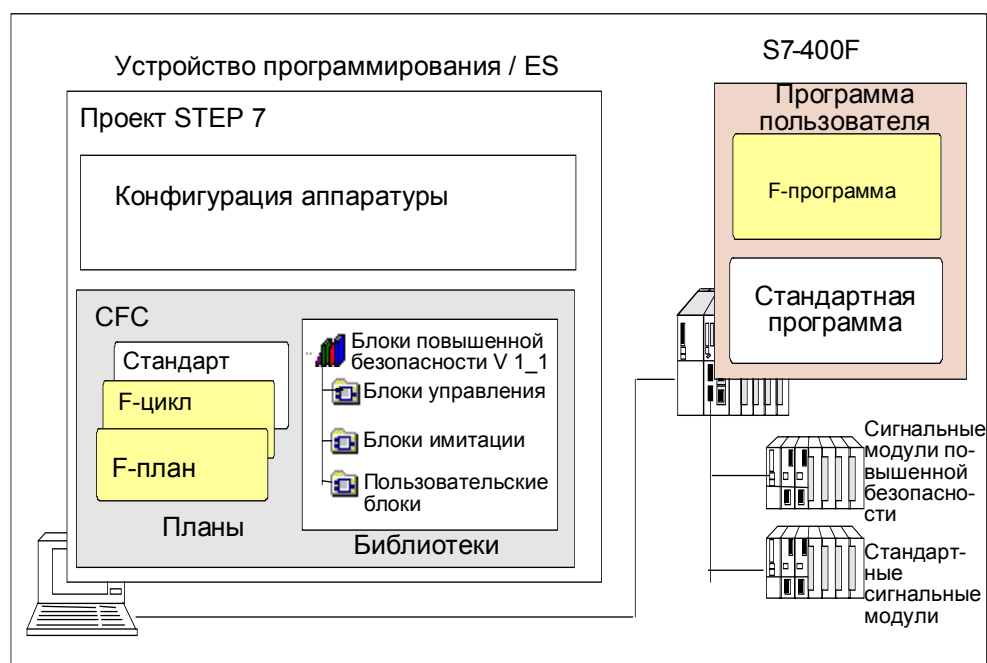


5 Программирование

5.1 Обзор

5.1.1 Структура F-программы

Следующий рисунок схематически представляет структуру F-программы в устройстве программирования/ES и CPU:



Программа пользователя в CPU обычно состоит из стандартного раздела и раздела обеспечения безопасности. Функции обеспечения безопасности программируются в CFC с помощью **отказобезопасных блоков**.

5.1.2 Блоки F-программы

Отказобезопасные блоки

F-программа может содержать следующие отказобезопасные блоки:

- Отказобезопасные блоки, которые могут быть вставлены пользователем (**отказобезопасные блоки пользователя**)

Отказобезопасные блоки пользователя	Функция
Отказобезопасный драйвер	
F_CH_DI F_CH_AI F_CH_DO	Драйвер канала для входных и выходных сигналов сигнальных модулей повышенной безопасности
Преобразование	
F_BO_FBO F_I_FI F_R_FR F_TI_FTI	Преобразование стандартных типов данных в F-типы данных
F_FBO_BO F_FI_I F_FR_R F_FTI_TI	Преобразование F-типов данных в стандартные типы данных
F_QUITES	Отказобезопасное квитирование через ES/OS
Системные отказобезопасные блоки	
F_S_BO, F_S_R F_R_BO, F_R_R	Обмен данными между исполняемыми F-группами
F_START	Сообщает о холодном или теплом пуске
F_CYC_CO	Контроль времени F-цикла
Обмен данными	
F_SENDBO, F_SENDR F_RCVBO, F_RCVR	Обмен данными с F-программами на других CPU

Кроме того, имеются также отказобезопасные блоки для таких стандартных функций, как арифметические, логические, мультиплексирование и т.д. Полный список отказобезопасных блоков можно найти в Приложении.

- Блоки управления, которые автоматически вставляются командой меню или во время компиляции (**отказобезопасные блоки управления**)

Отказобезопасные блоки управления	Функция
F_M_DI4 F_M_DI8 F_M_AI6 F_M_DO10	Отказобезопасный драйвер модуля для обмена данными с сигнальными модулями повышенной безопасности с использованием ProfiSafe
F_PLK F_PLK_O	Контроль исполнения логической программы и контроль потока данных
F_TESTC	Контроль самотестирования операционной системы
F_TEST	Самотестирование, выполняемое в каждом цикле циклического прерывания
F_TESTM	Включение и выключение режима обеспечения безопасности

- Блоки имитации (**блоки имитации F-программы**), используемые при имитации F-программы в режиме offline с помощью PLCSim.

Библиотеки с различными версиями

В устройстве программирования или в системе разработки одновременно может существовать несколько версий библиотеки "Failsafe Blocks [Отказобезопасные блоки]". Однако F-программа может содержать блоки только одной и той же версии. Программы, содержащие блоки из библиотек с разными версиями, не могут быть скомпилированы.

5.2 Создание F-программ

5.2.1 Указания по безопасности для программирования

- F-программа может быть скомпилирована для исполнения только на CPU, способном выполнять такие программы (напр., CPU 417-4H).
- F-программа должна быть создана в CFC с помощью специальных отказобезопасных блоков из библиотеки **Failsafe Blocks [Отказобезопасные блоки]**. Имя библиотеки не должно изменяться.
- Во время компиляции F-программа автоматически изменяется, и к ней добавляются разделы, необходимые для обеспечения безопасности. Это измененные значения параметров и дополнительные блоки. Эти изменения видны в схеме CFC.



Указание по безопасности

Нельзя изменять положения, взаимные соединения и параметризацию отказобезопасных блоков, выполненные автоматически во время компиляции!

- Нельзя воздействовать на структурные компоненты COMPLEM и PARID F-типов данных.
- Нельзя изменять вставленные автоматически блоки управления.
- Нельзя включать в систему соединений или присваивать значения параметрам, не видимым в отказобезопасных блоках, и параметрам, помеченным как несоединяемые (UDA s7_visible, s7_link).

