

Документация

Данная документация описывает прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер).

В документации описываются базовые принципы и концепции функционирования прикладного программного обеспечения.

1 Общая часть

1.1 Обозначение и наименование программы

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер) предназначено для управления установкой газгольдера на промышленном предприятии. Здесь, и далее в документации «Прикладное ПО»
Представляет собой комплекс программных пакетов и конфигурационных параметров, обеспечивающих логические, алгоритмические, математические аппараты системы управления, а также программное описание информационного ввода/вывода.
Комплекс представлен в формате «Мультипроект» для стандартной среды разработки Simatic PCS7.
Перенос и хранение цифровой копии прикладного ПО в формате сжатия данных ZIP.

1.2 Программное обеспечение, необходимое для функционирования программы

Функционирование программ и программных конфигураций устройств прямого управления процессом (ПЛК, интеллектуальные устройства управления исполнительными механизмами), не требует дополнительного системного ПО. Среда исполнения и рабочая память соответствующего прикладного ПО содержится в рамках специализированного оборудования системы.
Программное обеспечение человеко-машинного интерфейса функционирует на базе промышленных компьютеров с предустановленным стандартным системным ПО.
Для конфигурирования и программирования системы используется стандартное ПО, включающее в себя среду разработки PCS7, предустановленную на специализированных инжиниринговых станциях (станция разработчика).

1.3 Языки разработки

Основная часть прикладного ПО ПЛК создается с использованием графического языка программирования SFC (Непрерывные функциональные схемы), позволяющего организовать наглядный обмен данными между заранее подготовленными блоками исполняемого кода.

Тем самым выстраивается общая логическая структура программы ПЛК.

Блоки исполняемого кода подготавливаются с использованием языков программирования ПЛК, описанных в международном стандарте IEC 61131 раздел 3.

Используются как стандартные, библиотечные блоки и функции среды разработки PCS7, так и блоки, созданные дополнительно.

1.4 Назначение программы

Прикладное ПО предназначено для решения следующих классов задач:

- Обработка, анализ входных сигналов и данных и проверка на достоверность входной информации;
- Подготовка и выдача управляющих воздействий согласно алгоритмической модели объекта;
- Подготовка и выдача информации о состоянии системы;
- Приём и обработка внешних контролирующих воздействий;
- Обеспечение вторичных (программных) функций безопасности работы системы;
- Обеспечение связной работы узлов системы (взаимоблокировки, технологические последовательности);
- Отслеживание и регулирование технологических параметров в соответствии с требованиями к технологическому процессу;
- Обеспечение непрерывности технологических процессов в рамках безаварийного функционирования системы.

1.5 Функциональные ограничения

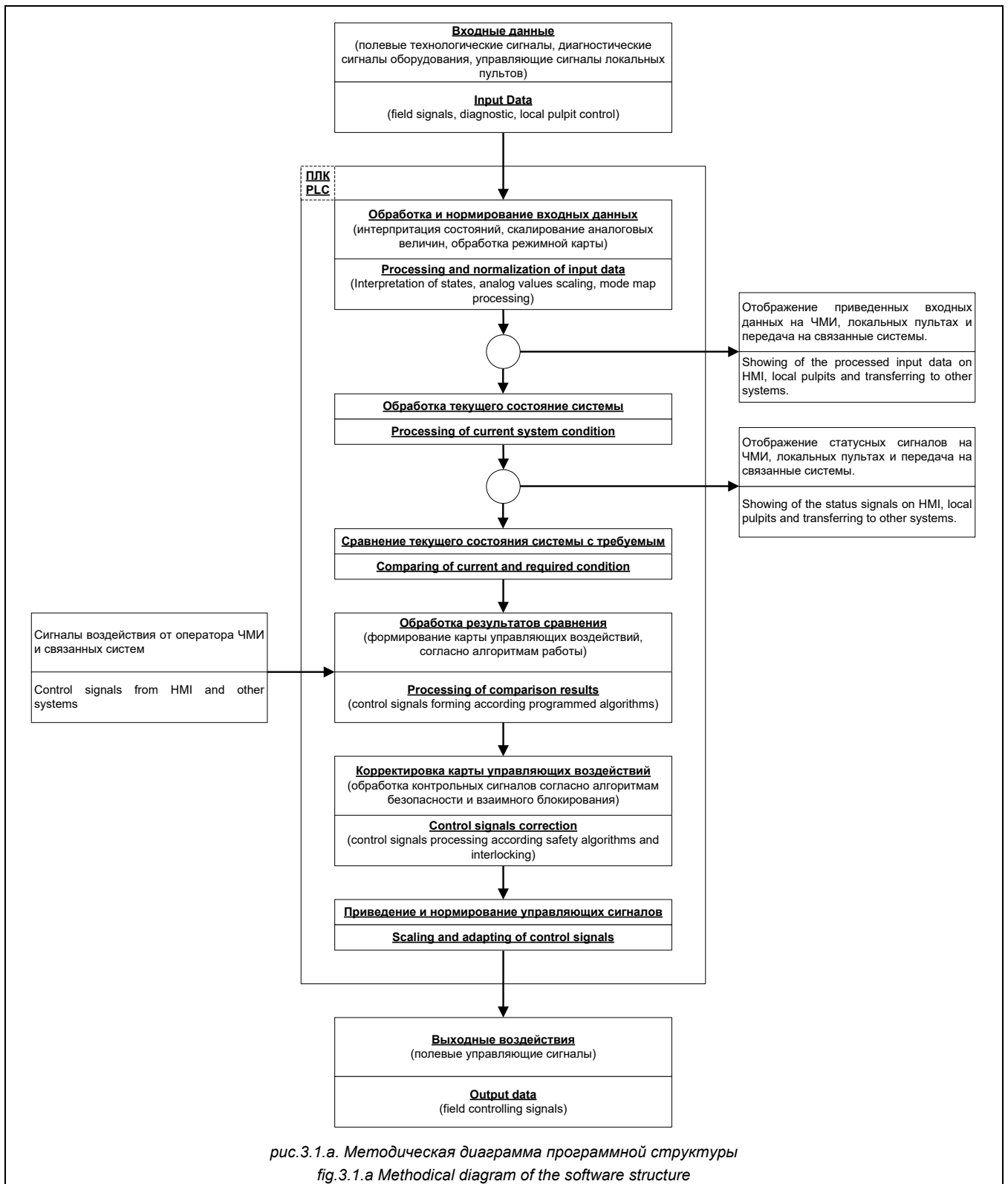
<p>Комплекс программ и конфигурационных параметров носит специализированный характер, определяющий его уникальную принадлежность к определенному промышленному предприятию.</p>
<p>В рамках комплекса реализуются функции технического и технологического контроля и управления, непосредственно связанные с проектными решениями и требованиями, и неотделимыми от соответствующей элементной базы.</p>
<p>Ограничения, накладываемые на функциональную расширяемость программного обеспечения, обусловлены ограничениями соответствующей элементной базы.</p> <p>В свою очередь, расширение элементной базы требует проведение анализа и возможных корректировок со стороны программного обеспечения.</p>
<p>Программное обеспечение, в качестве объекта обработки, использует данные, полученные или переданные посредством соответствующего оборудования системы управления.</p> <p>В виду этого, уменьшение объема, либо достоверности входной/выходной информации, вызванной сокращением (сбоем в работе) элементной базы, приводит к уменьшению функциональности прикладного ПО.</p>
<p>Ограничения на качество управления системой (скорость, точность, стабильность), накладываемые на прикладное ПО, помимо элементной базы, обусловлено физическими законами протекающих технологических процессов.</p>
<p>Функциональность алгоритмов управления оборудованием ограничена требованиями безопасности и сохранения работоспособности персонала и оборудования, а также непрерывности технологических процессов.</p>
<p>Прикладное ПО не является программным обеспечением общего назначения, в связи с чем в функционал прикладного ПО не входит:</p> <ul style="list-style-type: none">• Организация массивов данных и баз данных (за исключением ЧМИ);• Архивирование и хранение данных (за исключением ЧМИ);• Прямой ввод/вывод в алгоритм программы (программирование требует специального оборудования и системного ПО);• Многопоточное исполнение программных задач (только последовательное исполнение, за исключением ЧМИ);• Распределённое исполнение (ограничение на перенос функционала ПО между узлами элементной базы).

2 Описание логической структуры

2.1 Основные методы

<p>Технические и технологические алгоритмы прикладного ПО определяются в рамках функционального описания системы сбора и хранения конвертерного газа.</p> <p>Программные алгоритмы, формирующие управляющие воздействия для исполнительных механизмов, реализованы и инкапсулированы на уровне ПЛК и интеллектуальных устройств управления оборудованием, и не связаны с верхними уровнями автоматизации.</p> <p>Команды управления с ЧМИ также обрабатываются на уровне ПЛК перед их исполнением.</p>	
<p>Методическая диаграмма работы прикладного ПО уровня ПЛК представлена на следующей диаграмме:</p>	

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)



2.2 Структура программы

<p>В основе программной структуры заложена идея унификации используемой программной логики.</p>	
<p>Для исполнительных механизмов, в зависимости от типа и реализации, разрабатывается унифицированный программный блок, в котором реализован полный функционал управления и индикации состояния конкретного устройства.</p> <p>Такой блок называется Шаблоном.</p> <p>Шаблон содержит в себе следующие части:</p> <ul style="list-style-type: none">• Логика обработки полевых сигналов, относящихся к устройству;• Логика режимов работы устройства;• Логика реакции на блокировки, как внешние, так и в пределах Шаблона;• Логика формирования команд управления;• Обмен данными с сопряженными интеллектуальными устройствами (пускатели, преобразователи частоты и т.п.);• Базовые параметры устройства;• Логика симуляции работы устройства;• Набор сообщений ЧМИ, относящихся к устройству;• Теги-привязки к лицевым панелям ЧМИ, как индикации, так и управления;• Интерфейсы для обмена данными с программным кодом вне Шаблона.	
<p>Технологический функционал общего управления системой реализован в отдельной части программного кода.</p> <p>Эта часть называется Общие алгоритмы (Логика).</p> <p>Логика содержит в себе следующие части:</p> <ul style="list-style-type: none">• Алгоритмы технологического контроля, представленные в функциональном описании;• Алгоритмы взаимодействия между собой отдельных Шаблонов, а также взаимные блокировки;• Алгоритмы автоматических последовательностей запуска/останова технологических цепочек;• Алгоритмы общей вторичной (программной) безопасности;• Алгоритмы формирования состояний системы и определения технологических режимов;• Теги-привязки к экранам ЧМИ, как индикации, так и управления;• Набор сообщений ЧМИ, относящихся к технологическим процессам;• Интерфейсы обмена данными с Шаблонами и Сетью (см.далее).	

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа
(Газгольдер)

<p>Интерфейсы обмена данными между ПЛК, верхним уровнем управления системы, а также связанными подсистемами и цеховой сетью реализованы в части программного кода, называемого Сеть.</p> <p>Сеть состоит из следующих элементов:</p> <ul style="list-style-type: none">• Интерфейсы сетевого обмена данными;• Теги-привязки индикации к экранам ЧМИ;• Набор сообщений ЧМИ, относящихся к сетевому обмену данными.	
<p>Автоматически создаваемый программный код, отвечающий за диагностику работы элементной базы системы управления (модули ввода/вывода, ПЛК), называется Диагностика.</p> <p>Диагностика содержит в себе:</p> <ul style="list-style-type: none">• Блоки опроса состояния оборудования;• Автоматически создаваемые связи с блоками обработки данных, получаемых с оборудования;• Теги-привязки индикации к экранам ЧМИ;• Набор сообщений ЧМИ, относящихся к диагностике оборудования системы автоматизации.	
<p>Диаграмма программной структуры и связи между элементами представлена ниже:</p>	

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

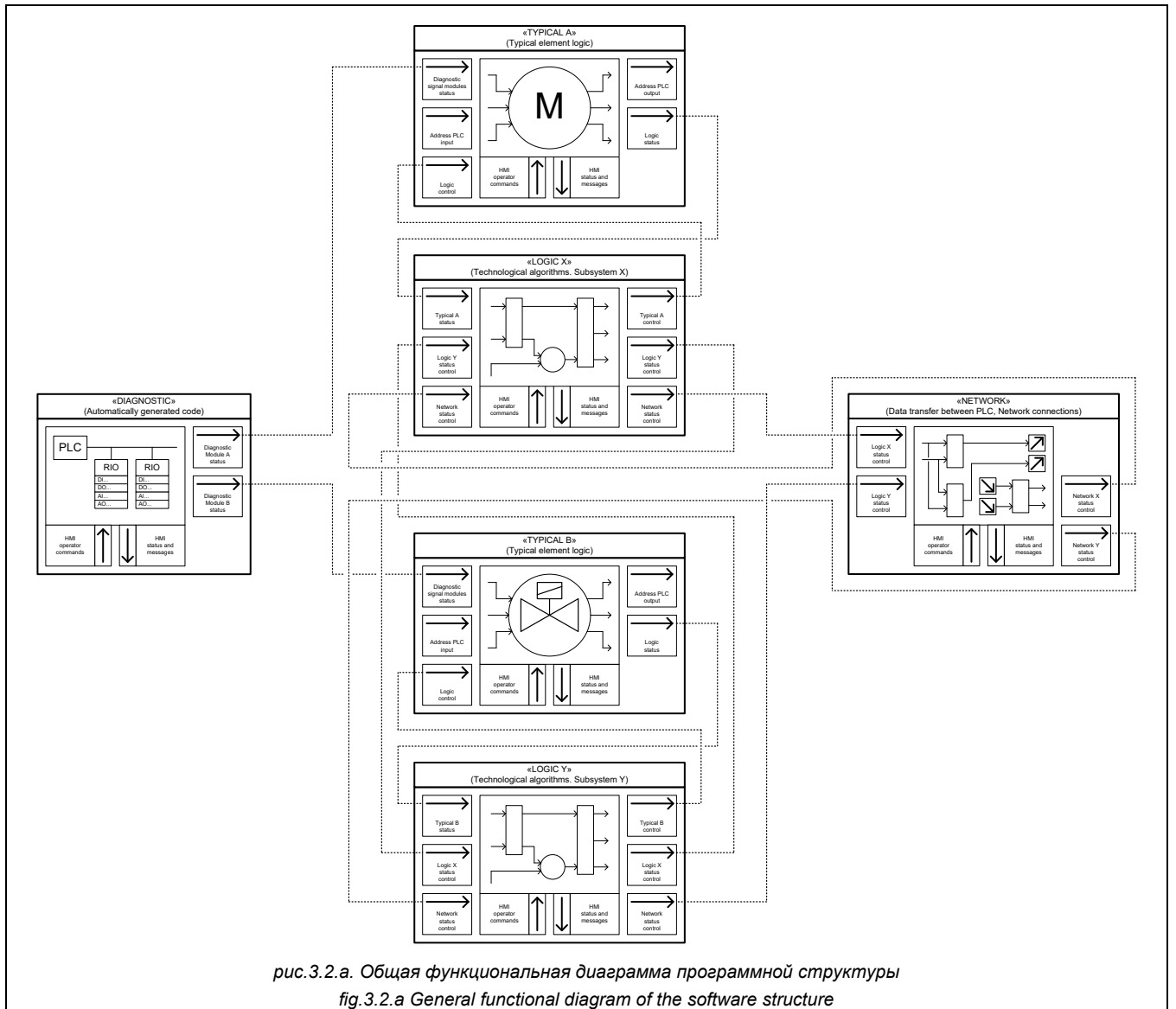


рис.3.2.а. Общая функциональная диаграмма программной структуры
fig.3.2.a General functional diagram of the software structure

