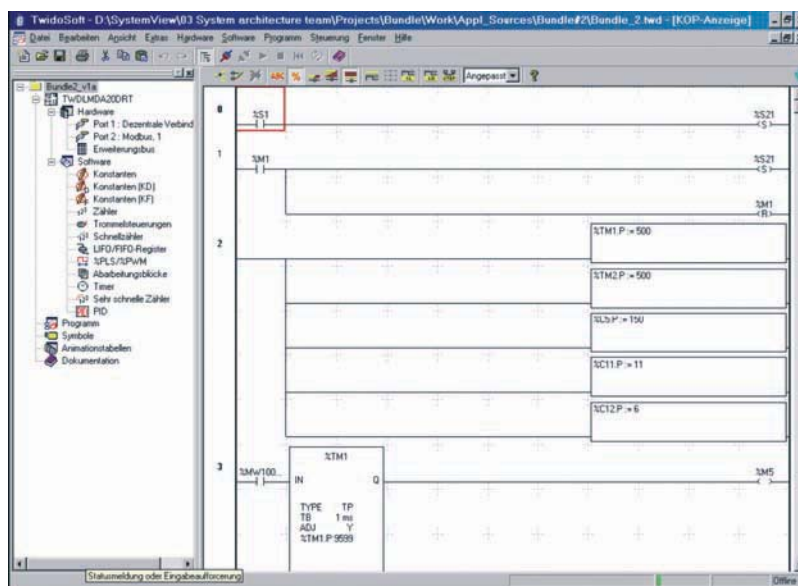


Рис. 7 Экран с программой на языке лестничной логики Ladder Diagram

■ Решения для инженера-механика

Для ряда приложений требуется обеспечить такие характеристики, которые трудно достичь без тесной связи процессов сбора и обработки данных с управлением исполнительными устройствами — электродвигателями. По этой причине операции обмена данными могут быть организованы непосредственно в приводе — либо как чтение/запись аналоговых входов/выходов, либо на основе быстрой полевой шины общего назначения (шины CANopen или подобной), либо на основе специализированной шины (Sercos и т.п.). Такой тип архитектуры основывается на использовании преобразователей частоты для асинхронных двигателей или сервопреобразователей для синхронных двигателей в составе замкнутых систем регулирования.

Для обработки аналоговых и дискретных переменных необходимо, чтобы в состав преобразователя частоты входили:

- карты входов / выходов;
- сетевые карты;
- карты контроллера.

Похожие решения могут быть использованы как в области промышленности, так и в области инфраструктуры.

Приведем пример подобного решения: рассмотрим систему на основе частотно-регулируемого привода со встроенным программируемым логическим контроллером.

10. Обработка данных и программное обеспечение

10.4 Категории приложений



↑ Рис. 8 Altivar 71 с картой встроенного контроллера

□ Обработка данных в частотно-регулируемом приводе

Для превращения автономно работающего преобразователя частоты Altivar в элемент системы автоматизации может быть использована дополнительная программируемая карта (⇒ Рис. 8). Эта карта, называемая «Controller inside» - «Встроенный контроллер», обладает всеми функциями, присущими ПЛК:



- реализованными на основе системы CoDeSys средствами программирования, включающими текстовые и графические языки, соответствующие стандарту МЭК 61131-3;
- обработкой данных, обеспечивающей оперативное управление двигателем;
- функцией ведущего устройства на шине CANopen для обеспечения возможности управления подчиненными устройствами частотно-регулируемого привода (Altivar 31, Altivar 61, Altivar 71) и обмена всеми необходимыми данными;
- карта имеет свои собственные входы / выходы и доступ ко входам / выходам устройства Altivar;
- возможностью использования графического терминала для отображения информации и конфигурирования;
- возможностью управления через Ethernet, Modbus и другие коммуникационные сети.

Система CoDeSys является инструментальной системой программирования под управлением Windows. Система поддерживает пять языков программирования в соответствии со стандартом МЭК 61131-3. Система CoDeSys генерирует код, воспринимаемый большинством современных процессоров, и может быть использована для различных видов контроллеров.

Система объединяет мощность современных языков программирования, аналогичных C и Pascal, и функции систем программирования ПЛК. Средства разработки включают руководство по программированию и справочную систему на различных языках. Эту систему используют многие изготовители оборудования. Компания Schneider Electric выбрала ее для устройств управления преобразователями частоты Altivar и сервопреобразователями Lexium.

□ Приложения

Эта конфигурация подходит для следующих приложений (⇒ Рис 9).

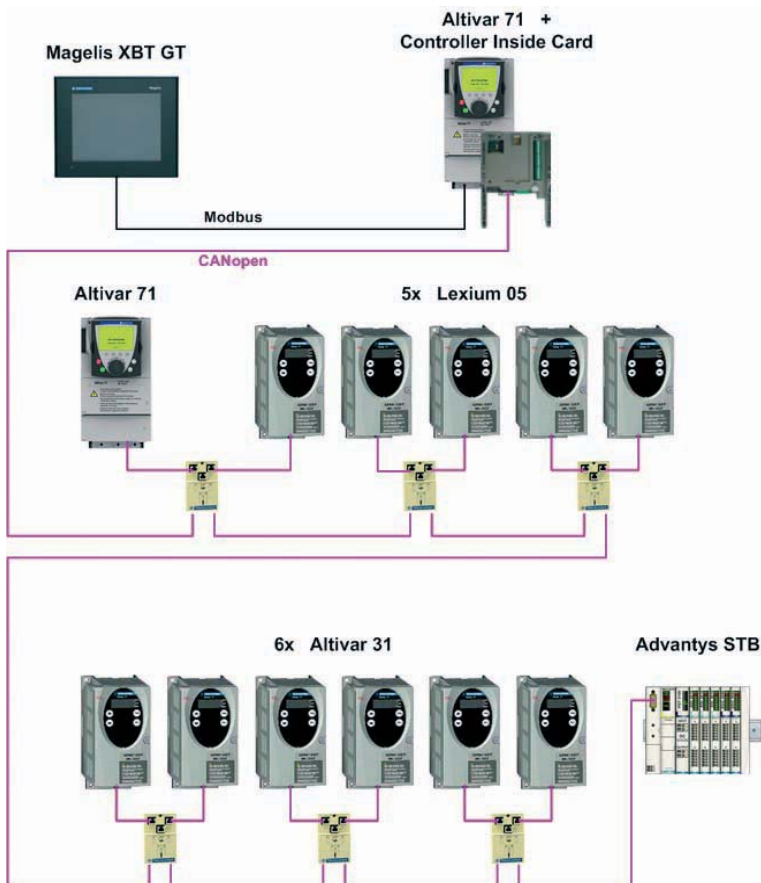
Приложение	Описание	Пример
Инфраструктура	Насосная станция для снабжения свежей водой	
Специализированные машины	Ряд приложений: - вентиляторы - упаковочное оборудование - деревообрабатывающие машины	
Конвейеры	Используются в комбинации с основным и погрузочно-разгрузочным оборудованием	