Нельзя манипулировать отказобезопасными блоками (удалять, вставлять) в режиме offline или online в папке блоков.

Изменения в режиме online отказобезопасных входов/выходов в SIMATIC Manager, выполненные, например, путем управления переменными или принудительно, недопустимы и вызовут переход CPU в STOP.

Отказобезопасные данные ввода или вывода (F-типы данных) блока должны изменяться только в режиме offline.

Когда активизирован режим обеспечения безопасности, нельзя непосредственно воздействовать на F-программы! Параметры обеспечения безопасности можно вводить:

- из стандартной программы, используя отказобезопасные блоки преобразования, с дополнительным контролем достоверности
- в режиме тестирования CFC и с деактивизированным режимом обеспечения безопасности.

Если вы не выполняете эти указания по безопасности, то вы также рискуете, что CPU перейдет в STOP.

Замечания о работе с CFC



Указание по безопасности

Сжатие программ CFC изменяет общий контрольный код программы!

Если программа должна быть сжата, то выполняйте сжатие **до ее приемки**.

Отказобезопасные блоки из библиотеки **Failsafe Blocks** выделены в схеме CFC цветом. Они окрашены в желтый цвет, чтобы обратить внимание на то, что речь идет о программе обеспечения безопасности.

Схемы CFC и исполняемые группы с отказобезопасными блоками имеют желтый цвет и помечены символом "F", чтобы отличит их от схем и исполняемых групп стандартной программы.

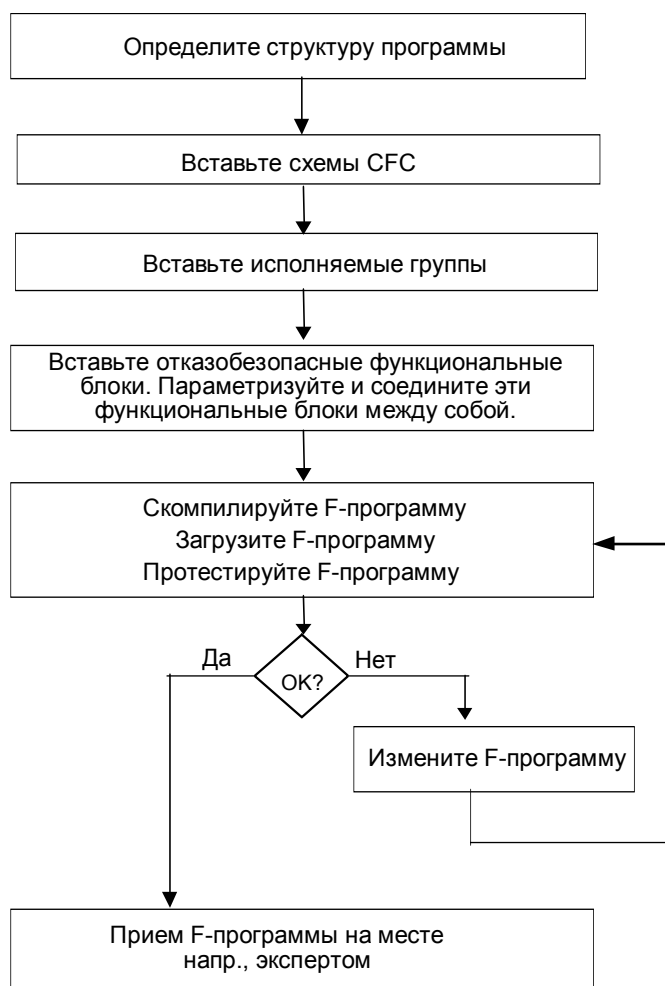
5.2.2 Создание F-программы – основная последовательность действий

Предпосылки

- В SIMATIC Manager должна быть создана структура проекта. F-программа пользователя должна быть назначена CPU, способному выполнять такие программы (напр., CPU 417- 4H).
- Под программой S7 должна быть создана папка для схем.
- Должны быть сконфигурированы и параметризованы аппаратные компоненты проекта и, в частности, CPU и сигнальные модули повышенной безопасности.

Основная последовательность действий

При создании F-программы пользователя применяется следующая основная последовательность действий:



5.2.3 Определение структуры программы

Правила для структуры программы

При проектировании программы пользователя для S7-400F/FH необходимо соблюдать следующие правила:

- Внутри CPU можно комбинировать стандартные разделы и разделы F-программы. Необходимо, однако, обеспечить, чтобы в разделе F-программы содержались только отказобезопасные блоки.
- F-программа должна быть размещена в отдельных схемах, в которых нет стандартных блоков. Для каждого класса приоритета допустимо иметь несколько схем с отказобезопасными блоками (задача или OB).
- Исполняемые группы с отказобезопасными блоками могут назначаться только циклическим прерываниям OB3х (от OB 30 до OB 38).
- Все блоки в схеме, за исключением драйвера модуля, должны размещаться в одной и той же исполняемой группе. Однако исполняемая группа может содержать блоки из нескольких схем. Исполняемые группы с отказобезопасными блоками не могут содержать никаких стандартных блоков.
- Обратиться к сигнальным модулям повышенной безопасности в F-программе можно только через отказобезопасные драйверы каналов, которые предоставляют сигналы процесса в безопасном формате данных.
- Начиная примерно с 1000 блоков, F-программу необходимо распределить по нескольким исполняемым F-группам; иначе ее нельзя скомпилировать.

Спецификации для F-программы

При проектировании программы пользователя для S7-400F/FH вы должны также принять следующие решения в дополнение к тем, которые необходимы для стандартной системы:

- Какие разделы программы пользователя должны быть отказобезопасными?
Вы должны создать отдельные схемы CFC и исполняемые группы для этих разделов программы пользователя.
- Какие циклические прерывания OB3х должны быть назначены отказобезопасным разделам программы пользователя? С какими приоритетами и временами цикла?
Вы должны спроектировать эти OB для CPU.

Замечание

Вы можете увеличить производительность программы, удалив функции, не связанные с обеспечением безопасности из раздела обеспечения безопасности программы и оставив их в стандартном разделе программы. Сюда, в частности, относятся такие функции, как составление отчетов, контроль и т.д.