3 Развертывание и загрузка

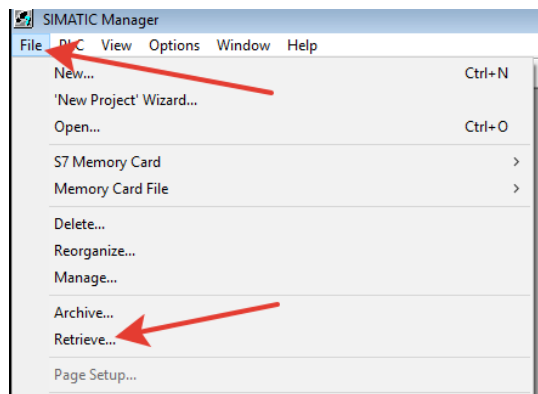
3.1 Развертывание программы

Резервные копии, и копии для переноса прикладного ПО представлены одиночным файлом-архивом в формате ZIP.

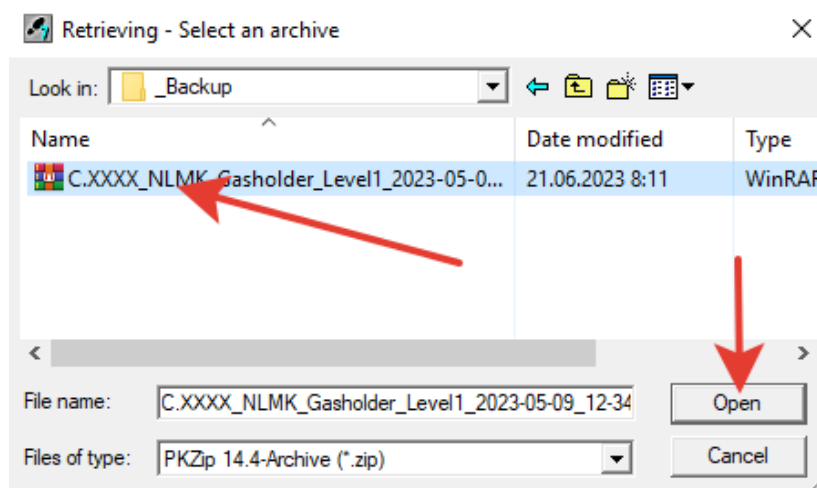
Формат ZIP является стандартно поддерживаемым в среде разработки SIMATIC PCS 7.

Развертывание файла-архива прикладного ПО также производится с использованием среды разработки SIMATIC PCS 7.

Пошаговая инструкция по развертыванию представлена ниже:

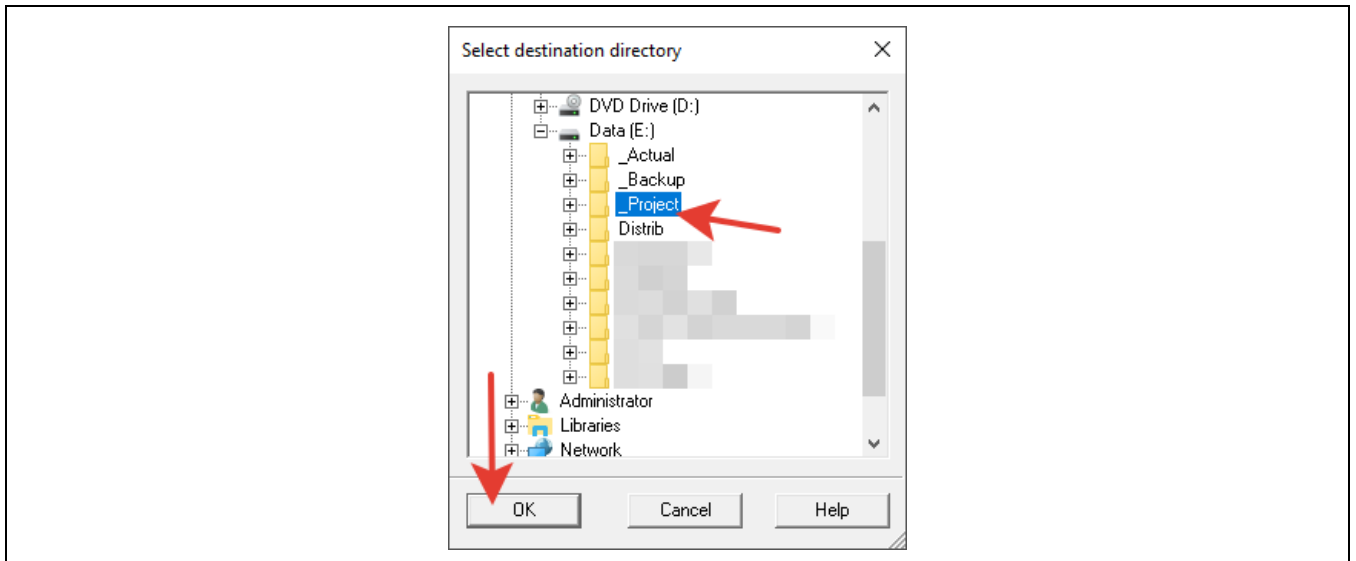


Запустите менеджер проектов SIMATIC. В закладке **File** выберите пункт **Retrieve...**

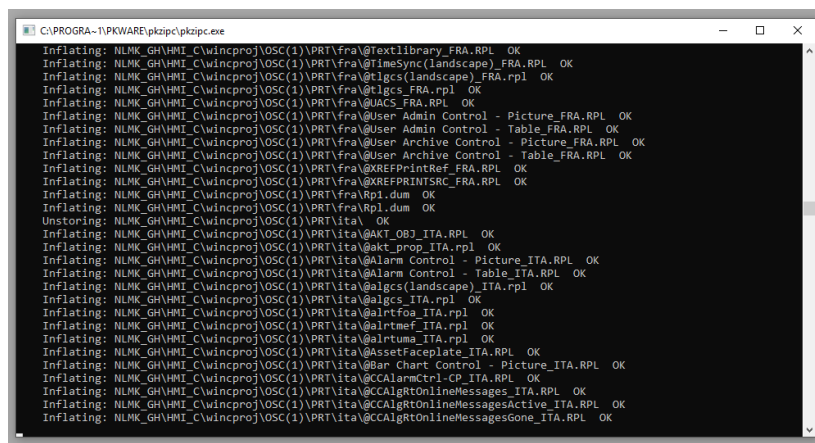


В открывшемся диалоге укажите файл-архив ZIP содержащий необходимую версию проекта.

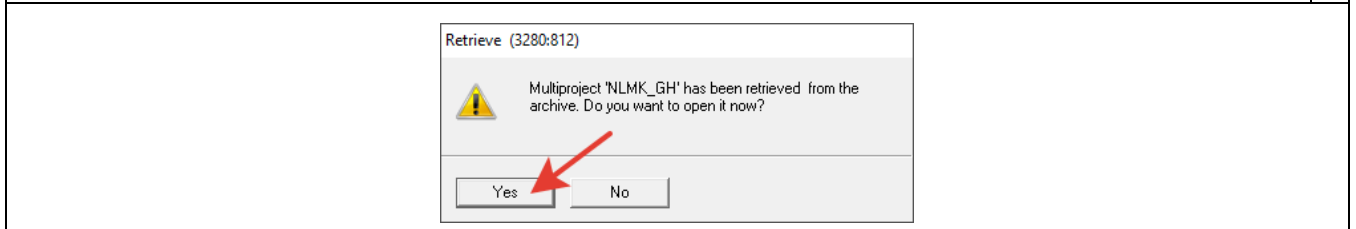
Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)



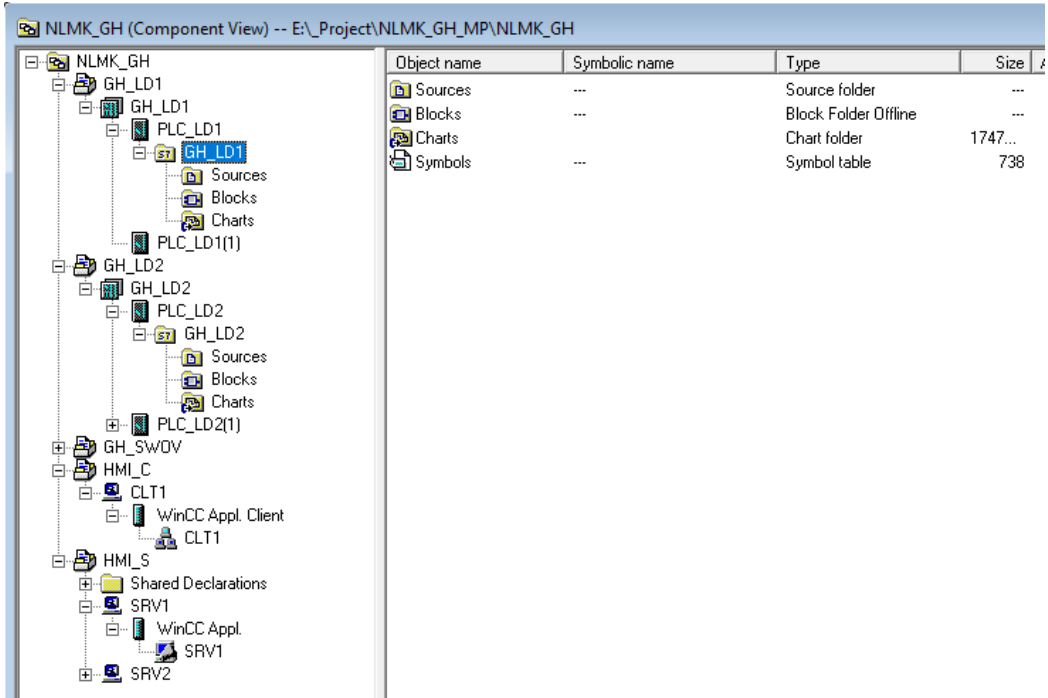
Следующим шагом укажите директорию на диске, куда будет распаковываться архив проекта.



В результате процесса распаковки в целевой директории создаются отдельные подпапки, в соответствие со структурой мультипроекта.



Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)



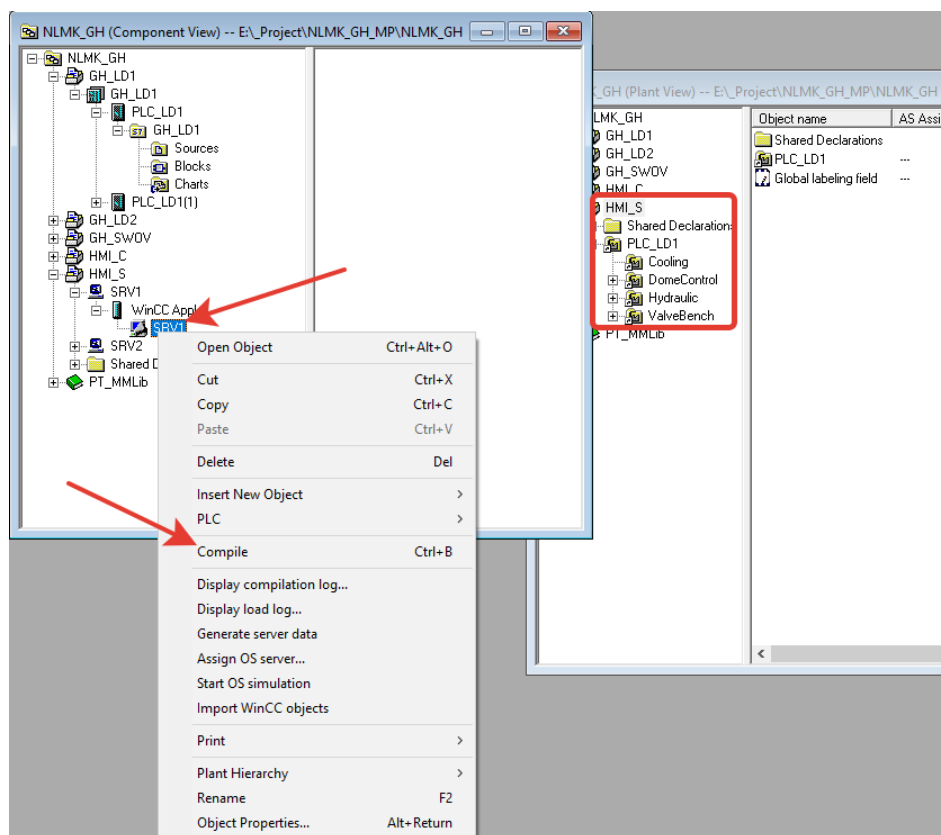
Object name	Symbolic name	Type	Size
Sources	...	Source folder	...
Blocks	...	Block Folder Offline	...
Charts	...	Chart folder	1747...
Symbols	...	Symbol table	738

После окончания распаковки SIMATIC менеджер предложит открыть развернутый мультипроект.