↑ Рис. 9 Приложения для ПЛК, встроенного в преобразователь частоты

□ Типовая схема

Для упрощения иллюстрации на *Рис. 10* не показаны источник и схемы питания.

В систему входят:



↑ *Рис. 10* Приложение с Altivar 71 и встроенным контроллером

• Аппаратное обеспечение

- карта встроенного контроллера, установленная в Altivar 71, который является ведущим на шине CANopen;
- преобразователи частоты ATV31 и ATV71 со встроенным интерфейсом CANopen;
- сервопреобразователь Lexium 05 со встроенным интерфейсом CANopen. Средства человеко-машинного интерфейса представлены графическим терминалом Magelis XBT-GT, связанным с контроллером по шине Modbus;
- система удаленного ввода / вывода на базе устройства связи с объектом Advantys STB.

• Программное обеспечение

- PS-1131 (CoDeSys);
- PowerSuite для устройств ATV31, ATV71 и Lexium05;
- VjeoDesigner для Magelis;
- Advantys Configuration Tool.

■ Решения для инженера систем промышленной автоматизации

Современные системы автоматизации используют большое количество входов и выходов различного типа, которые должны обеспечивать контроллер информацией, необходимой для управления технологическими объектами и технического обслуживания.

Сложность систем влечёт длительные и дорогостоящие разработку и реализацию. Изготовители оборудования предлагают два подхода с целью сокращения затрат:

- модульные предложения в области аппаратного и программного обеспечения для сокращения конечной стоимости всех приложений;
- программные инструменты для повышения производительности, управления изменениями проекта и облегчения технического обслуживания и модернизации.

10. Обработка данных и программное обеспечение

10.4 Категории приложений

Этот тип решений используется в промышленных цехах, где объединены несколько машин, а также в инфраструктуре. Несколько примеров приведены в таблице на *Рис. 11*.

Приложение	Описание	Пример
Оборудование обрабатывающее	Используются в системах с несколькими конвейерами	
Упаковочные машины, машины текстильной отрасли, специальные машины	Используются в разделочных и фальцовочных машинах, объединённых в производственную линию	
Насосы и вентиляторы	Используются для учёта расхода воды и в системах охлаждения, управляемых на основе внешних измерений, таких как скорость потока воды на выходе	

↑ *Рис. 11* Приложения для производственных процессов

□ Приложения

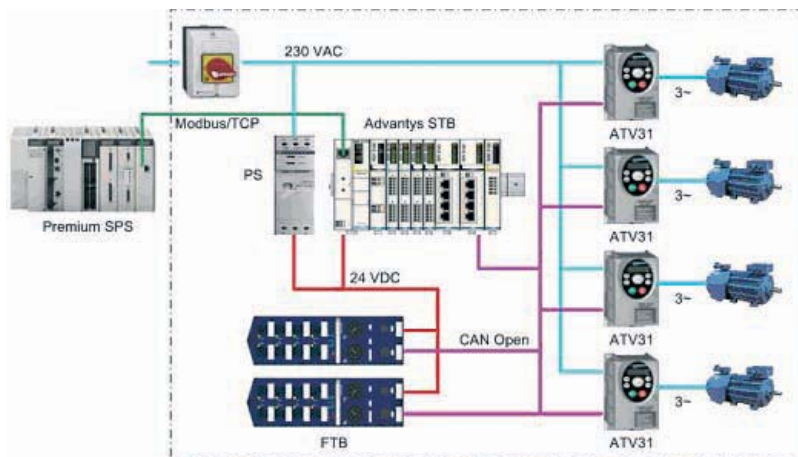
Мы не будем описывать приложение от начала до конца, но для демонстрации его принципа работы приведём описание наиболее важных составных частей.

Для управления локальными машинами и механизмами используется контроллер Premium (⇒ *Рис. 12*). В этом приложении используются модули удаленного ввода / вывода Advantys STB, четыре преобразователя частоты и внешние модули ввода / вывода. Эти элементы структуры включены в сеть CANopen. Реализация легко наращивается путём добавления преобразователей частоты и модулей ввода/вывода. Контроллер соединён с устройством удаленного ввода/вывода с помощью сети Modbus/TCP. Контроллер и двигатели питаются от сети переменного тока 230 В. Кроме этого используются источники постоянного тока 24 В.

□ Типовая схема (⇒ *Рис. 12*)

В список компонент системы входят:

- контроллер TSX Premium;
- источник питания 24 В Phaseo;
- преобразователь частоты ATV31;
- устройство удаленного ввода/вывода Advantys STB;
- модули ввода/вывода Advantys FTB со степенью защиты IP67;
- трехфазные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором.



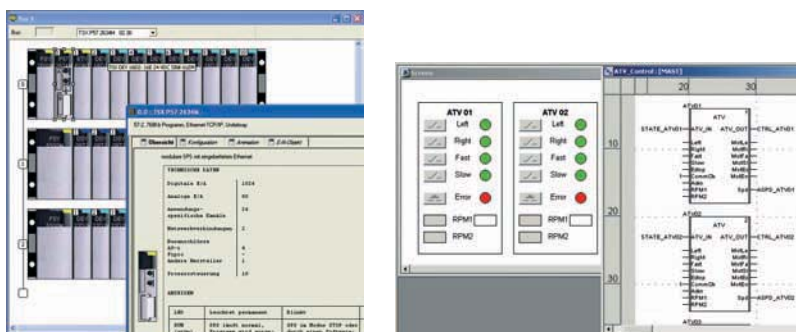
↑ *Рис. 12* Приложение, основанное на ПЛК Premium

Программное обеспечение:

- инструментальная система программирования Unity Pro для работы с ПЛК Premium;
- программа конфигурирования устройств удаленного ввода/вывода Advantus;
- программный пакет PowerSuite для конфигурирования устройства Altivar 31.