При распределении функций между стандартным разделом программы и разделом обеспечения безопасности обратите внимание, что легче изменять и загружать в CPU стандартный раздел программы. Изменения в стандартном разделе обычно не требуют приемки.

Для отказоустойчивых систем

В отказоустойчивых системах повышенной безопасности FN одно или несколько отдельных циклических прерываний с высоким приоритетом следует зарезервировать для F-программы. Это необходимо, чтобы предотвратить инициализацию контроля времени в случае переключения главный/резервный. Для этого вы должны спроектировать циклические прерывания OB3x, предоставляемые F-программе, с приоритетом > 15 в закладке "Cyclic Interrupts [Циклические прерывания]" в свойствах CPU. Затем в эти OB не следует помещать стандартные блоки.

5.2.4 Вставка схем CFC

Правила для схем CFC F-программы

Обратите, пожалуйста, внимание, что для раздела обеспечения безопасности программы пользователя должны быть созданы отдельные схемы.

Для F-программы требуется не менее двух схем:

- Одна схема для контроля времени F-цикла каждого OB циклических прерываний у F-программы
- Одна или более схем для остальных разделов F-программы.

Последовательность действий

Отдельные схемы CFC можно создавать в папке схем обычным способом:

- Выбрав команду меню **Insert > S7 Software > CFC [Вставить > Программное обеспечение S7 > CFC]** в SIMATIC Manager
- Выбрав команду меню **Chart > New [Схема > Новая]** в редакторе CFC

Иерархические схемы

Чтобы структурировать программу в соответствии, например, с аспектами, относящимися к процессу, вы можете использовать иерархические схемы CFC. Это дает вам возможность использовать уже имеющиеся решения так часто, как вы хотите. Вы можете узнать, как создавать иерархические схемы CFC, назначать им входы/выходы и вставлять их в другие схемы CFC, в системе оперативной помощи CFC.

Замечание

Если вы вкладываете схему в другую схему, вы должны обеспечить, чтобы блоки схемы нижнего уровня находились в той же исполняемой группе, что и блоки схемы верхнего уровня (основной схемы). Если необходимо, переместите их. В противном случае вы получите сообщение об ошибке при компиляции F-программы.

Выходы схемы нижнего уровня, не соединенные внутренне, не могут быть далее соединены в схеме верхнего уровня.

5.2.5 Вставка исполняемых групп

Правила для исполняемых групп F-программы

- Отказобезопасные блоки не должны вставляться непосредственно в задачи или ОВ; вместо этого они должны вставляться в исполняемые группы.
- Для контроля времени F-цикла требуется отдельная схема CFC, содержащая блок F_CYS_CO. В каждом ОВ циклических прерываний, которому назначены исполняемые F-группы, эта схема должна находиться в отдельной исполняемой группе. В последовательности исполнения ОВ эта исполняемая группа должна вызываться перед всеми другими исполняемыми группами с отказобезопасными блоками этого ОВ.
- Для получения F-циклов одинаковой длины мы рекомендуем следующее: Если исполняемые F-группы и стандартные исполняемые группы комбинируются в ОВ циклических прерываний, то исполняемые F-группы должны исполняться **перед** стандартными исполняемыми группами.

Последовательность действий

Вставьте исполняемые группы в редакторе последовательности исполнения CFC обычным способом:

- Выбрав команду меню **Insert > Run-Time Group [Вставить > Исполняемая группа]** или
- Выбрав команду всплывающего меню **Insert Run-Time Group [Вставить исполняемую группу]** (правая кнопка мыши)

Определите последовательность исполнения выбором исполняемой группы, схемы или блока как "Predecessor for Installation [Предшественник для инсталляции]", используя правую кнопку мыши или shift+F11.

5.3 Вставка и взаимное соединение отказобезопасных блоков

5.3.1 Вставка отказобезопасных блоков

Блоки вставляются в схему буксировкой их из папки **F-User Blocks** [Отказобезопасные блоки пользователя] библиотеки **Failsafe Blocks** [Отказобезопасные блоки]. Каждый блок может вставляться так часто, как вы хотите.

Совет

Если какой-либо тип блока уже был вставлен из библиотеки, то в следующий раз он может быть вставлен более быстро из каталога "CFC Catalog". Обратите внимание, что хотя отказобезопасные блоки и блоки преобразования, которые преобразуют F-типы данных в стандартные типы данных, распределены по обычным группам блоков, их легко распознать, так как они окрашены в желтый цвет, а их имена всегда начинаются с F_.

Правила для отказобезопасных блоков

- Отказобезопасные блоки должны вставляться в отдельные схемы, в которых не должно быть стандартных блоков.
- Отказобезопасные блоки в папке **F Control Blocks** [Отказобезопасные блоки управления] автоматически вставляются при компиляции схемы; вам не нужно вставлять эти блоки. Исключение: Ручная вставка отказобезопасных драйверов модулей.
- Многократная установка отказобезопасных блоков не поддерживается. Т.е. один экземпляр отказобезопасного блока не должен встречаться несколько раз, например, вследствие того, что исполняемая F-группа копируется или вставляется в другую задачу.
- Нельзя использовать имена отказобезопасных блоков для других блоков или переименовывать отказобезопасные блоки.



Указание по безопасности

Имена отказобезопасных блоков в столбце "Symbol [Символ]" таблицы символов вашей программы пользователя не должны изменяться или удаляться.

Если обнаруживается изменение имени блока в таблице символов, то компиляция F-программы отвергается со следующим сообщением об ошибке:

"Тип блока 'xxx' не соответствует стандарту в библиотеке "Failsafe Blocks" [Снова импортируйте блок из библиотеки "Failsafe Blocks" в каталог блоков и в папку схем программы].

Это относится также к изменениям в таблице символов, назначенной библиотеке блоков "Failsafe Blocks [Отказобезопасные блоки]".

Если обнаружены изменения имен отказобезопасных блоков, вы можете скорректировать имена этих блоков в таблице символов. Правильные имена можно найти в текстовом окне "Name (Header) [Имя (Заголовок)]" на закладке "General [Общие]" в диалоговом окне "Object Properties [Свойства объекта]" для блока.