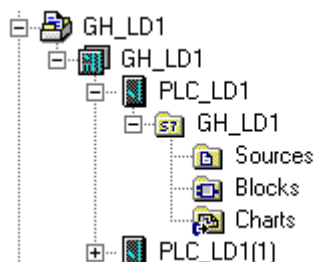
3.2 Структура мультипроекта

Мультипроект включает в себя несколько проектов и в общем случае содержит:

- Конфигурации и программы ПЛК;
- Конфигурации и программы ЧМИ;
- Конфигурации и программы интеллектуальных устройств управления;
- Конфигурации сети;
- Библиотеки программных элементов.

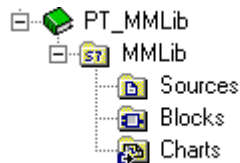


Пример отображения проекта ЧМИ «Сервер» в рамках мультипроекта. Показано содержимое проекта для представления «Представление компонентов» (**Component View**) и «Представление установки» (**Plant View**)



Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

Пример отображения проекта ПЛК в рамках мультипроекта. Структура проекта ПЛК на изображении включает два ЦПУ, исполняющих одну программу – резервированная система автоматизации (N-system)

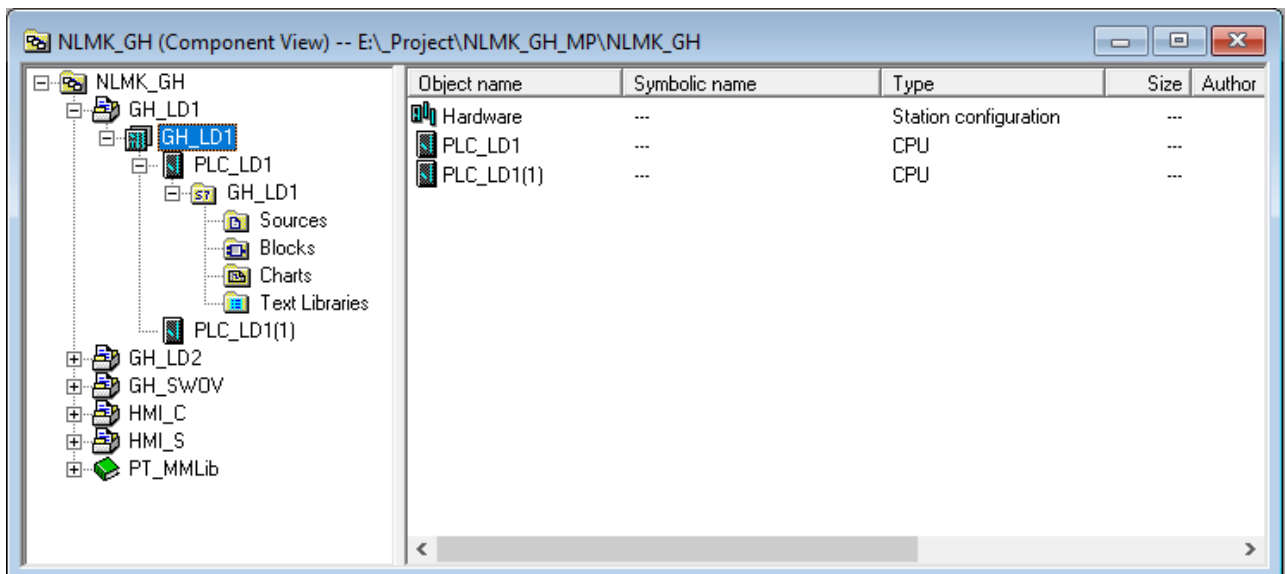
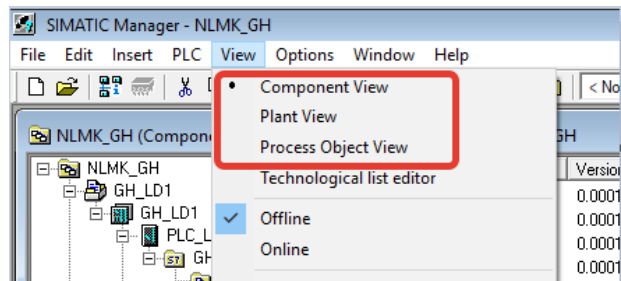


Пример отображения библиотеки программных элементов в рамках мультипроекта.

3.3 Представление проекта

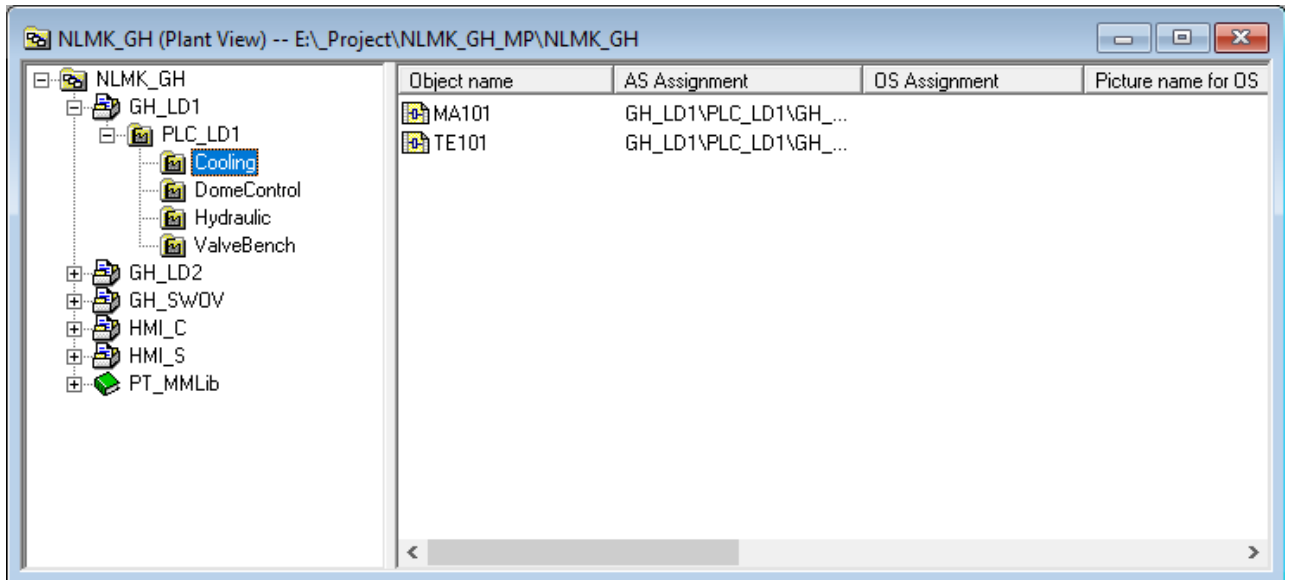
Проект автоматизации в среде PCS 7 имеет три различных представления для организации компонентов проекта:

- Представление компонентов;
- Представление установки;
- Представление Объектов процесса.

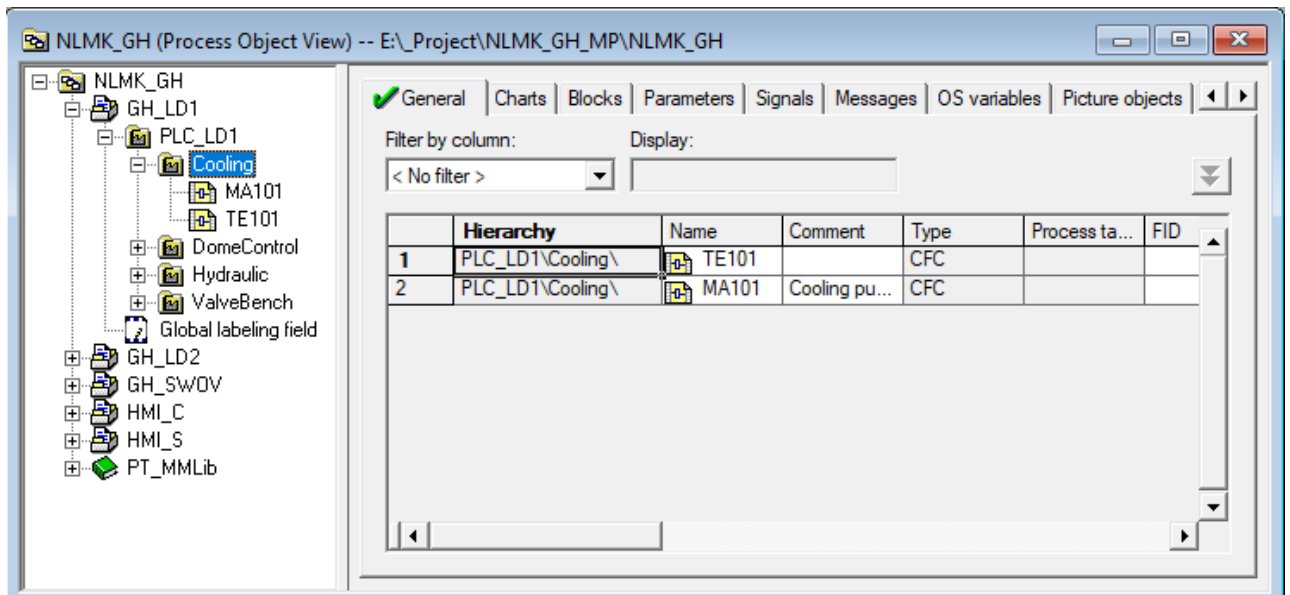


Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

Представление компонентов проекта (**Component View**) является базовым и предоставляет доступ ко всем компонентам, включая аппаратную конфигурацию, сетевую конфигурацию и блоки программы, которые будут загружены в ПЛК.



Представление технологической установки (**Plant View**) предназначено для создания представления взаимодействия технологического управления узлами установки в виде иерархической структуры. Данная структура будет воспроизведена при отображении на ЧМИ после компиляции.



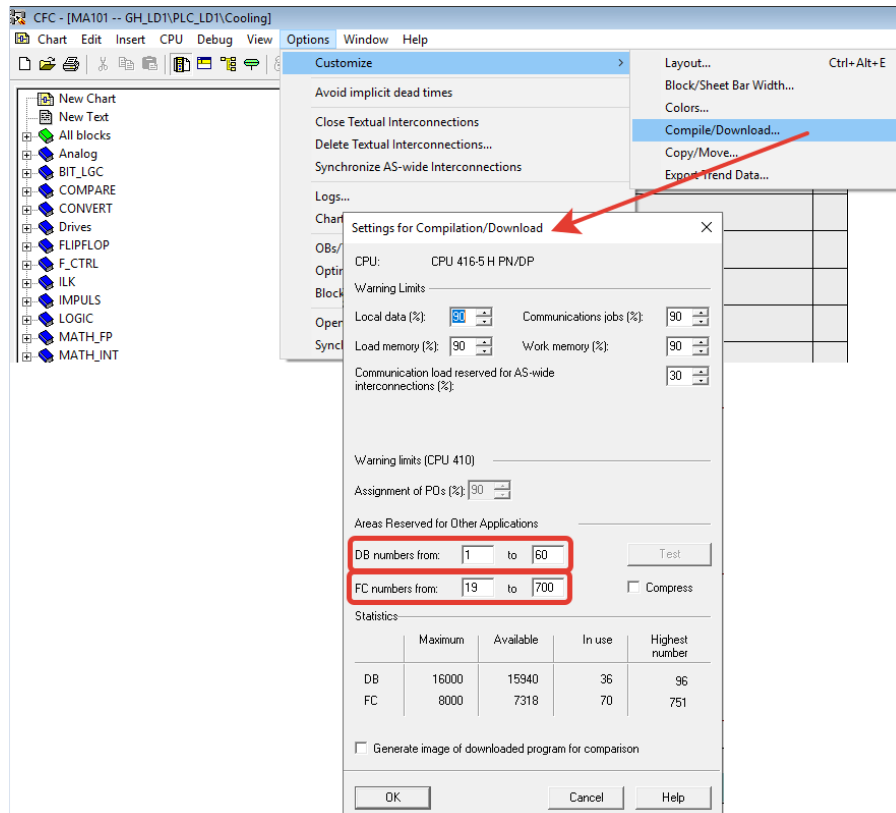
Представление Объектов процесса (**Process Object View**) дублирует иерархию чартов, определенную в Plant View, но предоставляет доступ к значениям свойств и параметров компонентов в табличном виде

3.4 Компиляция проектов ПЛК

В результате компиляции проектов ПЛК выполняются следующие операции:

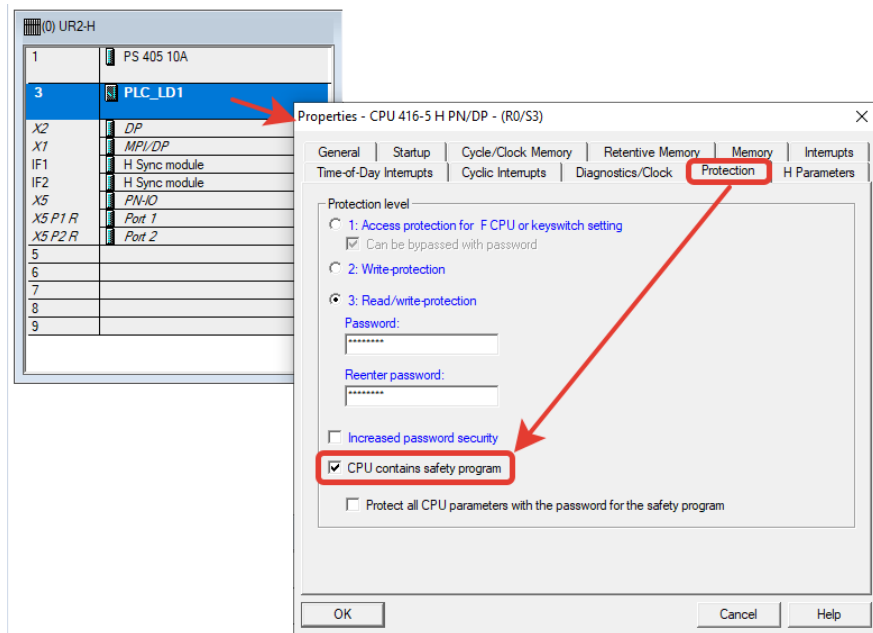
- Создание/обновление участков кода, описывающих взаимодействия, созданные в чартах CFC и создание функций и блоков данных для загрузки в ПЛК;
- Отслеживание ошибок программирования;
- Выстраивание последовательности вызова функций;
- Автоматическое создание функций диагностики оборудования ПЛК, и привязки статусной информации и сигналам ввода/вывода.