□ Среда разработки приложений UNITY PRO

Unity Pro является программным обеспечением, обеспечивающим отладку и функционирование ПЛК семейства Modicon - Premium, Atrium, Quantum и M340. Основанная на опыте создания и использования предшествующих инструментальных систем PL7 и Concept, среда Unity Pro позволяет использовать многочисленные возможности для повышения производительности и обеспечения кооперативной работы при создании и эксплуатации сложных систем автоматизации технологических процессов (⇒ Рис. 13).



↑ Рис. 13 Экраны Unity Pro

• Основные свойства Unity Pro:

- графический интерфейс Windows 2000/XP;
- возможность настройки системы пользовательских иконок и панелей инструментов;
- пользовательские профили;
- графическое представление аппаратных конфигураций;
- встроенные конвертеры для PL7 и Concept;
- генерация переменных синхронизации (глобальных данных) для обменов по Ethernet;
- пять языков программирования в соответствии со стандартом МЭК 61131-3 с графическими редакторами;
- интеграция программных редакторов для библиотечных и пользовательских функциональных блоков и данных;
- перемещение объектов из библиотек с помощью указателя мыши (операция drag & drop)
- экспорт / импорт на основе XML и автоматическое переназначение данных;
- возможность автоматизации повторно выполняемых действий с помощью макросов VBA;
- система горячего резервирования Hot Standby, не требующая дополнительного программирования;
- встроенная система моделирования контроллеров («симулятор» аппаратных средств).

Система Unity Pro имеет обширный набор функций и инструментов для согласования структуры приложения со структурой технологического процесса. Приложение может быть разделено на функциональные модули, которые образуют иерархическую структуру и содержат:

- программные секции;
- анимационные таблицы;
- диалоговые экраны;
- гиперссылки.

Система содержит порядка 800 стандартных функций и функциональных блоков и может быть расширена с помощью пользовательских элементов (переменных, типов данных, функциональных блоков).

Разработчик приложения может создавать пользовательские производные функциональные блоки (DFB) по правилам языков стандарта МЭК 61131-3, инкапсулируя повторяющиеся действия и данные.

Система поддерживает пользовательские библиотеки локально и на сервере. Их можно использовать для создания типовых приложений и проектных решений.

Система Unity Pro дополнительно включает в себя:

- символьные (нелокализованные) переменные, размещаемые в памяти ЦПУ самой системой;
- определённые пользователем структурированные типы данных (DDT);
- библиотеку предварительно анимированных графических объектов для диалоговых экранов;
- защиту приложения или его частей по записи / чтению, предотвращающую несанкционированную модификацию;
- возможность разработки и отладки функциональных блоков на языке C++ с использованием программного пакета EFB Toolkit;

Объекты приложения и их свойства, будучи установленными в библиотеки на локальном компьютере или удалённом сервере, совместно используются во всех проектах, и любые изменения, выполненные в объекте в библиотеке, имеют место для каждого приложения, которое его использует:

- функциональные модули могут быть использованы в самом приложении и в других проектах путём XML-экспорта/импорта;
- функциональные блоки могут быть включены в программу из библиотеки с помощью указателя мыши;
- все реализации функционального блока автоматически наследуют изменения библиотеки (если это выбрано пользователем);
- графические объекты для диалоговых экранов выбираются и конфигурируются с помощью указателя мыши.

В Unity Pro интегрирован симулятор ПЛК, который может быть использован для тщательной отладки приложения перед его отладкой в контроллере в реальных условиях. Он точно воспроизводит поведение отлаживаемой программы в контроллере. В симуляторе могут быть использованы все инструменты отладки, доступные также после загрузки приложения в ПЛК:

- пошаговое выполнение программы;
- останов в заданной точке;
- динамическая анимация для наблюдения за состоянием переменных и логикой выполнения программы.

Диалоговые экраны облегчают отладку благодаря представлению состояния переменных в виде графических объектов: индикаторов, графиков, столбиковых диаграмм и т.д.

Все специализированные модули контроллера имеют специальные экраны для их конфигурирования, отладки и настройки: графика экранов и действия, которые можно выполнять, учитывают тип модуля (дискретный, аналоговый, модуль счетчика, коммуникационный и т.д.)

Действия оператора регистрируются и архивируются в стандартных файлах Windows.

Гипертекстовые ссылки в приложении можно использовать для указания на документы и другие приложения Windows, которые требуются для работы и технического обслуживания.

• **Диагностические инструменты**

Система Unity Pro обеспечивает пользователя набором диагностических блоков DFB. Они интегрируются в программу и, в зависимости от их функции, используются для наблюдения за условиями безопасности работы и ходом технологического процесса.

Специальное окно просмотра явно и с привязкой ко времени отображает информацию о неисправностях системы или приложения. Щелчок мышью по диагностическому сообщению открывает ту часть программы, которая могла привести к неисправности. Это позволяет выполнить поиск условий ее появления.

Система Unity Pro позволяет вносить изменения в приложение в подключенном режиме – режиме online – без остановки контроллера. Эти изменения передаются в ПЛК и включаются в приложение в одном цикле его работы.

Гипертекстовые ссылки, интегрированные в приложение, обеспечивают удалённый или локальный доступ к рабочим ресурсам (к документации, дополнительным инструментам и т.д.), что в результате сокращает простои.