5.3.2 Автоматически вставляемые отказобезопасные блоки

При компиляции схемы CFC с отказобезопасными блоками следующие отказобезопасные блоки вставляются автоматически:

- F-PLK
- F_PLK_O
- F_TEST
- F_TESTC
- F_TESTM
- DB_RES в новой, автоматически создаваемой схеме "@F-INITNN"

Следующие отказобезопасные драйверы модулей могут вставляться автоматически или вручную:

- F_M_DI24
- F_M_DI8
- F_M_AI6
- F_M_DO10



Указание по безопасности

Автоматически вставленные блоки видны после компиляции. Вы ни в коем случае не должны удалять или изменять эти блоки, так как это может привести к ошибкам при следующей компиляции или при выполнении изменений в режиме online или к неудаче при запуске скомпилированной программы.

5.3.3 Соединение и параметризация отказобезопасных блоков

Вы можете назначать параметры входам и выходам отказобезопасных блоков или соединять их с другими блоками.

Правила соединения отказобезопасных блоков



Указание по безопасности

Вы можете параметризовать входы и выходы с F-типами данных только в режиме offline или в режиме тестирования CFC с деактивизированным режимом обеспечения безопасности. Изменения, выполняемые с F-типами данных в режиме online при активном режиме обеспечения безопасности, приведут к переходу CPU в STOP.

- Определенные входы и выходы отказобезопасных блоков получают параметры автоматически при компиляции схемы. По умолчанию эти входы и выходы невидимы, но они могут быть сделаны видимыми.
- Входы и выходы, получающие параметры автоматически, изменять нельзя. Вы можете узнать, получает ли вход или выход параметры автоматически, в описании блока в разделе "Отказобезопасные блоки" или в системе оперативной помощи.
- Входы и выходы EN и ENO отказобезопасных блоков и деблокировки исполняемых групп не должны включаться в систему соединений. Входу EN должно быть присвоено значение 0 (FALSE).
- Мы рекомендуем вам не проектировать сдвиг по фазе или понижение частоты сканирования исполняемых групп. Если вы это все-таки делаете, то вы должны учесть это при проектировании времен контроля.
- С помощью глобальных операндов могут соединяться друг с другом только входы и выходы со стандартными типами данных.
- F-типы данных реализуются в программе как структуры, в которых только первый компонент, **Data [Данные]**, имеет существенное значение.

Замечание

При параметризации входов и выходов, которым назначен F-тип данных, вы можете присваивать значение только первому компоненту, **DATA**. Остальные компоненты структуры получают значения автоматически во время компиляции программы.

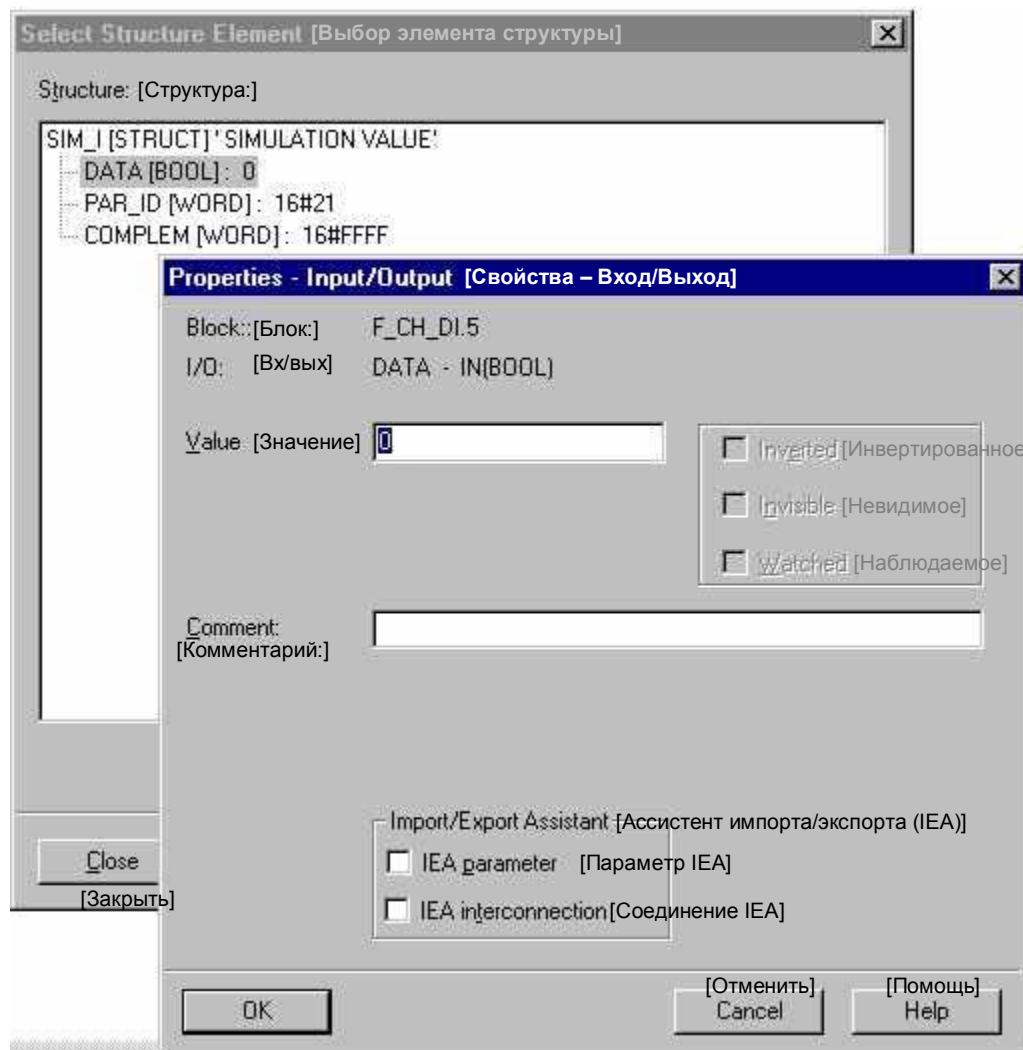
Рекомендация: выразительные имена для размещаемых блоков

Дайте каждому размещаемому блоку выразительное имя. Вы можете выбрать любое имя.