При компиляции создаются программные блоки, которые затем будут загружены в ПЛК. Диапазон номеров блоков задается в «**Настройках компиляции/загрузки**» из редактора CFC чартов



Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

Для того, чтобы ПЛК работал с функциями отказоустойчивой логики (fail safe), в настройках конфигурации ЦПУ нужно активировать опцию «**CPU contains safety program**» во вкладке «**Protection**»



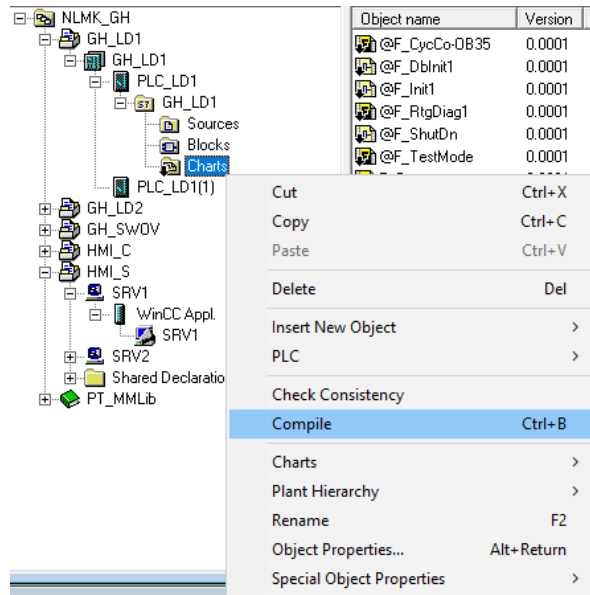
Если CFC чарт содержит блок из библиотеки «**F Systems Lib**», в программе он будет обрабатываться как часть программы безопасности. Изменения в таких чартах требуют генерации контрольной суммы и загрузки в ПЛК с его остановкой.

Блоки обозначены желтой подсветкой.

FB190	E-Drive	FBD
FB194	K-Drive	FBD
FB196	V-Drive	FBD
FB197	V2-Drive	FBD
FB205	OB_BEGIN_HPN	SCL
FB301	F_AND4	STL
FB302	F_OR4	STL
FB395	F_CYC_CO	STL
FB396	F_PLK	STL
FB397	F_PLK_O	STL
FB398	F_TEST	STL
F_Cyc	0.0001	Chart-based
MA101	0.0001	PLC_LD1\Cooling
MA201	0.0001	PLC_LD1\Hydraulic
PT211	0.0001	PLC_LD1\Hydraulic
TE101	0.0001	PLC_LD1\Cooling
TT011	0.0001	PLC_LD1\Hydraulic

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

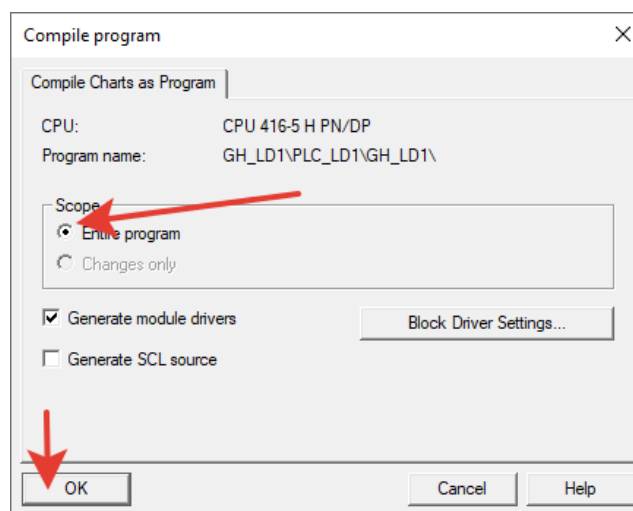
Пошаговая инструкция по компиляции проекта ПЛК представлена ниже:



В структуре мультипроекта выбирается проект ПЛК, для которого необходимо выполнить компиляцию.

Правой кнопкой мыши нажимаем на пункте **Charts**, входящего в подкаталог программного обеспечения ПЛК.

В раскрывшемся меню выбираем пункт «**Compile**».



Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа
(Газгольдер)

В появившемся окне возможно выбрать компиляцию по изменениям («Changes»), либо компиляцию всей программы («Entire»).

Компиляция всей программы подразумевает загрузку ПО **только с остановкой работы ПЛК**.

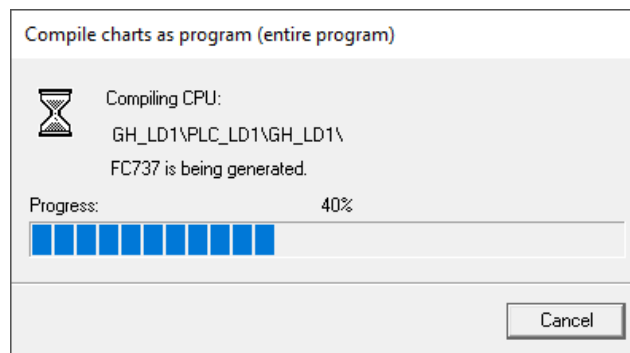
Компиляция по изменениям даёт возможность загружать ПО не останавливая работу ПЛК.

Компиляция по изменениям **невозможна**, если:

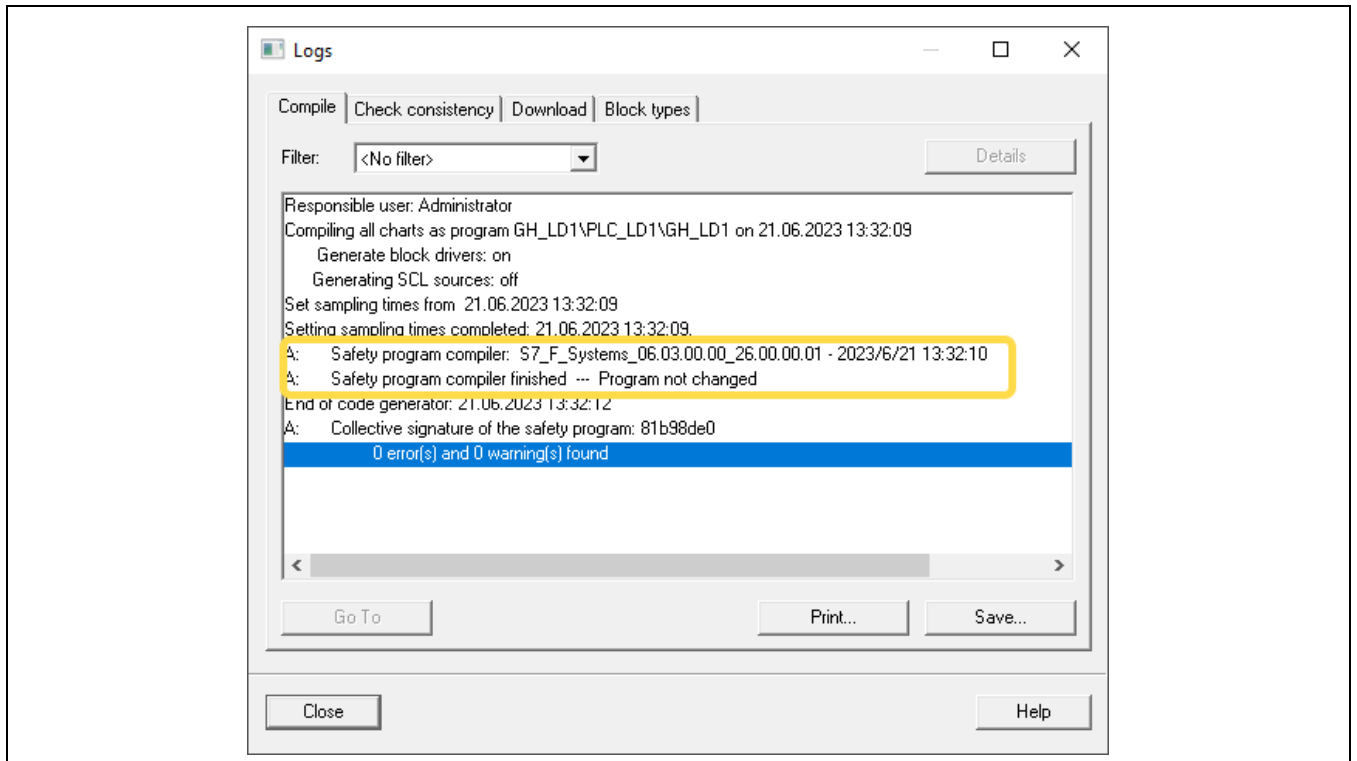
- Были изменены используемые в CFC блоки FB (в виду изменений связанных с автоматически создаваемыми экземплярами DB);
- Было изменено адресное пространство для автоматически создаваемых FC и DB;
- Различаются метки времени последней полной загрузки на стороне программатора и на стороне ПЛК.

Выставленный флажок **«Generate module drivers»** указывает на автоматическое создание кода обработки состояний оборудования ПЛК во время компиляции.

При этом происходит отслеживание адресов входных/выходных сигналов, и связывание состояния с соответствующим модулем ПЛК из конфигурации оборудования.



Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)



По окончании компиляции на экран выводится информация по основным этапам и статусу.

3.5 Компиляция проектов серверов ЧМИ

В результате компиляции проектов ЧМИ выполняются следующие операции:

- Создание/обновление тегов привязок;
- Создание/обновление списка сообщений;
- Создание/обновление привязок-соответствий для текстовых библиотек мультиязычных проектов;
- Создание/обновление архивируемых тегов для вывода на тренды;
- Создание/обновление графических элементов в соответствии с технологической иерархией проекта и набором технических программных шаблонов ПЛК.

Для того, чтобы имя тегов, которые будут сгенерированы при компиляции проекта ЧМИ, имели требуемый формат с префиксом, необходимо настроить уровни иерархии в Plant View, которые будут в составе имени тега.

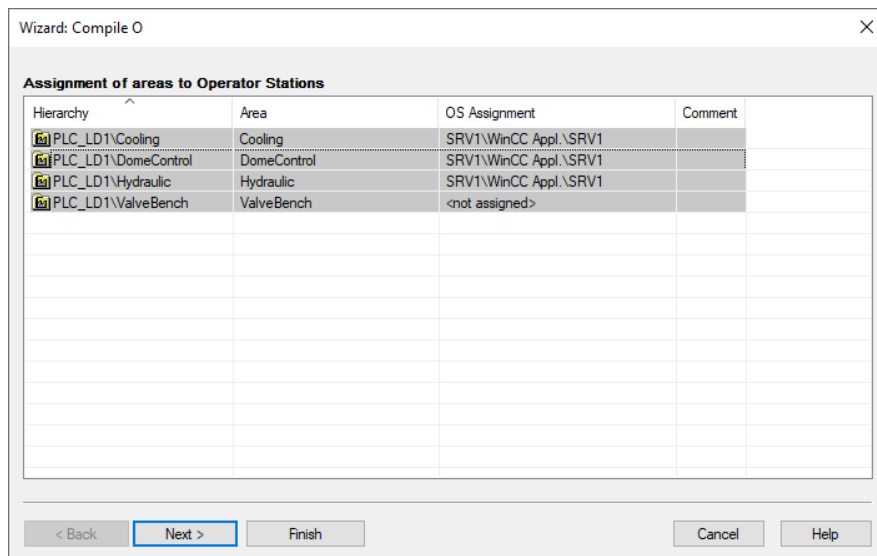
Настройка показана ниже.

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

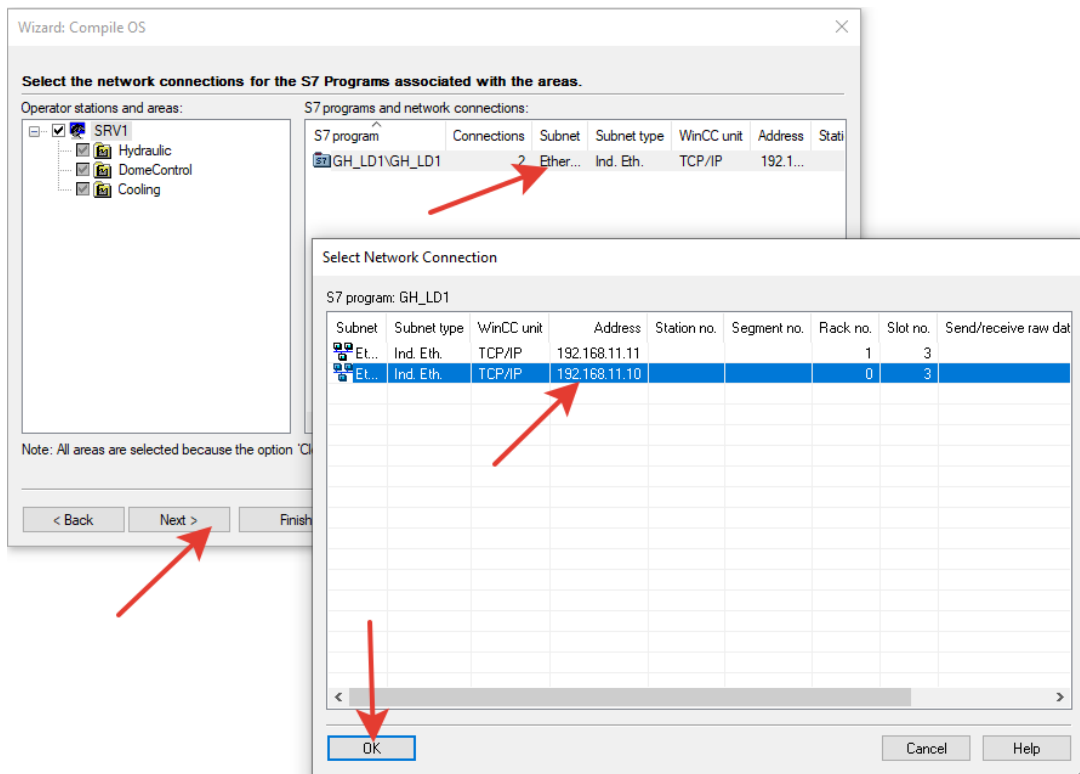
В иерархии мультипроекта выбирается проект ЧМИ, для которого необходимо выполнить компиляцию.