Имеется широкий диапазон возможностей по обеспечению безопасности и защиты от несанкционированных действий:

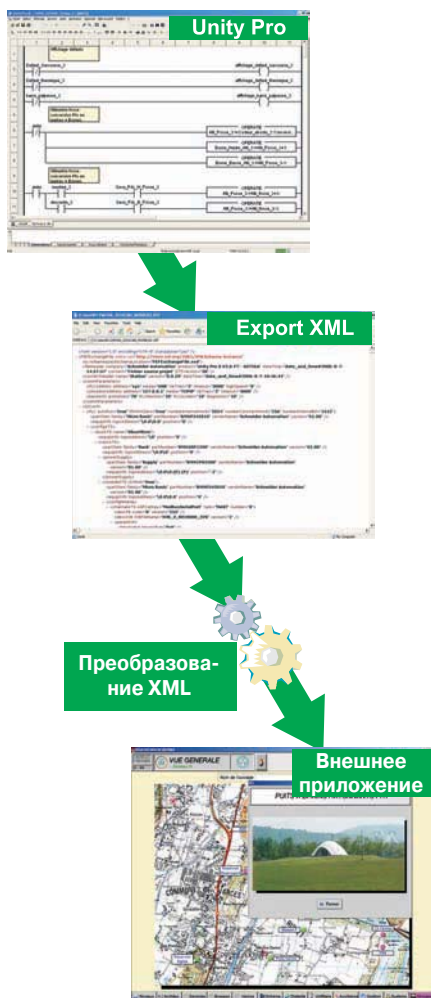
- пользовательский профиль с выбором разрешенных действий и паролем,
- зарегистрированные системой Unity Pro действия оператора в защищённом файле.

10. Обработка данных и программное обеспечение

10.4 Категории приложений



↑ Рис. 14 Примеры различных представлений приложения Unity Pro



↑ Рис. 15 Этапы обмена данными для программного обеспечения

Диалоговые экраны и функциональное представление приложения позволяют выполнить быстрый и удобный переход к нужным частям приложения (⇒ Рис. 14).

Клиент-серверная архитектура Unity Pro обеспечивает доступ к программным ресурсам через программирование интерфейса на VBA, VB или C++. Можно привести два примера задач, которые можно реализовать с использованием этих возможностей:

- автоматизация повторяющихся задач (ввод, конфигурация, трансляция и т.д.);
- интеграция специальных приложений (генераторы кодов и т.д.).

• **Формат обмена для программного обеспечения**

Формат XML, как универсальный стандарт обмена данными через Интернет, принятый консорциумом W3C, используется как формат обмена для приложений Unity Pro и их частей, таких как переменные, программы, описания входов / выходов, конфигурации и т.д. (⇒ Рис. 15).

Импорт / экспорт производится для всего приложения или его части для использования в другом программном обеспечении (САПР/CAD и т.п.).

Специальная программная система Unity Developer's Edition (UDE - Редактор разработчика) и его программный интерфейс на C++, Visual Basic и VBA могут быть использованы для создания специальных программных решений, таких как интерфейсы с электротехнической САПР/CAD, генераторы переменных, программы ПЛК или повторяющиеся проекты задач автоматизации. Многие производители программного обеспечения используют UDE для упрощения обмена данными с Unity Pro. Ниже приведено несколько примеров (⇒ Рис. 16).

Область применения	Компания	Программный продукт
Электротехническая САПР	ECT	Promise
Электротехническая САПР	EPLAN	EPLAN
Электротехническая САПР	IGE-XAO	SEE Electrical Expert
Электротехническая САПР	AutoDesk	AutoCAD Electrical
Электротехническая САПР	SDProget	SPAC Automazione
Моделирование технологических процессов	Mynah	Mimic
Управление изменениями	MDT Software	AutoSave
Генератор приложений	TNI	Control Build
SCADA / Отчеты	Iconics	GENESIS BizViz Suite
SCADA	EuropSupervision	Panorama
SCADA	Arc Informatique	PCVue32
Графический пользовательский интерфейс	ErgoTech	ErgoVU
SCADA	Areal	Topkapi
SCADA	Afcon	P-CIM
MES	Tecnomatix/UGS	XFactory
Архиватор/ RfPM	OSISoft	PI
Web-сервисы	Anyware	PLC Animator

↑ Рис. 16 Компании, предлагающие программное обеспечение с использованием UDE

• Совместимость с существующими приложениями

Приложения, созданные в инструментальных системах программирования PL7 или Concept на языках по стандарту МЭК 61131, могут импортироваться в Unity Pro с помощью интегрированных конверторов. Эта опция присутствует всегда как стандартная возможность.

Для центральных процессоров и всех интеллектуальных модулей в ПЛК Premium и Quantum предусмотрено обновление их внутренних операционных систем для работы с Unity Pro.

Используемые модули дискретного и аналогового ввода-вывода, а также специализированные модули и модули полевых шин являются совместимыми с Unity Pro.

■ Решения для инженера по организации производства

Здесь мы рассмотрим сложные архитектуры, использующие ряд ПЛК, которые взаимодействуют между собой и с супервизорными рабочими станциями (SCADA-системой). Эти архитектуры также связаны с корпоративной системой управления.

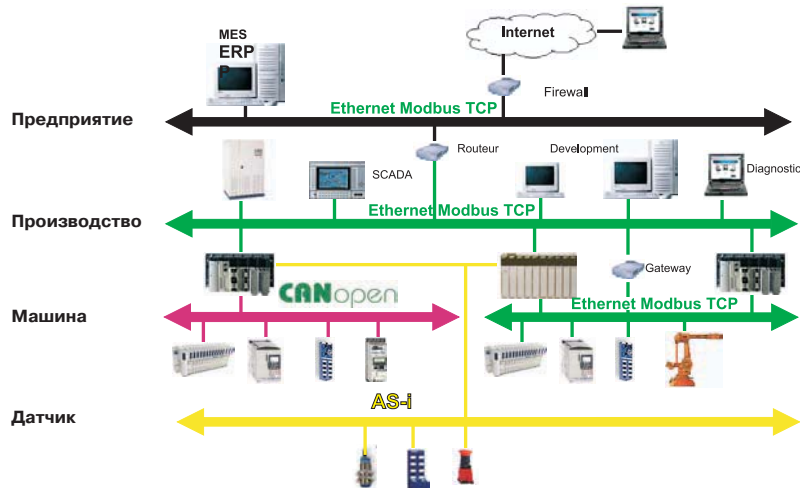
Оптимизация системы требует глобального подхода к взаимосвязям всех подразделений компании, партнёров и используемых ресурсов. Различают два типа взаимодействия:

- в реальном масштабе времени: процесс функционирования характеризуется взаимосвязями системы управления взаимодействием с клиентами (CRM), производственной исполнительской системой (MES) и системой бухгалтерского учета для оптимизации потоков ресурсов различного рода;
- в кооперации на этапах подготовки и обеспечения функционирования: поддержка программными инструментами взаимодействия между участвующими игроками на этапах разработки, реализации, внедрения и технического обслуживания для сокращения времени и стоимости производства и повышения его качества.