Присваивание значения отказобезопасному входу или выходу

Для присваивания значения отказобезопасному входу или выходу отказобезопасного блока действуйте следующим образом:

1. Откройте изображение отказобезопасного блока.
2. Выделите вход или выход и, например, дважды щелкнув на нем, откройте свойства объекта (Object Properties).
Результат: Появляется диалоговое окно "Select Structure Element [Выбор элемента структуры]".



3. Дважды щелкните на первом элементе структуры в диалоговом окне "Select Structure Element".
Результат: Появляется диалоговое окно "Properties – Inputs/Outputs [Свойства - Входы/Выходы]".
4. Введите желаемое значение в текстовое окно "Value [Значение]" и подтвердите щелчком на "OK".
5. Закройте диалоговое окно "Select Structure Element [Выбор элемента структуры]".
Результат: На входе или выходе отображается новое значение.

5.3.4 Определение последовательности исполнения

Свойства этапа исполнения

Свойства блока на этапе исполнения определяют его положение в хронологической последовательности обработки внутри общей структуры ПЛК. Эти свойства имеют решающее значение для поведения ПЛК с точки зрения времени отклика, времени запаздывания или устойчивости зависящих от времени структур, например, контуров регулирования.

Каждый блок при вставке получает эти свойства по умолчанию. Для этого он встраивается в задачу в устанавливаемой вами позиции. Вы можете изменить эту установочную позицию и другие атрибуты в соответствии с вашими потребностями позднее.

Последовательность исполнения внутри исполняемой группы

Замечание

Отказобезопасные блоки помещаются в правильной последовательности исполнения автоматически при компиляции F-программы.

Последовательность исполнения внутри исполняемой группы должна удовлетворять следующим правилам:

Вы должны поместить следующие отказобезопасные блоки в начале последовательности исполнения **перед** отказобезопасными обрабатываемыми блоками, хотя точная последовательность отдельных вызовов зависит от приложения:

- Преобразование стандартных блоков в отказобезопасные блоки (F_BO_FBO, F_R_FR)
- Принимающие блоки (F_RCVBO, F_RCVR) для обмена данными CPU-CPU
- Блоки для чтения других исполняемых групп (F_R_BO, F_R_R)
- Блок для обнаружения запуска (F_START) и блок для отказобезопасного квитирования (F_QUITES)

Вы должны расположить отказобезопасные блоки для обработки в соответствии с потоком данных. Важно, чтобы блок вызывался перед блоками, которые обрабатывают его выходные сигналы. Отказобезопасные драйверы для модулей ввода (F_CH_DI, F_CH_AI) размещаются для обработки таким же способом, как и отказобезопасные блоки.

Следующие отказобезопасные блоки должны быть помещены в конце последовательности исполнения **после** отказобезопасных обрабатывающих блоков:

- Отказобезопасный драйвер для модулей вывода (F_CH_DO)
- Передающие блоки (F_SENDBO, F_SENDR) для обмена данными CPU-CPU
- Блоки для записи в другие исполняемые группы (F_S_BO, F_S_R)

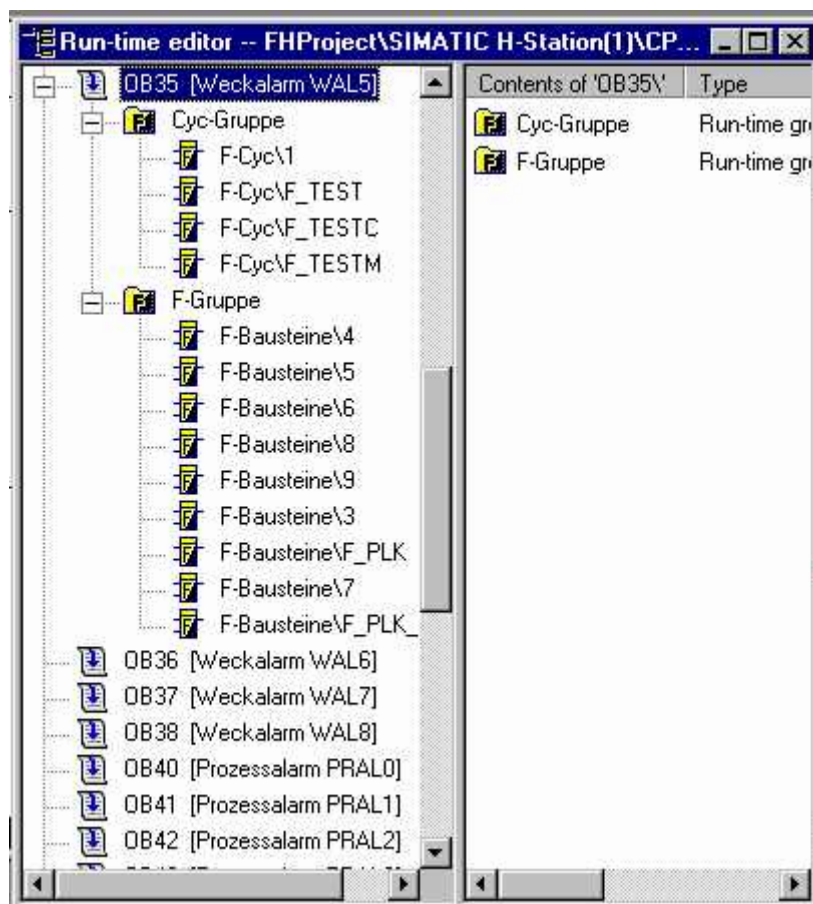
Последовательность исполнения контролируется перед компиляцией F-программы.

Определение последовательности исполнения

Определите последовательность исполнения в CFC обычным способом:

1. Выберите команду меню **Edit > Run Sequence [Редактировать > Последовательность исполнения]**, чтобы открыть обзорное представление последовательности исполнения.
2. Отбуксируйте блоки в исполняемые группы и разместите их в требуемой последовательности.