Правой кнопкой мыши нажимаем на пункте **SRV1**, входящего в подкаталог станции ЧМИ.

В раскрывшемся меню выбираем пункт **«Compile»**.



Во всплывающем окне отображается технологическая иерархия, отображаемая впоследствии на ЧМИ.



Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

В следующем окне возможно выбрать ПЛК и протокол связи, с которыми будет взаимодействовать ЧМИ.

Для вновь подключаемых (либо после исключения, либо новые в проекте) ПЛК необходимо учитывать, что архивирование тегов и сообщений начнётся только после загрузки ЧМИ (предыдущие данные будут недоступны).

Wizard: Compile OS

Select the data you want to compile and the scope of the compilation.

Data

Tags and messages

SFC Visualization

Diagnostics

Picture Tree

Further options

Minimum acquisition cycle of the archive tags:
1 second

Compression

Settings...

Create server data

Scope

Entire OS

Changes

With memory reset

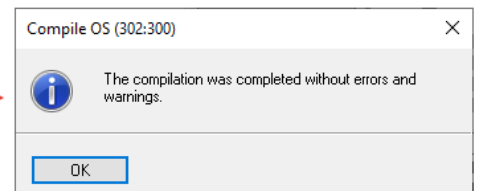
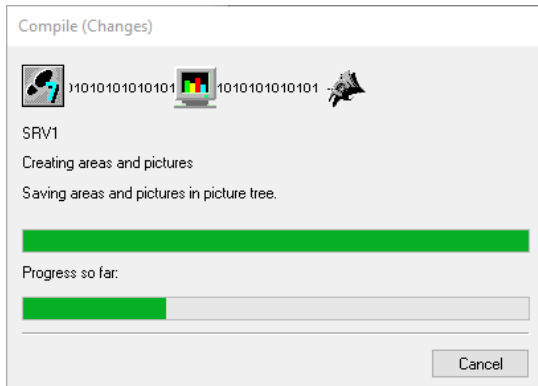
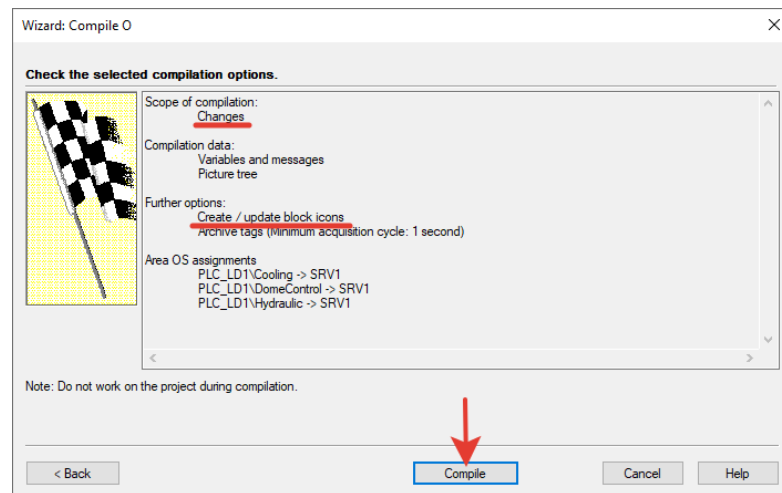
< Back Next > Finish Cancel Help

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

В следующем окне возможно выбрать метод компиляции. По изменениям («Change»), либо полностью («Entire»).

Компиляция по изменениям предполагает сохранение возможности загрузки ПО ЧМИ на соответствующий компьютер без остановки работы сервера.

Компиляция полностью возможно как с полным удалением предыдущих данных, и созданием новых («With memory reset»), так и просто с обновлением уже созданных данных.



3.6 Загрузка проектов ПЛК

Загрузка прикладного ПО после компиляции в соответствующий контроллер означает перенос блоков программы в память ПЛК.

Исполнение прикладного ПО выполняется в режиме ПЛК – Run.

Чарты CFC и исходный программный код SCL не имеют собственного представления в ПЛК. Также как и текстовые обозначения не хранятся в ПЛК.

Пошаговая инструкция по загрузке проекта ПЛК представлена ниже:

The screenshot displays a software interface for PLC project management. On the left is a project tree with folders like 'NLMK_GH', 'GH_LD1', 'PLC_LD1', and 'Charts'. In the center is a table listing objects with their names, versions, PH assignments, and run sequences. A context menu is open over the 'Charts' folder, with 'PLC' and 'Download' highlighted. Red arrows point to these two options.

Object name	Version	PH Assignment	Run sequence
@F_CycCo-DB35	0.0001		Non-chart-based
@F_Dblnit1	0.0001		Non-chart-based
@F_Init1	0.0001		Non-chart-based
@F_RtgDiag1	0.0001		Non-chart-based
@F_ShutDn	0.0001		Non-chart-based
@F_TestMode	0.0001		Non-chart-based
			Chart-based
		PLC_LD1\Cooling	Non-chart-based
		PLC_LD1\Hydraulic	Non-chart-based
		PLC_LD1\Hydraulic	Non-chart-based
		PLC_LD1\Cooling	Non-chart-based
		PLC_LD1\Hydraulic	Non-chart-based

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

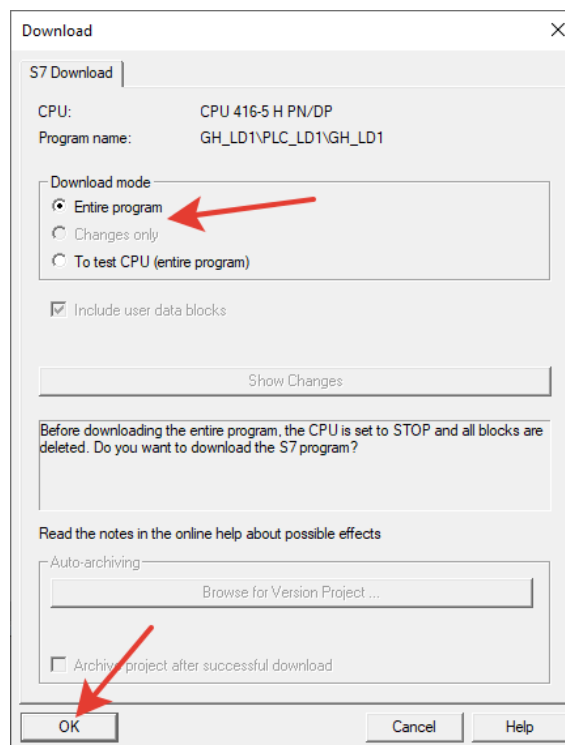
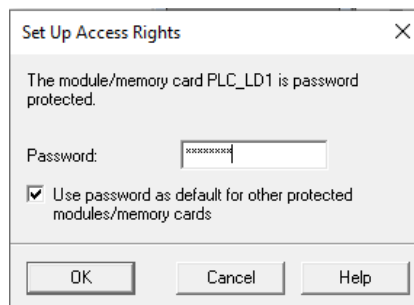
В структуре мультипроекта выбирается проект ПЛК, для которого необходимо выполнить загрузку ПО.

Правой кнопкой мыши нажимаем на пункте **Charts**, входящего в подкаталог программного обеспечения ПЛК. Черная стрелка вниз на папке Charts обозначает, что все чарты скомпилированы и готовы к загрузке.

В раскрывшемся меню выбираем пункт **«PLC»**.

Из выпадающего меню выбираем пункт **«Download»**.

Сетевой адрес для загрузки определяется в соответствующей конфигурации оборудования ПЛК.



Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

Если загрузка защищена паролем, ввести в диалоговом окне.

В появившемся окне возможно выбрать тип загрузки ПО.

Полная загрузка («Entire») подразумевает загрузку всего объема программного кода, независимо, менялась или нет структура каждого отдельного элемента. Данный тип загрузки **останавливает** работу ПЛК на время загрузки, и обновляет метки времени загрузки проекта в ПЛК и программаторе.

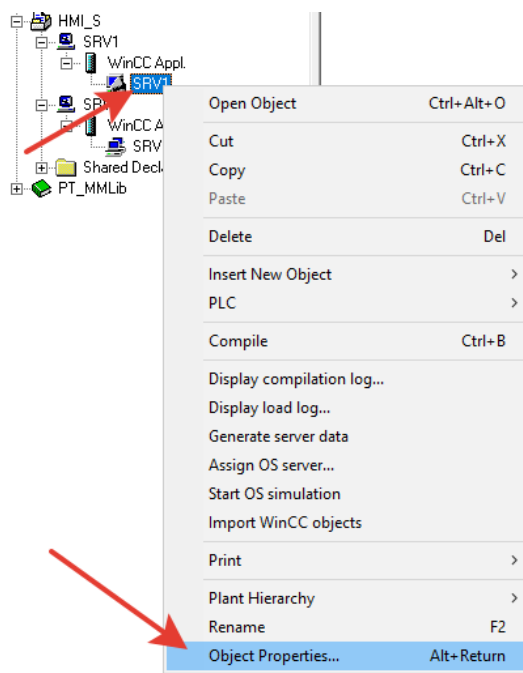
Загрузка по изменениям подразумевает загрузку только изменённых частей программного кода, и не требует остановки ПЛК. Метка времени не обновляется.

3.7 Загрузка проектов ЧМИ

Загрузка прикладного ПО после компиляции на соответствующую станцию означает перенос программного кода и графических элементов на диск станции, обновление структур баз данных.

Исполнение прикладного ПО выполняется при работающей среде WinCC Runtime.

Пошаговая инструкция по загрузке проекта ЧМИ представлена ниже:



Первичным действием, необходимым для загрузки, является определение места нахождения целевого проекта ЧМИ.

Для этого необходимо в структуре мультипроекта выбрать необходимый проект, и нажать правой кнопкой мыши на пиктограмме станции ЧМИ.

Во всплывающем меню выбираем пункт («**Object Properties**»).

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

The screenshot shows the WinCC Graphics Designer interface. On the left is a project tree with folders like NLMK_GH, GH_LD1, GH_LD2, HMI_C, HMI_S, SRV1, SRV2, Shared Declarations, and PT_MMLib. On the right is a table with columns: Object name, PH Assignment, Type, Size, Author. Below the table is a dialog box titled 'Properties - OS: SRV1' with a 'Target OS and Standby OS Computer' tab. The dialog box contains the following fields and controls:

Object name	PH Assignment	Type	Size	Author
Cooling	PLC_LD1\Cooling	Picture	270848	
DomeControl	PLC_LD1\DomeControl	Picture	270848	
Hydraulic	PLC_LD1\Hydraulic	Picture	270848	

Properties - OS: SRV1

General Target OS and Standby OS Computer

Path to the Target OS Computer
\\SRV1L1\Project\SRV1\SRV1.mcp Search ...

Symbolic computer name
SRV1L1

Standby OS
SRV1_StBy

Create/update archive tags
 Transfer to external archive server

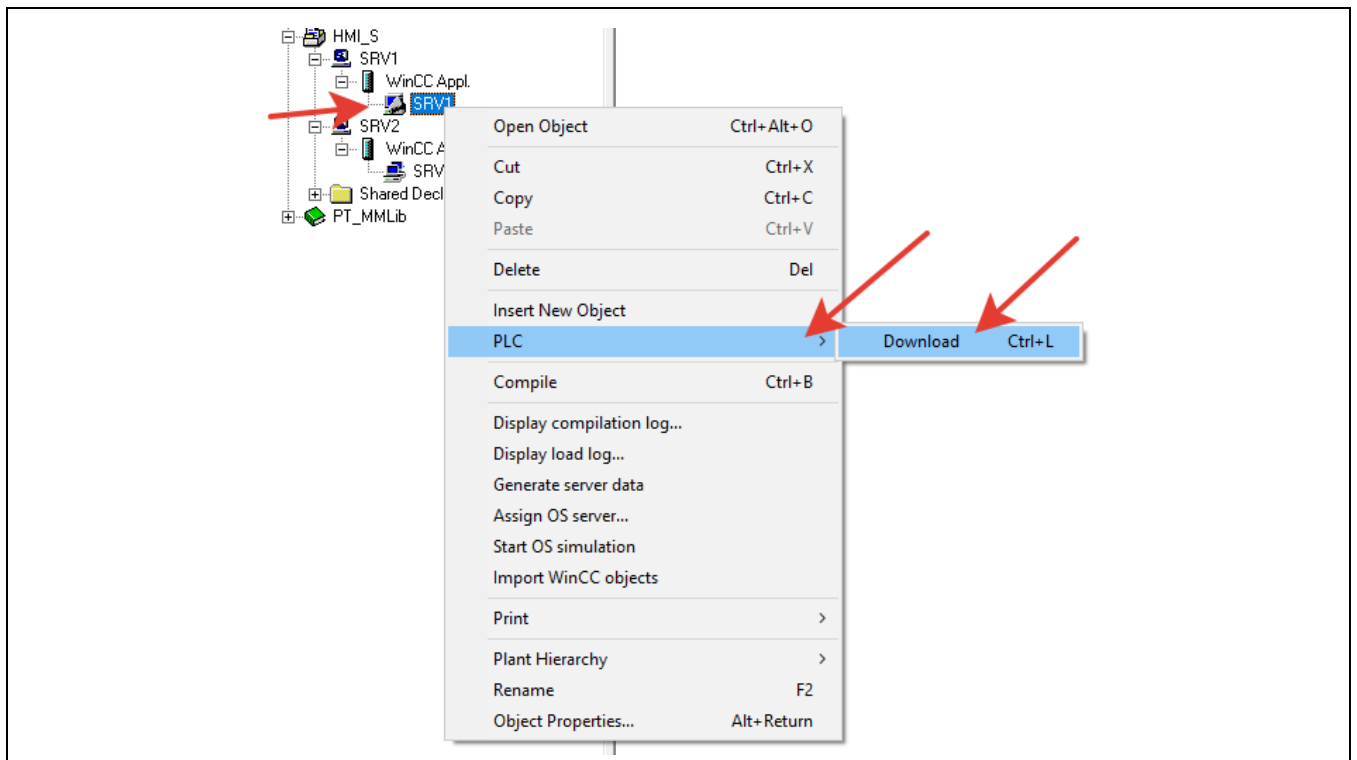
OK Apply Cancel

Во всплывающем окне на закладке «Целевая станция» («Target OS and Standby OS Computer»), нажимаем кнопку поиска («Search»).