Приложения во многом различаются, поэтому не легко использовать их полезные свойства в других приложениях, входящих в единую среду функционирования или проектирования. Потребность в оптимизации взаимодействия между приложениями приводит к подходу, основанному на кооперации в организации работы предприятия.

□ Реальный масштаб времени и кооперативное программное обеспечение

Иллюстрация на *Рис. 17* показывает типичные составные части систем управления на производственном предприятии. Они могут быть представлены на четырех уровнях:



↑ Рис. 17 Уровни системы управления на производственном предприятии

- **Уровень предприятия**, который характеризуется большими потоками информации. Офисная автоматизация и Интернет являются в настоящее время базовыми требованиями. Программное обеспечение запускается на персональных компьютерах или более мощных серверах.
- **Уровень производства**, который характеризуется главным образом системой супервизорного управления и ПЛК, которые управляют технологическим процессом. Ethernet является в настоящее время стандартным средством связи между компьютером и контроллером.
- **Уровень машины, агрегата, установки**, где при выборе средств связи принципиальны условия реального масштаба времени. Задачи управления возлагаются на промышленные ПК и ПЛК, а связи реализуются на основе полевых шин CANopen, Modbus, или выбранных протоколов Ethernet.
- **Уровень датчиков**, где проводной монтаж конкурирует с шиной ASi, которая особенно хорошо подходит для такого рода применений.

□ Кооперативное проектирование и реализация

Представленное выше программное обеспечение предназначено для создания приложения для одного контроллера, даже если в приложении используются коммуникации.

Рассмотрим новые инструментальные средства, преодолевающие ограничения в параллельной работе при проектировании и реализации сложных систем. Они помогают разработчикам упростить и ускорить свою работу, сохранять изменения и историю проекта, сокращать количество ошибок.

Рассмотрим жизненный цикл от постановки задачи до завершения функционирования машины или технологического процесса (⇒ Рис. 18). Различные типы работ, входящих в этот жизненный цикл, требуют совместной работы различных подразделений предприятия и его деловых партнеров. Это делается возможным благодаря таким инструментам, как электротехнические и конструкторские САПР (CAD), системы ERP, MES, SCADA, и другим программным средствам.

Предлагаемые компанией Schneider Electric программное обеспечение Unity Pro и генератор приложений UAG представляют собой аппаратно-программную платформу автоматизации, основанную на открытости и кооперации инструментальных средств, которые отвечают потребностям специалистов от постановки задачи вплоть до технического обслуживания (⇒ Рис. 18).



↑ Рис. 18 Системы Unity Pro и UAG

Программное обеспечение Unity Pro уже было описано, так что мы посвятим следующий параграф системе UAG.

В настоящее время разработаны несколько программных инструментальных средств для обеспечения кооперации. В таблице на *Рис. 19* описаны их функции и далее даны краткие пояснения. Эти средства соответствуют основным компьютерным стандартам, таким, как Ethernet TCP/IP, Web, OPC, Soap, XML, и т.д. Они способствуют вертикальной кооперации между рассмотренными выше корпоративными уровнями и обеспечивают:

- увеличение объема доступной информации в реальном масштабе времени;
- упрощение взаимодействия между технологическим процессом и информационными системами (MES, ERP, и т.д.)
- обмен данными со средствами проектирования, такими как САПР (CAD).

Компоненты	Функции
Unity Pro	Разработка приложений для одного ПЛК
UAG Unity Application Generator	Объектно-ориентированная разработка приложений для многих ПЛК и компьютеров со SCADA-системой. Соответствует стандарту ISA 88
UDE Unity Developers Edition	Программное обеспечение для разработки Windows-приложений, использующих Unity Pro, на языках программирования VBA, VB и C++
OFS (OPC Factory Server)	OPC-сервер компании Schneider Electric для обмена данными между ПЛК и приложениями Windows (OPC-клиентами, например SCADA-системами)
Factory Cast (Взаимодействие с Web)	Обеспечивает передачу информации между ПЛК и персональным компьютером, используя технологии Интернет
VijeoCitect и CitectSCADA	SCADA – система супервизорного управления и сбора данных
AMPLA	Программное обеспечение MES – производственная исполнительная система
Карта Ethernet	Карта, обеспечивающая работу с Factory Cast
Программное обеспечение для конфигурирования и настройки устройств	
Vijeo Designer	Создание приложений для диалоговых панелей (средства человеко-машинного интерфейса - ЧМИ)
PowerSuite	Конфигурирование преобразователей частоты Altivar, устройств плавного пуска Altistart и интеллектуальных пускателей Tesys

↑ Рис. 19 Кооперативные инструментальные средства

UDE: редактор разработчика Unity

Область применения Unity Pro расширяется с помощью системы Unity Developer's Edition (UDE) – Редактора разработчика Unity, являющегося специальным обеспечением для программистов на языках VBA, VB, C++. Редактор обеспечивает доступ ко всем внутренним серверам Unity Pro для разработки заказных решений, таких, как интерфейс с электротехнической САПР (CAD), или автоматический генератор приложений.

UAG: генератор приложений Unity

UAG является инструментом разработки, основанном на создании и повторном использовании модулей проекта (таких как PID-регулятор, клапан, двигатель и т.д.), который удовлетворяет стандарту ISA 88. UAG формирует код для контроллера и графику SCADA-системы. Дополнительно он управляет базой данных тегов, общей для всех элементов проекта, что обеспечивает непротиворечивость приложений.

Единый механизм ввода и изменения данных обеспечивает оперативность разработки и согласованность двух частей проекта – для контроллеров и для SCADA-системы.