Пример: Вид редактора последовательностей исполнения



5.3.5 Соединение отказобезопасных драйверных блоков

Существующие отказобезопасные драйверные блоки

Библиотека **Failsafe Blocks [Отказобезопасные блоки] (V1_1)** имеет два типа драйверных блоков для доступа к сигнальным модулям повышенной безопасности:

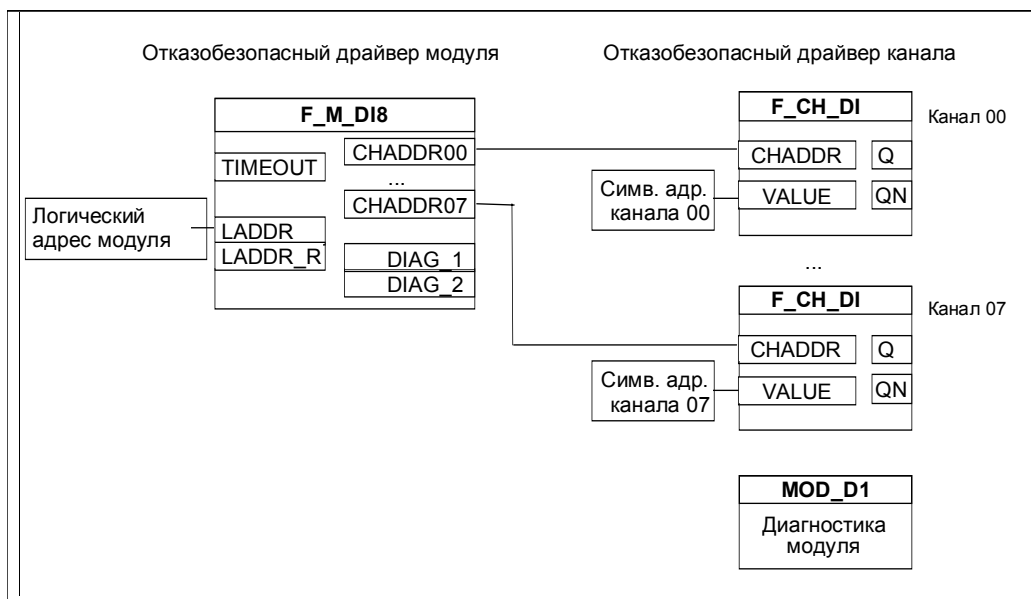
- Отказобезопасные драйверы каналов для доступа к каналам ввода-вывода сигнальных модулей повышенной безопасности. Для каждого канала ввода или вывода используемого сигнального модуля повышенной безопасности требуется один блок отказобезопасного драйвера канала. Исключение: Для двух резервируемых каналов требуется только один отказобезопасный драйвер канала. Вы должны вставить необходимые отказобезопасные драйверы каналов в схему CFC.
- Отказобезопасные драйверы модулей для обмена данными через ProfiSafe между программой обеспечения безопасности и сигнальными модулями повышенной безопасности. Для каждого модуля требуется отказобезопасный драйвер модуля. Вставлять и соединять необходимые отказобезопасные драйверы модулей можно вручную или автоматически.

Имеются следующие отказобезопасные драйверные блоки:

Сигнальный модуль повышенной безопасности	Отказобезопасные драйверы модулей	Отказобезопасные драйверы каналов
SM 326 DI 8xNAMUR	F_M_DI8	F_CH_DI
SM 326 DI 24xDC24V	F_M_DI24	F_CH_DI
SM 336 AI 6x13Bit	F_M_AI6	F_CH_AI
SM 326 DO 10xDC24V/2A	F_M_DO10	F_CH_DO

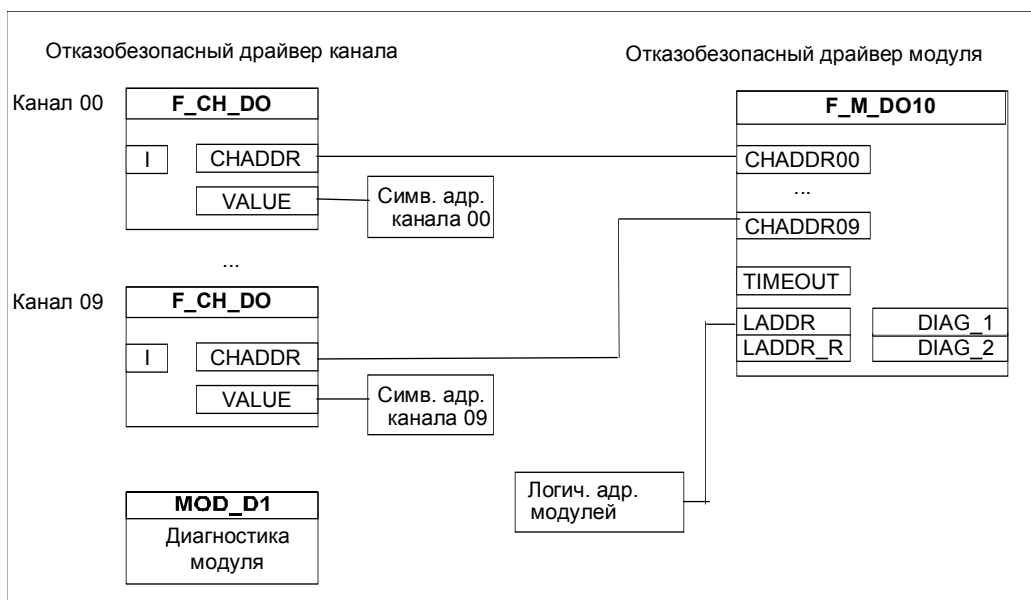
Отказобезопасные драйверы каналов должны быть соединены с соответствующим отказобезопасным драйвером модуля через вывод CHADDRxx. Для каждого отказобезопасного драйвера модуля может быть также вставлен один блок диагностики модуля MOD_D1/D2 (см. следующие рисунки).