В проводнике сети находим исполняемый файл целевой станции (*.mcp).

Целевая станция выбирается один раз и впоследствии не требуется повторения этой операции перед каждой загрузкой.

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)



В структуре мультипроекта выбирается проект ЧМИ, для которого необходимо выполнить загрузку ПО.

Правой кнопкой мыши нажимаем на пиктограмме станции ЧМИ.

В раскрывшемся меню выбираем пункт «**PLC**».

Из выпадающего меню выбираем пункт «**Download**».

Если на целевой станции проект выполнялся, он остановится, а после успешной загрузки запустится **ВНОВЬ**.

4 Базовые принципы проекта ПЛК

4.1 Структура каталогов

В рамках мультипроекта проекты ПЛК и ЧМИ разделяются по отдельным папкам.

Object name	Symbolic name	Type
Hardware	...	Station configuration
PLC_LD2	...	CPU
PLC_LD2(1)	...	CPU

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

Каждая папка проекта ПЛК, включает в себя компоненты:

- Конфигурация аппаратных средств ПЛК (модули, УВВ, сетевые интерфейсы);
- Конфигурации отдельных элементов аппаратных средств (настройки ЦПУ, модулей, адресные пространства);
- Программный код ПЛК (и ПО модулей, если применимо);

The image displays three screenshots of the SIMATIC Manager software interface, illustrating the project structure for NLMK_GH. Each screenshot shows a tree view on the left and a corresponding table on the right.

1. NLMK_GH (Component View) -- E:_Project\NLMK_GH_MP\NLMK_GH

Object name	Symbolic name	Type
Sources	...	Source folder
Blocks	...	Block Folder Offline
Charts	...	Chart folder
Symbols	...	Symbol table

2. NLMK_GH (Plant View) -- E:_Project\NLMK_GH_MP\NLMK_GH

Object name	AS Assignment	...
Cooling	GH_LD1\PLC_LD1\GH_LD1\Charts	...
DomeControl
Hydraulic	GH_LD1\PLC_LD1\GH_LD1\Charts	...
ValveBench

3. NLMK_GH (Process Object View) -- E:_Project\NLMK_GH_MP\NLMK_GH

General | Charts | Blocks | Parameters | Signals | Messages | OS variables

Filter by column: < No filter > Display:

	Hierarchy	Name	Comment	Type	Pr...
1	PLC_LD1\Cooling\	TE101		CFC	
2	PLC_LD1\Cooling\	MA101	Cooling pu...	CFC	
3	PLC_LD1\Hydraulic\	TT011	Hydraulic s...	CFC	
4	PLC_LD1\Hydraulic\	PT211	Hydraulic s...	CFC	
5	PLC_LD1\Hydraulic\	MA201	Pump 1 mo...	CFC	

В зависимости от выбранного представления проекта – Component View, Plant View и Process Object View - программа ПЛК и ее компоненты имеют различный вид. Подкаталог программного обеспечения в представлении компонентов проекта ПЛК (**Component View**) включает в себя:

- Программные функции (исходный код) на языке SCL (**«Sources»**);
- Программные блоки и функции ПЛК (**«Blocks»**);
- Функциональные диаграммы (чарты) CFC (**«Charts»**);
- Текстовые библиотеки и предопределенные списки (если необходимо);
- Таблицы символьных обозначений внутренних/внешних переменных.

Программа ПЛК в представлении установки (**Plant View**) отображает иерархическую структуру подсистемы установки (**Plant hierarchy**), алгоритмы для которой содержатся в CFC чартах.

Программа ПЛК в представлении Объектов процесса (**Process Object View**) также отображает иерархическую структуру подсистем установки (**Plant hierarchy**), но все объекты и их параметры представлены в табличном виде.

4.2 Представления программного кода ПЛК

The screenshot displays the SIMATIC Manager interface. On the left, the Project Explorer shows the hierarchy: NLMK_GH (Component View) -- E:_Project\NLMK_GH_MP1\NLMK_GH. Underneath, there are folders for GH_LD1, GH_LD2, GH_SwOV, HMI_C, HMI_S, and PT_MMLib. The GH_LD1 folder is expanded, showing sub-folders for PLC_LD1, Sources, Blocks, Charts, and Text Libraries. The PLC_LD1 folder is further expanded to show a sub-folder GH_LD1, which contains the SCL source file FB4140_Seq. Red arrows point from the Project Explorer to the Object Browser and then to the SCL editor window.

Object name	Symbolic name	Type	Size	Author	Last modified	Comment
FB4092_D_Trig	...	SCL source	1346		07/10/2021 12:28:34 PM	
FB4103_CPU_LEDs	...	SCL source	11522		07/10/2021 10:42:00 AM	
FB4120_ScaMal	...	SCL source	1827		07/10/2021 08:54:30 AM	
FB4130_ILK16_V1.6	...	SCL source	49668		07/10/2021 09:51:40 AM	
FB4134_FaContr	...	SCL source	31085		08/10/2021 02:22:26 PM	
FB4140_Seq	...	SCL source	52573		07/10/2021 12:18:30 PM	
FB4141_SeqCheck	...	SCL source	21315		07/10/2021 12:19:22 PM	
FB4406_Filter_Seq	...	SCL source	43661		01/18/2023 09:11:48 PM	
FC4122_ANYToW...	...	SCL source	1651		07/10/2021 09:55:32 AM	
FC4124_WordToA...	...	SCL source	1629		07/10/2021 09:57:24 AM	

The SCL editor window shows the following code:

```
TITLE = 'Sequence for 20 steps'  
//  
// Sequence for 20 steps with jump  
//  
VERSION : '1.1'  
AUTHOR : PT  
NAME : Seq  
FAMILY : Sequence  
  
// Block Parameters  
VAR_INPUT  
    Auto : BOOL; // Auto mod;  
    SemiAuto : BOOL; // SemiAuto  
    Manual : BOOL; // Manual m;
```

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

Программные функции (исходный код) на языке SCL («Sources»).

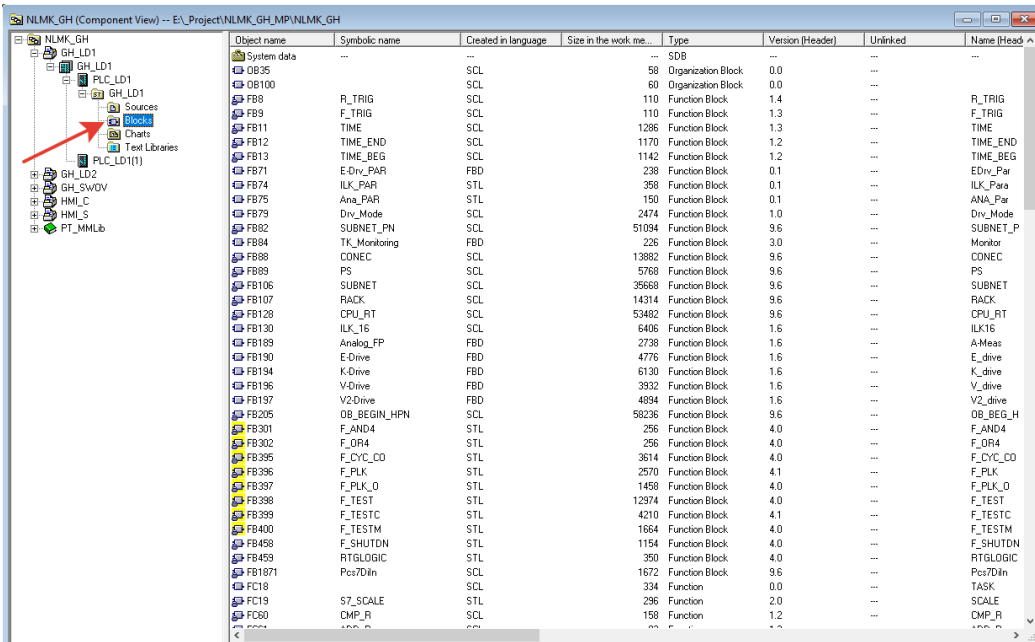
SCL – язык программирования высокого уровня, базируемый на стандарте DIN EN-61131-3, определяющем требования к языкам программирования ПЛК.

В рамках проекта программный код на языке SCL используется для написания прикладных функций общего назначения.

Исходный текст на языке SCL компилируется в соответствующие блоки ПЛК (FC, FB, DB, UDT и т.п.) в папке «Blocks», из чего следует, что программный код SCL не загружается в ПЛК в явном виде.

Отсутствие исходного кода SCL соответствующих программных блоков не сказывается на работоспособности самих блоков, но существенно усложняет читаемость и редактирование блоков.

При компиляции SCL программного кода в блоки FB и FC, соответствующие блоки создаются с использованием низкоуровневого языка STL.



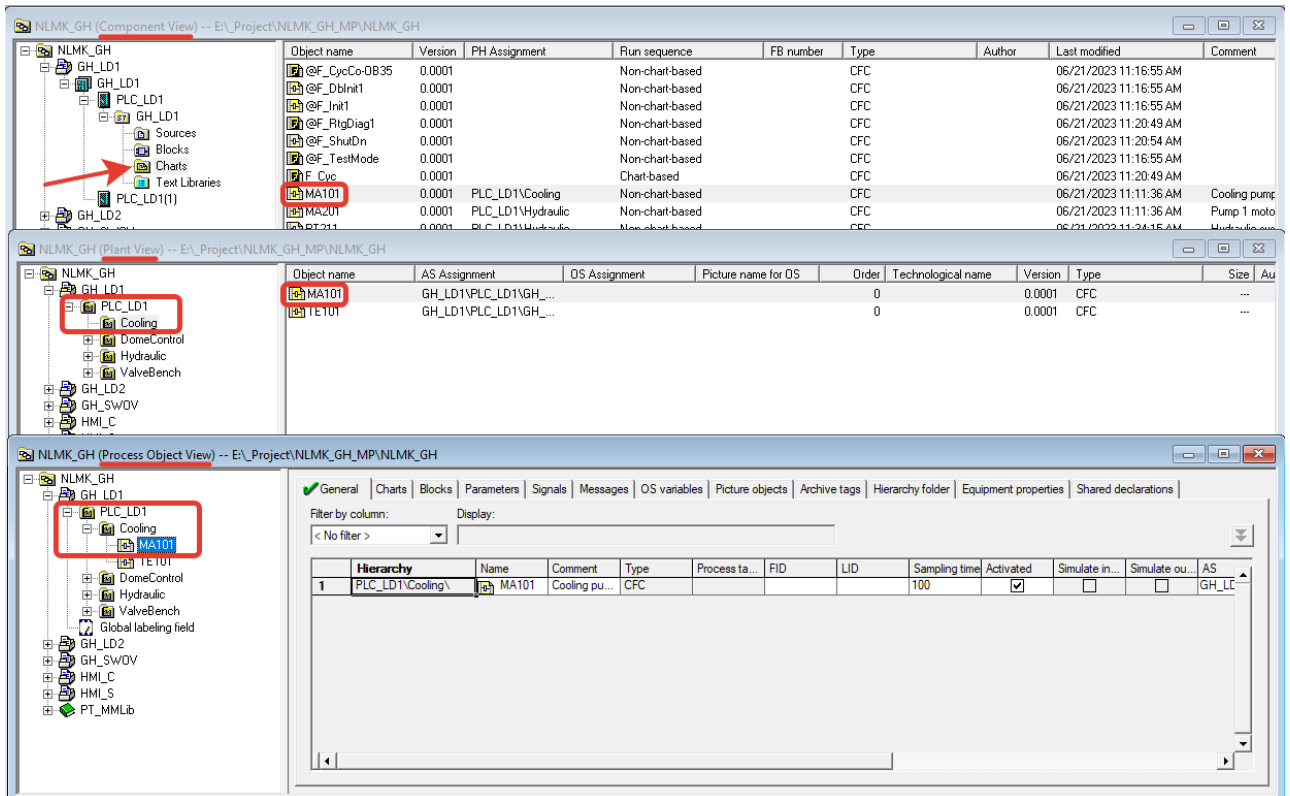
The screenshot displays the SIMATIC Manager interface. On the left, the project tree shows the 'Sources' folder under the 'PLC_LD1' component, with a red arrow pointing to it. The main window shows a table of SCL function blocks with the following columns: Object name, Symbolic name, Created in language, Size in the work me..., Type, Version (Header), Unlinked, and Name (Head ^).