Благодаря структурированному модульному подходу в проектировании UAG обеспечивает существенную экономию в стоимости разработки, облегчает проверку и техническое обслуживание проектов автоматизации.

OFS: OPC Factory Server

OFS – это OPC (OLE for Process Control), разработанный для оборудования Schneider Electric, является программой для взаимодействия между приложениями Windows и системами промышленной автоматизации. Этот принцип взаимодействия берет свое начало в обменах на базе DDE компании Microsoft, переработанного в OLE и далее – в OLE Automation на базе моделей COM/DCOM операционной системы Windows.

Основы, заложенные поставщиками программного обеспечения, позволяют управлять развитием OPC и гарантируют совместимость снизу вверх, а также взаимодействие между программными продуктами разных поставщиков.

При модернизации учитываются следующие требования:

- открытые стандарты для интерфейсов приложений с целью простого общего доступа к производственным данным;
- большая степень взаимодействия между управляющими приложениями и IT-приложениями;
- архитектура со многими клиентами и серверами;
- доступ к локальным или удалённым серверам;
- информационный поток в реальном масштабе времени.

Factory Cast: взаимодействие с Web

Инструментальные средства, позволяющие приложениям связываться через Интернет, должны удовлетворять следующим требованиям:

- взаимодействие приложений;
- web- и Интернет-совместимость;
- основанные на стандартах открытые решения;
- простая реализация.

Приложения должны иметь возможность взаимодействия независимо от:

- языка, на котором они были разработаны;
- операционных систем, под управлением которых они запускаются.

Интернет-совместимые технологии основаны на стандартном протоколе XML SOAP (*Simple Object Access Protocol*), сосуществующим с HTML и позволяющим приложениям связываться друг с другом. Стандартное описание сервисов и интерфейсов обеспечивается, если приложение использует язык WSDL (*Web Service Description Language*), который представляет собой по сути библиотеку стандартных и самодокументированных функций доступа к данным.

Комбинация этих технологий известна как Web Services и является не зависимой от платформ, языков и операционных систем.

SCADA: супервизорное программное обеспечение

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) - Система супервизорного управления и сбора данных является промышленным программным обеспечением, используемым с целью оптимизации управления технологическим процессом. Оно работает в реальном масштабе времени с учётом производственных требований и имеющихся ресурсов.

Ethernet карты

Диапазон применяемых в настоящее время карт Ethernet позволяет использовать в современных архитектурах автоматизации перспективные технологии программного обеспечения, дает возможность пользователям реализовать собственные функции. Это в свою очередь позволяет организовать системы, полностью совместимые с IT-средой, используемой в системах MES и ERP.

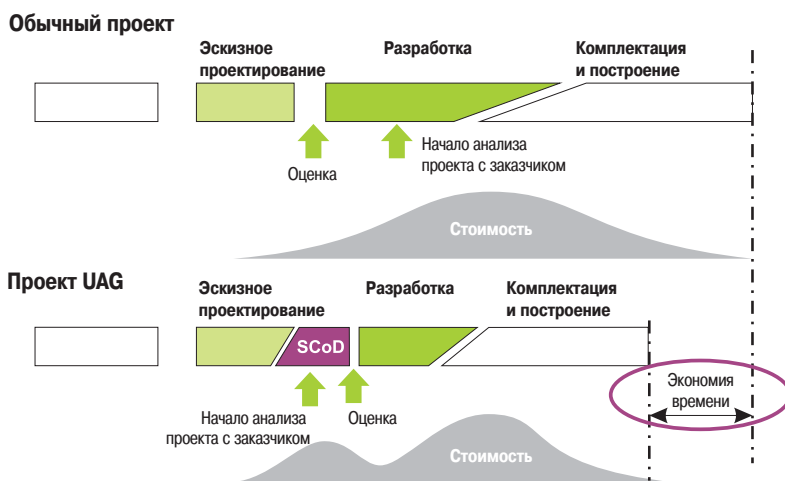
10.5 UAG: генератор приложений

Unity Application Generator (UAG) – генератор приложений Unity является одновременно программным обеспечением для разработки приложений и инструментом генерации, позволяющим объединять ПЛК и системы супервизорного управления (SCADA) или средства человеко-машинного интерфейса (HMI) – диалоговые панели.

Для реализации этого он использует принцип единой базы данных смешанной системы управления, объединяющей функции распределенных систем управления (DCS) и ПЛК. Хотя UAG обычно используется для приложений с одним ПЛК, он особенно эффективен для архитектур с несколькими контроллерами. Он использует все возможности системы Unity Pro, которая благодаря UAG оказывается тесно связанной с системами супервизорного управления, такими как VijeoCitect, I-Fix и аналогичными.

■ Существенная экономия времени разработки

UAG и принципы, лежащие в его основе, позволяют разработчикам привлекать заказчиков к самым ранним стадиям проекта. Повторное использование объектов и простота обновления и тестирования могут сократить время проектирования на 20 – 30%, что может составить нескольких месяцев для больших проектов (⇒ Рис. 20).



↑ Рис. 20 Сокращение времени и затрат

■ Основные характеристики UAG

- единый ввод переменных/тегов (базы данных проекта) для ПЛК и HMI / SCADA - системы;
- многократное использование библиотечных объектов;
- конфигурация приложения, управляющего технологическим процессом;
- «инкрементальная» генерация приложения для SCADA-системы;
- отображение глобальных ресурсов;
- ПЛК-приложения (программа, переменные, конфигурация, коммуникации и т.д.)
- SCADA-приложения (символы, экраны, переменные, атрибуты, сигналы тревоги и т.д.)
- управление коммуникациями (Ethernet, Modbus Plus и т.д.);
- типовой интерфейс на основе XML.

Примечание: типовой интерфейс является открытым интерфейсом для других SCADA-систем.

■ Работа UAG

Генератор приложений включает в себя три подсистемы (⇒ Рис. 21).