Пример: Отказобезопасный драйвер для цифрового модуля ввода SM 326 DI 8xNAMUR



Отказобезопасные драйверы для цифрового модуля ввода SM 326 DI 24xDC24V и для аналогового модуля ввода SM 336 AI 6x13Bit обычно имеют одинаковую конфигурацию с соответствующим количеством каналов.

Пример: Отказобезопасный драйвер для цифрового модуля вывода SM 326 DO 10xDC24V/2A



Описания этих блоков можно найти в разделе "Драйверные блоки для сигнальных модулей повышенной безопасности" или в оперативной справочной системе.

Драйверы для сигнальных модулей повышенной безопасности в стандартном режиме

Если сигнальные модули повышенной безопасности используются в стандартном режиме, то вы можете применить стандартные драйверы каналов из библиотеки *PCS 7 Driver Blocks* [Драйверные блоки PCS 7].

Правила для отказобезопасных драйверных блоков

- Вывод VALUE отказобезопасного драйвера канала должен быть соединен с символическим адресом канала. В случае резервируемых каналов вывод VALUE должен быть соединен с символическим адресом канала, имеющего меньший адрес.
- На входе драйвера ACK_REI необходим отказобезопасный сигнал, чтобы снова включить в систему канал ввода или вывода. Этот сигнал должен приходить от цифрового модуля ввода повышенной безопасности или – через отказобезопасный блок F_QUITES– от ES или OS.
- Последовательность: см. Определение последовательности исполнения.

Предпосылка

Символические имена: Введите символическое имя для каждого используемого канала. Вы должны назначить это имя выводу VALUE соответствующего отказобезопасного драйвера канала. Для большей ясности мы рекомендуем вводить в таблицу символов также и неиспользуемые каналы в качестве резервных или неиспользуемых.

Последовательность действий

При работе с отказобезопасными драйверными блоками действуйте следующим образом:

1. Вставьте надлежащий отказобезопасный драйвер канала для каждого сконфигурированного канала ввода/вывода. Для каждой пары резервируемых каналов вы должны вставить только один отказобезопасный драйвер канала.
2. Соедините вывод VALUE в каждом отказобезопасном драйвере канала с символическим именем соответствующего канала. Этот шаг необходим для всех установленных отказобезопасных драйверов каналов. В случае резервируемых модулей соедините вывод VALUE с меньшим адресом канала.
3. Соедините:
 - входы I отказобезопасных драйверов каналов F_CH_DO
 - выходы Q отказобезопасных драйверов каналов F_CH_DI
 - выходы V отказобезопасных драйверов каналов F_CH_AIс необходимыми сигналами. Эти входы и выходы имеют тип F_BOOL или F_REAL и должны соединяться только с входами и выходами того же типа, принадлежащими другим отказобезопасным блокам.
4. Установите соответствующий вход ACK_NEC в "1", если требуется квитирование пользователя с автоматическим повторным включением канала в систему. Вход ACK_NEC по умолчанию установлен в "0" (не обязательно, см. раздел "Пассивация и повторное включение в систему").

5. По желанию: Проанализируйте выход ACK_REQ в стандартной программе или на OS, чтобы выяснить, требуется ли квитирование пользователя.
6. По желанию: Включите в систему соединений выход QBAD, чтобы выяснить, выводится заменяющее или действительное значение процесса. Статус (код качества) значения процесса.
7. По желанию: Проанализируйте выход QUALITY в стандартной программе или на OS, чтобы получить или выяснить код качества значения процесса.
8. Соедините соответствующий вход ACK_REI с сигналом для квитирования повторного включения в систему (см. раздел "Пассивация и повторное включение в систему").
9. Включите в систему соединений входы/выходы имитатора (по желанию, см. ниже раздел "Режим имитации").
10. Включите в систему соединений диагностические выходы DIAG_1/DIAG_2 отказобезопасных драйверов модулей F_M_DI8 или F_M_DI24, если вы хотите анализировать в стандартной программе, произошли ли ошибки рассогласования (по желанию, см. Описания отказобезопасных драйверных блоков). Вы можете использовать эту информацию для программирования сообщений на OS об ошибках рассогласования.
11. Установите и соедините отказобезопасные драйверы модулей вручную или автоматически.

Замечание

Для получения помощи в случае ошибки в режиме тестирования CFC вы можете считать байт 0 выходов DIAG_1/DIAG_2.

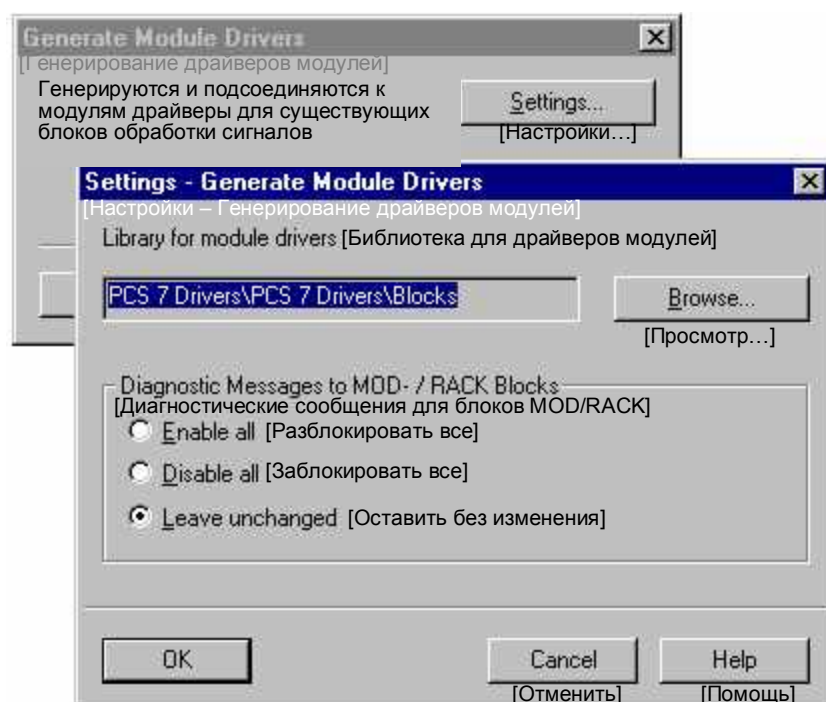
Автоматическая установка и соединение отказобезопасных драйверов модулей