Object name	Symbolic name	Created in language	Size in the work me...	Type	Version (Header)	Unlinked	Name (Head ^)
System data	---	---	---	SDB	---	---	---
OB35	---	SCL	58	Organization Block	0.0	---	---
OB100	---	SCL	60	Organization Block	0.0	---	---
FB8	R_TRIG	SCL	110	Function Block	1.4	---	R_TRIG
FB9	F_TRIG	SCL	110	Function Block	1.3	---	F_TRIG
FB11	TIME	SCL	1286	Function Block	1.3	---	TIME
FB12	TIME_END	SCL	1170	Function Block	1.2	---	TIME_END
FB13	TIME_BEG	SCL	1142	Function Block	1.2	---	TIME_BEG
FB71	E_Drv_PAR	FBD	238	Function Block	0.1	---	EDrv_Par
FB74	ILK_PAR	STL	358	Function Block	0.1	---	ILK_Para
FB75	Ana_PAR	STL	150	Function Block	0.1	---	ANA_Par
FB79	Drv_Mode	SCL	2474	Function Block	1.0	---	Drv_Mode
FB82	SUBNET_PN	SCL	51094	Function Block	9.6	---	SUBNET_P
FB84	TK_Monitoring	FBD	226	Function Block	3.0	---	Monitor
FB88	CDNEC	SCL	13882	Function Block	9.6	---	CDNEC
FB89	PS	SCL	5768	Function Block	9.6	---	PS
FB106	SUBNET	SCL	39688	Function Block	9.6	---	SUBNET
FB107	RACK	SCL	14314	Function Block	9.6	---	RACK
FB128	CPU_RT	SCL	53482	Function Block	9.6	---	CPU_RT
FB130	ILK_16	SCL	6406	Function Block	1.6	---	ILK16
FB188	Analog_FP	FBD	2738	Function Block	1.6	---	AMeas
FB190	E-Drive	FBD	4776	Function Block	1.6	---	E_drive
FB194	K-Drive	FBD	6130	Function Block	1.6	---	K_drive
FB196	V-Drive	FBD	3932	Function Block	1.6	---	V_drive
FB197	V2-Drive	FBD	4894	Function Block	1.6	---	V2_drive
FB205	OB_BEGIN_HPN	SCL	58236	Function Block	9.6	---	OB_BEG_H
FB301	F_AND4	STL	256	Function Block	4.0	---	F_AND4
FB302	F_OR4	STL	256	Function Block	4.0	---	F_OR4
FB395	F_CYC_CD	STL	3614	Function Block	4.0	---	F_CYC_CD
FB396	F_PLK	STL	2570	Function Block	4.1	---	F_PLK
FB397	F_PLK_O	STL	1458	Function Block	4.0	---	F_PLK_O
FB398	F_TEST	STL	12974	Function Block	4.0	---	F_TEST
FB399	F_TESTC	STL	4210	Function Block	4.1	---	F_TESTC
FB400	F_TESTM	STL	1684	Function Block	4.0	---	F_TESTM
FB458	F_SHUTDOWN	STL	1154	Function Block	4.0	---	F_SHUTDOWN
FB459	RTLLOGIC	STL	350	Function Block	4.0	---	RTLLOGIC
FB1871	Pos7DIn	SCL	1672	Function Block	9.6	---	Pos7DIn
FC18	---	SCL	334	Function	0.0	---	TASK
FC19	S7_SCALE	STL	296	Function	2.0	---	SCALE
FC80	CMP_R	SCL	198	Function	1.2	---	CMP_R

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

Программные блоки и функции ПЛК («Blocks»).

Программные блоки, это рабочий вариант программного кода ПЛК. Именно программные блоки загружаются в память ПЛК и интерпретируются процессором в машинные команды.



Функциональные диаграммы (чарты) CFC («Charts»).

Графический редактор CFC используется для объединения заранее подготовленных программных блоков ПЛК, с целью получить структуру передачи данных и команд, описывающую общую техническую функциональность объекта автоматизации в целом.

В CFC используются, как блоки и функции из подкаталога «Blocks», так и библиотечные.

В рамках проекта основная часть функционала программного обеспечения выполнена с использованием CFC.

Чарты должны быть созданы в соответствующей папке иерархии в Plant View, после чего доступ к ним есть из любого представления проекта.

4.3 Точки входа в программу

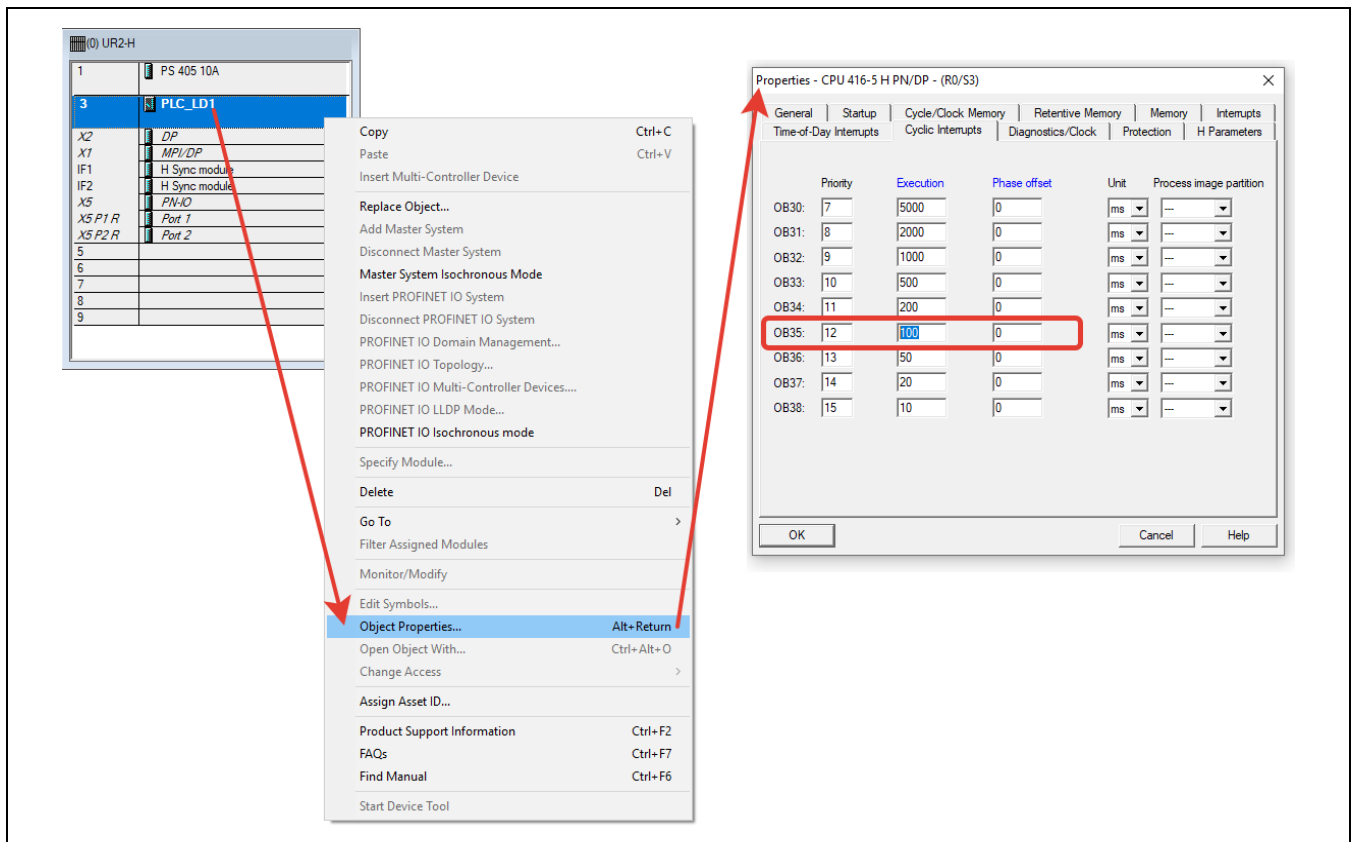
На уровне ПЛК в режиме RUN выполняются две программы:

- Программа операционной системы;

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа
(Газгольдер)

<ul style="list-style-type: none">• Пользовательская программа.	
<p>Программа операционной системы обеспечивают задачи функционирования аппаратной базы ПЛК, такие как:</p> <ul style="list-style-type: none">• Обработка запуска и перезапуска ПЛК;• Обновление образов входов/выходов;• Управление памятью;• Коммуникации с другими компонентами системы автоматизации;• Обработка ошибок;• Обработка прерываний;• Вызов пользовательской программы. <p>Программа операционной системы носит специализированный характер, и её описание выходит за рамки данного руководства.</p>	
<p>Пользовательская программа (прикладное ПО) предназначена для обработки данных процесса и выдачи управляющих воздействий.</p> <p>В общем, пользовательской программой можно назвать набор программных блоков (OB, FC, FB, DB), загружаемых программистом в ПЛК.</p>	
<p>Запуск обработки программных блоков FB и FC происходит в организационных блоках OB.</p> <p>Начальной точкой входа в программу в контроллерах S7 обычно является организационный блок OB1. Если он отсутствует, то вызывается организационный блок с самым высоким приоритетом.</p> <p>Вызов OB1 осуществляется циклически. Тем самым «началом» цикла исполнения пользовательской программы является первая функциональная строка OB1, а «окончанием» цикла, соответственно, последняя.</p> <p>Организационный блок OB1 имеет низкий приоритет исполнения, и его выполнение может прерываться организационными блоками прерываний.</p>	

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)



Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

В рамках проекта пользовательское программное обеспечение располагается, помимо ОВ1, в организационных блоках циклических прерываний по времени.

Организационные блоки с номерами от 30 до 38 вызываются каждый в заданный промежуток времени.

Например, ОВ35, по умолчанию, вызывается каждые 100 миллисекунд процессорного времени, и имеет более высокий приоритет, чем ОВ34, вызываемый каждые 200 миллисекунд.

Тем самым последовательность вызова пользовательской программы, в общем виде, может быть описана следующим примером:

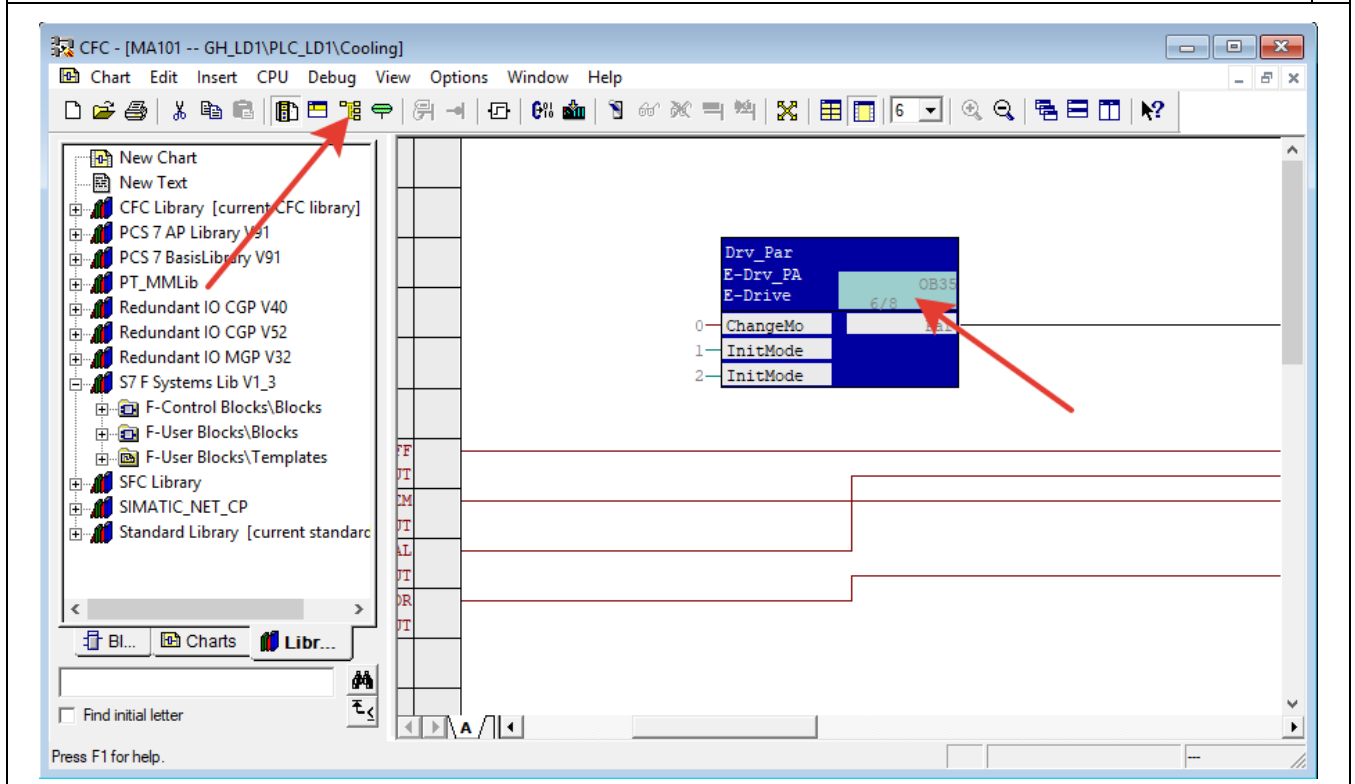
1. Начало цикла. Вызов ОВ1,
2. Исполнение ОВ1,
3. Прерывание ОВ1 блоком ОВ35 через 100 мсек. реального процессорного времени,
4. Исполнение ОВ35,
5. Возврат к исполнению ОВ1,
6. Прерывание ОВ1 блоком ОВ34 через 200 мсек. реального процессорного времени,
7. Возврат к исполнению ОВ1,
8. Окончание выполнения ОВ1. Конец цикла.

Помимо циклически вызываемых ОВ, существуют также организационные блоки аппаратных прерываний, и прерываний по факту детектирования ошибок. Данные ОВ также прерывают работу циклического блока ОВ1.

4.4 Последовательность вызова

В рамках проекта, основная часть программной логики ПЛК, выполнена с использованием редактора CFC.

В CFC последовательность вызова блоков не совпадает с их представлением на экране (листе), и описывается последовательностью запуска («Run sequence»).



Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

Представление блока или функции чарта CFC указывает на точку вызова данного конкретного блока.