Подсистема	Область	Библиотека
Редактор SCoD	Библиотеки	Спецификация модулей управления, импорт DFB или EFB, спецификация атрибутов и определение конфигурации для экранов
Настройка UAG	Настройка	Задание профилей пользователей в проекте, включающее: правила именования, каталоги спецификации аппаратуры, библиотеки
Генератор приложений Unity	Проект	Разработка проекта, анализ функций и генерация приложения

↑ Рис. 21 Подсистемы UAG

Связи между подсистемами представлены на Рис. 22.

□ Редактор объектов SCoD

Генератор приложений UAG является объектно-ориентированным инструментом, основанным на модулях управления. Модули управления описывают элементы технологического процесса и охватывают все аспекты задачи автоматизации:

- логику ПЛК;
- представление операторов в системе супервизорного управления;
- механические и электрические характеристики элемента;
- техническую эксплуатацию и поиск неисправностей;
- многоаспектное представление таких элементов UAG, как Smart Control Device (SCoD – интеллектуальное управляющее устройство), которые соответствуют модулям управления по стандарту ISA 88.

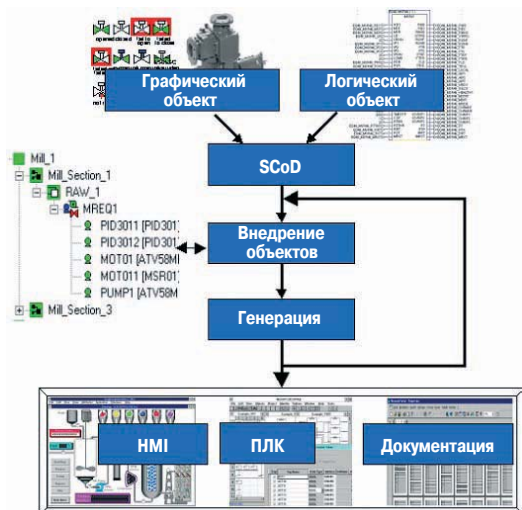
Внедрение объекта SCoD приводит к появлению в проекте так называемого «экземпляра объекта», соответствующего компоненту системы в реальном мире, которым может быть:

- компонент, на который можно оказать воздействие и характеристики которого можно проверить, такой как двигатель, клапан, датчик температуры и т.д.;
- элемент управления, используемый для настройки других функций, такой как PID-регулятор, таймер или счётчик.

Модули управления определяются и используются в библиотеках типов. Редактор SCoD является подсистемой, которая создаёт, обновляет и группирует нужные функции управления в объектах SCoD.

Задание правил и свойств в редакторе SCoD основана на интерфейсе DFB / EFB и включает:

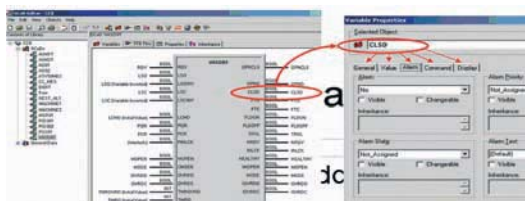
- графический интерфейс пользователя;
- обязательную конфигурацию для экземпляра SCoD;
- дополнительную конфигурацию для экземпляра SCoD;
- наследование экземпляра SCoD;
- одиночные и сложные связи, унаследованные выбранными модулями и другими SCoD;
- определение данных, передаваемых на диалоговые экраны и получаемых из диалоговых экранов;
- определение данных, связанных с топологической моделью;
- специальную информацию для отображения, такую, как текст сигналов тревоги, единицы измерения т.п.;
- уровни доступа:
 - для ссылок к специализированной информации для отображения, такой, как ActiveX и символы;
 - для ссылок к специализированной информации в ПЛК, такой, как DFB / EFB;
- документация для SCoD.



↑ Рис. 22 Схема работы UAG

10. Обработка данных и программное обеспечение

10.5 UAG: генератор приложений



↑ Рuc. 23 Экран редактора UAG

Примером SCoD может служить вентиль. Вентиль используется как перекрывающий прибор, предотвращающий или разрешающий протекание жидкости или газа в трубе. Он имеет ряд параметров и обычно связан с тремя дискретными сигналами:

- вентиль открыт или закрыт (2 сигнала);
- сигнал для управления вентилем («Подать команду на открытие», «Подать команду на закрытие»).

Имеется большой набор стандартных вентилях от небольших, активируемых соленоидами, до вентилях большого размера, приводящихся в действие электродвигателями.

Характеристики каждого типа вентилях определяются в приложении контроллера.

По умолчанию при внедрении в приложение сигнал для управления вентилем может находиться в состоянии «Подать команду на открытие», хотя пользователь может задать значение «Подать команду на закрытие».

Рабочее время «Тайм-аут перемещения» должно лежать в пределах [Минимальное значение... Максимальное значение] – здесь приведены примеры параметров вентилях.

Рuc. 23 показывает окно редактора SCoD.

□ Редактор настройки UAG

Редактор (⇒ Рuc. 24) используется для определения общего языка различных специалистов (операторов, специалистов по автоматизации, обслуживающего персонала). Он содержит список использованных элементов с их определениями, представлением в SCoD и на диалоговых экранах.

Настройка касается:

- списка библиотек SCoD;
- списка разрешенных аппаратных модулей;
- уровня доступа;
- определения имен элементов технологического процесса;
- указания специальных свойств HMI или SCADA-системы.

Возвращаясь к примеру с вентилем, можно сказать, что пользователь должен определить конкретный вентиль так, чтобы его невозможно было спутать с другими вентилями в системе.

Пользователь стандартизирует структуру имени системного компонента: <положение – 4 цифры> <аббревиатура – 3 знака> <тип элемента – от 1 до 6 цифр>. Конкретный вентиль может иметь уникальное имя, например, 2311VAL4.

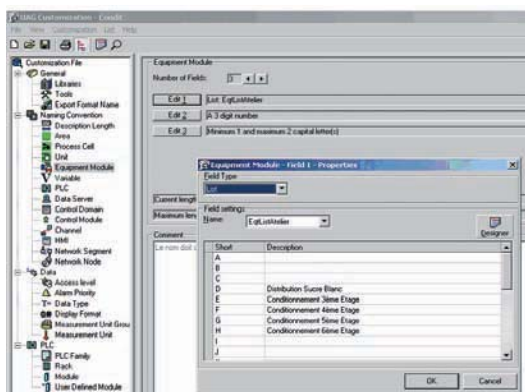
Все элементы, таким образом, могут быть определены с помощью:

- положения SCoD, соответствующего вентилю;
- секции программы в ПЛК;
- аппаратных модулей ПЛК, и т.д.