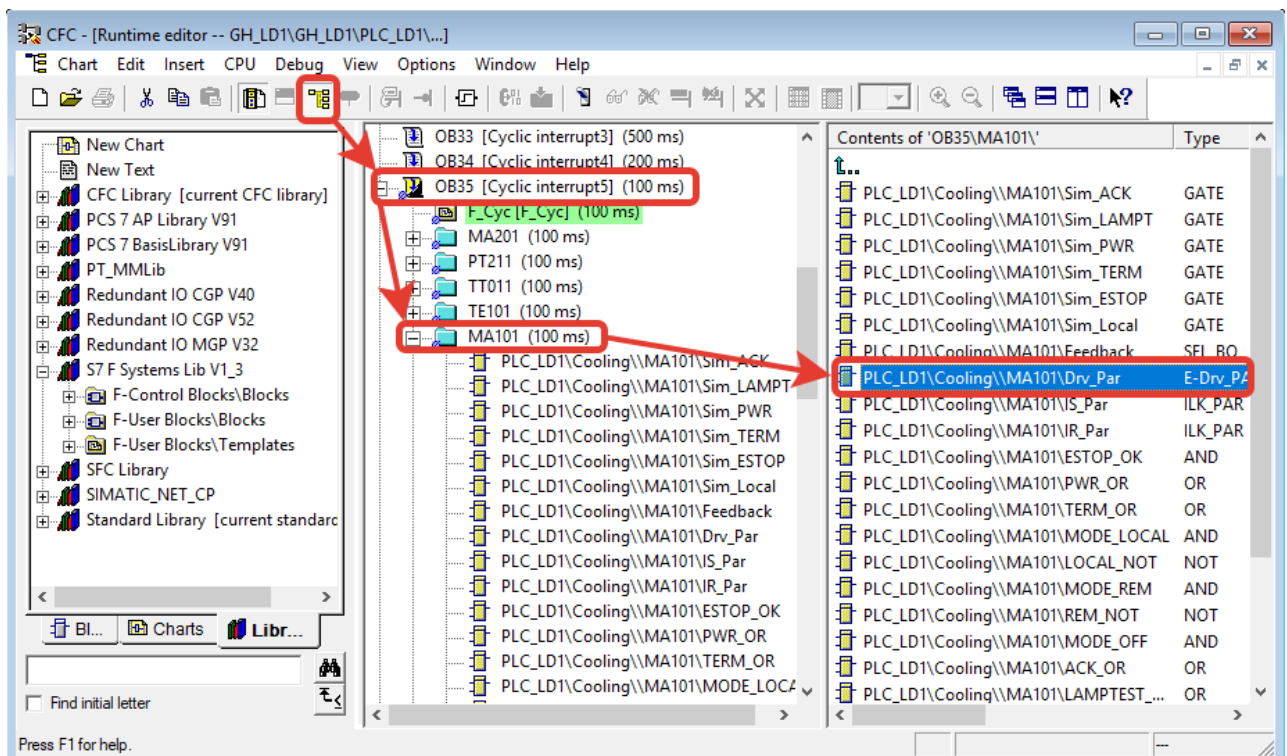
На блоке, в специальном информационном поле, указывается принадлежность точки вызова к организационному блоку ОВ.

Далее, через «/» указывается очередь вызова:

- Левая цифра – группа вызова (если применимо), начиная от начала очереди вызова соответствующего ОВ. Если программный блок не принадлежит ни к одной группе, то левой цифрой будет указываться номер его собственного вызова в очереди.
- Правая цифра – номер вызова в группе, начиная от начала очереди вызова соответствующей группы.

Тем самым два блока, стоящих рядом на листе чарта, могут вызываться в совершенно разных участках пользовательской программы.

Данный факт необходимо учитывать для обеспечения достоверности передачи сигналов от блока источника к блоку приёмнику.



Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)

При двойном щелчке левой кнопки мыши на специальном информационном поле блока, либо по нажатию на пиктограмме («**Run sequence**»), открывается редактор последовательности запуска.

В дереве очереди запуска представлены все организационные блоки, существующие в рамках проекта ПЛК.

В выпадающих списках представлены группы и блоки, вызываемые в возрастающем порядке.

В данном редакторе, с помощью стандартного перетаскивания мышью, можно менять как принадлежность программных блоков к блокам организационным, так и менять очередь вызова каждого отдельного блока.

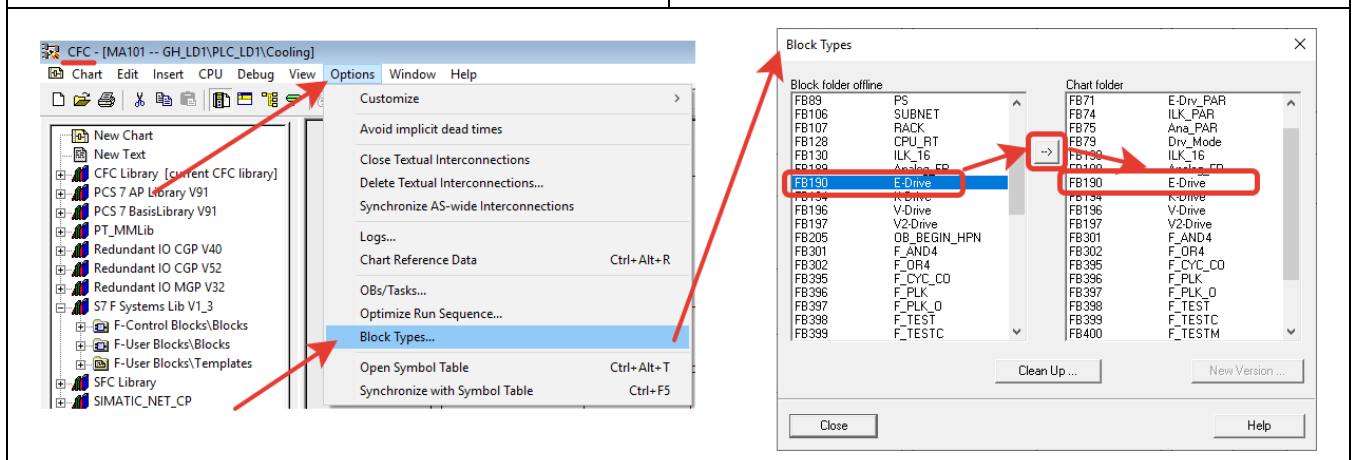
4.5 Блок-типы программы

В проекте ПЛК SIMATIC PCS7 функциональные блоки (FB) используются как Блок-типы в чартах.

Для использования в чарте пользовательского Блок-Типа или при изменении интерфейса FB, соответствующий блок требуется перенести в Chart Folder, как показано на изображении ниже.

Typical templates consist of the processing logic for the process control system elements using **Block Type**.

User Block Type must be placed in Chart Folder to be available for charts or if FB's interface has been modified. Addition/update in Chart folder is shown on picture below.



5 Функциональные библиотечные блоки MMLib

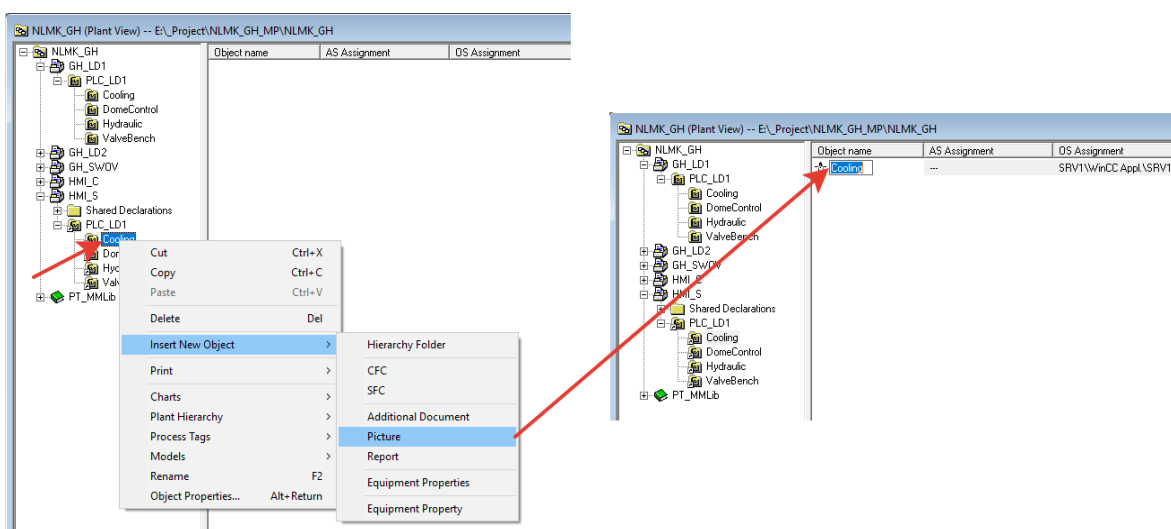
5.1 Общая информация

<p>Блоки, используемые в проекте системы автоматизации, перечислены ниже:</p> <ul style="list-style-type: none">• Входной/выходной цифровой сигнал;• Входной/выходной аналоговый сигнал;• Электромагнитные клапаны с/без конечных выключателей;• Моторы;• Насосы;• Автоматическая последовательность работы группы оборудования;• Блок ПИД-регулятора.	
<p>Описание функциональных блоков библиотеки MMLib приведено ниже в таблицах и содержит следующие параметры:</p> <ul style="list-style-type: none">• Входы и выходы блока Шаблона;• Основные параметры Шаблона (если применимо);• Основные программные блоки, используемые в Шаблоне;• Сообщения ЧМИ;• Интерфейс управления с внешней логикой;• Интерфейс сигналов состояния с внешней логикой.	

5.2 Представление элементов библиотеки на ЧМИ / HMI library icon selection

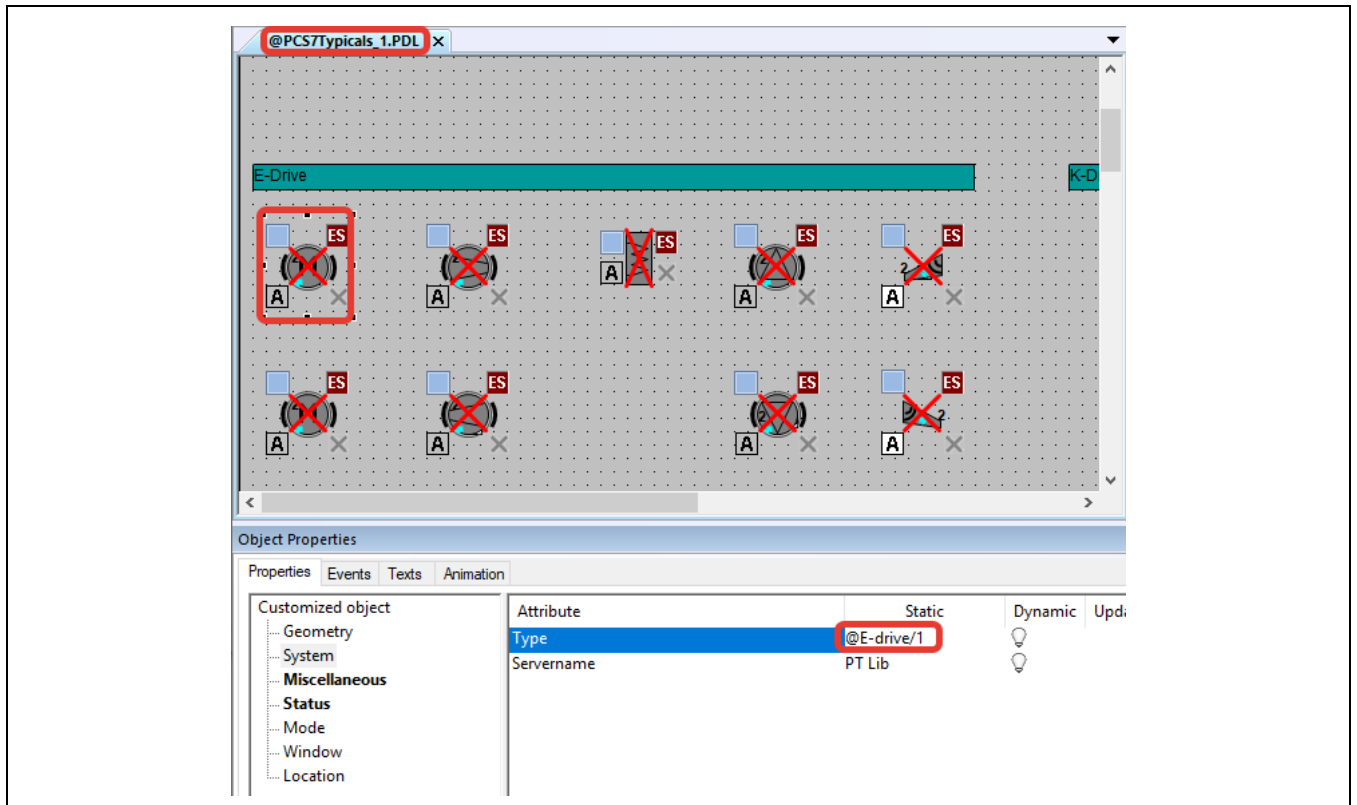
При компиляции проекта ЧМИ на экранах создаются экземпляры объектов управления системы автоматизации, в проекте SIMATIC PCS7 называемые Блок-Символы (**Block Icon**).

Для того, чтобы выполнялось автоматическое создание блок-символов и привязку к ним тегов, требуется наличие в папке иерархии проекта в Представлении установки создать Картинку (**Picture**), как показано ниже.



В проекте ЧМИ должна быть картинка с шаблонами блок-символов используемой библиотеки. У каждого шаблона блок-символа имеется свойство **Type**, значение в котором уникально для библиотеки и данного типа. На изображении ниже показан экран **@PCS7Typicals_1.PDL**, на котором представлена коллекция шаблонов объектов управления. Свойство **Type** содержит имя типа функционального блока из чарта, а также уникальный идентификатор блок-символа после символа “/”.

Прикладное программное обеспечение системы сбора и хранения конвертерного газа (Газгольдер)



Для того, чтобы на картинке были созданы блок-символы в чарте программы ПЛК, в свойствах блока, должна быть активирована опция "Create block icon" и задано значение идентификатора блок-иконки с экрана шаблонов.