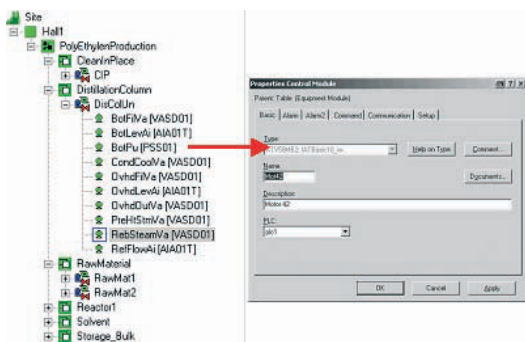
В приложениях для ПЛК и компьютеров стандартизация является обязательной для операторов и специалистов по автоматизации и технологическому процессу. Проект следует правилам без исключения, и персонал по эксплуатации должен быть обучен этим инструментальным средствам. Управление проектом становится проще при использовании стандартной системы имен.

□ Генератор приложений

Генератор приложений является программой анализа и разработки проекта, которая формирует приложения для ПЛК и SCADA-системы (⇒ Рuc. 25).



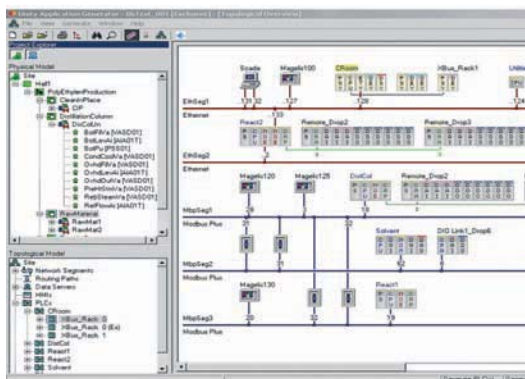
↑ Рuc. 24 Описание списка элементов



↑ Рuc. 25 Изображение физической модели UAG и задания параметров для компонента

10. Обработка данных и программное обеспечение

10.5 UAG: генератор приложений



↑ Рис. 26 Изображение UAG топологической модели

Существуют две независимых задачи по генерации физической и топологической моделей:

- физическая модель описывает технологический процесс виде древовидной структуры элементов, как показано на Рис. 25;
- топологическая модель описывает структуру системы управления, включая ПЛК, устройства удаленных входов-выходов, коммуникационные сети, компьютеры, как показано на Рис. 26.

■ UAG и стандарт ISA 88

□ Стандарт ISA 88: улучшенная организация управления технологическим процессом

Улучшенная организация основана на базовых алгоритмах, используемых для расширения возможностей устройств автоматического управления. Она также принимает во внимание возможность организационных и экономических сбоев и может выполняться с учётом сомнений в подборе оборудования, методах и результатах производственного процесса.

Стандарт ANSI / ISA 88 предлагает эффективную концепцию для функциональной организации приложений с тем, чтобы достичь необходимой степени устойчивости и требуемого адаптивного поведения систем при наличии упомянутых ограничений.

В этом стандарте основное внимание уделено:

- гибкости и развитию проектирования с тем, чтобы система управления становилась менее сложной, более быстрой и совершенной для технологического процесса;
- объектно-ориентированному подходу и классам повторно используемых объектов;
- разделению способов организации производства и технологического процесса;
- разделению управления технологическим процессом и управления оборудованием автоматизации.

Детальная информация по этому стандарту имеется на сайте <http://www.s88.nl>.

Генератор UAG использует терминологию стандарта ISA 88: "Часть 1: Модели и терминология".

Следуя принципам стандарта пользователь UAG может пересмотреть задачи управления технологическим процессом так, чтобы они удовлетворяли нормам и правилам предприятия, а затем использовать UAG и полученную структуру для перестроения системы управления технологическим процессом.

10.6 Основные использованные сокращения

DCS Distributed Control System- Распределённая система управления

HMI Human Machine Interface- Человеко-машинный интерфейс

ПЛК Programmable Logic Controller- Программируемый логический контроллер

SCADA Supervisory Control And Data Acquisition – Система супервизорного управления и сбора данных. Система управления и мониторинга, содержащая программно-аппаратные средства, взаимодействующие между собой через локальные и глобальные сети

UAG Unity Application Generator - Генератор приложений Unity

MES Manufacturing Execution System - Производственная исполнительная система. Компьютерная система, разработанная главным образом для того, чтобы собирать полные или частичные данные о производимых изделиях в реальном масштабе времени. Эти данные затем используются для ряда аналитических задач:

- определение местонахождения изделий;
- контроль качества;
- мониторинг продукции;
- определение порядка следования
- превентивное и ремонтное обслуживание

ISA стандартизировало структуру MES. MES часто располагают между системами промышленной автоматизации и ERP системами, аналогичными SAP.

ERP Enterprise Resource Planning - Планирование ресурсов предприятия. Программное обеспечение для управления процессами в компании путём интеграции всех функций, таких, как управление человеческими ресурсами, бухгалтерский и финансовый менеджмент, инструменты принятия решений, продажи, распределение, снабжение и электронная коммерция

CRM Customer Relationship Management - Система управления взаимодействием с клиентами - новая парадигма в области маркетинга

Цель CRM состоит в создании и поддержке взаимовыгодных связей между компанией и её заказчиками. С помощью этой системы управления компания стремится увеличить лояльность клиентов, предлагая им такие виды услуг такого качества, которые они не могут найти у конкурентов.

Пример, который часто используют для иллюстрации этой концепции – это взаимоотношения между владельцем маленького магазина и их постоянными покупателями. Клиенты награждаются за их лояльность тем, что владелец магазина знает их привычки и действует соответственно, например, подобно булочнику, который откладывает хлеб, соответствующий вашему вкусу, и даёт вам кредит.

CAD Computer Aided Design – система автоматизированного проектирования (САПР), обычно в области электротехники или конструирования