Предпосылка для **автоматической** установки отказобезопасных драйверов модулей:

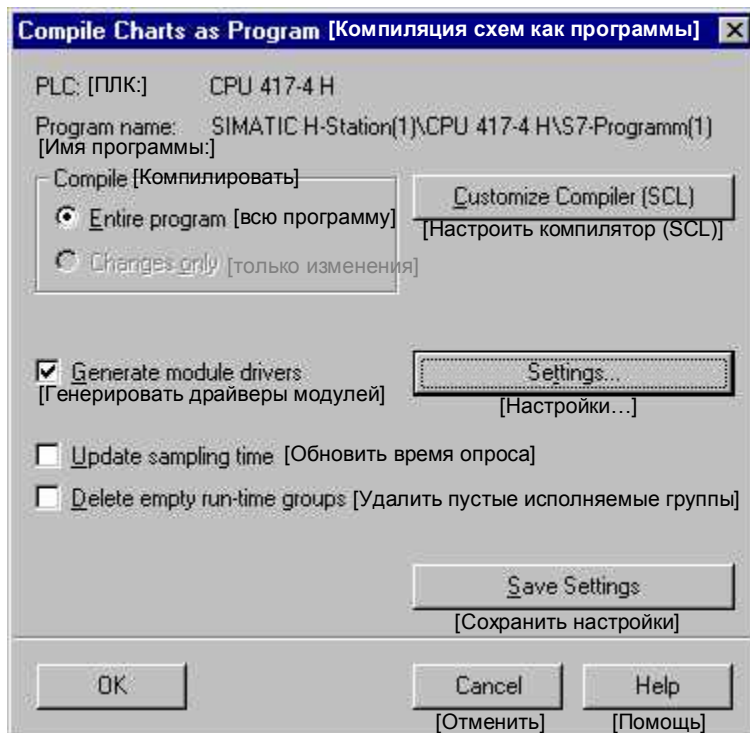
В SIMATIC Manager откройте библиотеку **Failsafe Blocks (V1_1)\Control Blocks [Отказобезопасные блоки (V1_1)\Блоки управления]**, используя команду меню **File > Open [Файл > Открыть]**. Выберите блоки FB 384 (F_M_DI8), FB 385 (F_M_DI24), FB 386 (F_M_DO10) и FB 387 (F_M_AI6) и скопируйте их в библиотеку **PCS 7 Drivers\Blocks [Драйверы PCS 7\Блоки]**, которая тоже устанавливается для автоматического создания драйверов модулей.

У вас есть две возможности:

- В любое время до компиляции F-программы:
В SIMATIC Manager выберите команду меню **Options > Charts > Generate Module Drivers [Дополнительные возможности > Схемы > Генерировать драйверы модулей]**. Откройте диалоговое окно Properties [Свойства] и обратите внимание на то, чтобы библиотека **PCS 7 Drivers\PCS 7 Drivers\Blocks [Драйверы PCS 7\Блоки]** была установлена. Подтвердите, дважды щелкнув на OK.



- При компиляции F-программы:
В CFC выберите команду меню **Chart > Compile > Charts as Program** [**Схема > Компилировать > Схемы как программа**]. Отметьте в диалоговом окне триггерную кнопку "Generate Module Drivers [Генерировать драйверы модулей]". Подтвердите, щелкнув на ОК.



В обоих случаях необходимые отказобезопасные драйверы модулей и блоки диагностики модулей автоматически вставляются в отдельные схемы CFC с именами @F1, @F2,... и включаются в систему соединений. Экземпляры отказобезопасных драйверов модулей автоматически получают имя, которое вы ввели в HW Config для соответствующего сигнального модуля повышенной безопасности (F_Name_x). См. главу "Параметризация сигнальных модулей повышенной безопасности".

Установка и соединение отказобезопасных драйверов модулей вручную

Действуйте следующим образом:

1. Вставьте подходящий отказобезопасный драйвер модуля в любую отказобезопасную схему для каждого сконфигурированного сигнального модуля повышенной безопасности. Когда сигнальные модули повышенной безопасности находятся в резервируемой конфигурации, для двух модулей требуется только один отказобезопасный драйвер модуля.
2. У каждого отказобезопасного драйвера канала соедините вывод CHADDR с соответствующим выводом CHADDRxx отказобезопасного драйвера модуля, как показано в вышеприведенных примерах. Обратите внимание на то, чтобы номер канала xx вывода CHADDRxx соответствовал номеру канала соответствующего отказобезопасного драйвера.
3. Назначьте логический стартовый адрес сигнального модуля повышенной безопасности выводу LADDR для каждого отказобезопасного драйвера модуля. В случае резервируемых модулей, кроме того, назначьте логический стартовый адрес второго модуля выводу LADDR_R.

Мы рекомендуем вам использовать для модуля повышенной безопасности то же эталонное имя, которое вы использовали в HW Config для соответствующего сигнального модуля повышенной безопасности (F_Name_x). См. главу "Параметризация сигнальных модулей повышенной безопасности".

Режим имитации

Для каждого канала ввода вместо текущего значения, принимаемого сигнальным модулем повышенной безопасности, вы можете задать имитирующее значение. На выходе тоже может быть выведено имитирующее значение вместо значения на входе I (напр., для тестирования аппаратуры). Для вывода имитирующих значений на канале действуйте следующим образом:

1. Активизируйте вывод имитирующих значений, соединив вход SIM_ON с константой 1 или сигналом.
2. Соедините вход SIM_I для F_CH_DI или F_CH_DO и SIM_V для F_CH_AI с желаемым сигналом или параметризуйте его желаемым значением.



Указание по безопасности

В случае ошибки активизированные имитирующие значения у цифровых и аналоговых каналов ввода заменяют выводимые заменяющие значения.

Заменяющие значения

Если сигнальный модуль повышенной безопасности или отказобезопасный драйверный блок обнаруживает ошибку, то из этого драйвера или этого сигнального модуля выводятся заменяющие значения. В случае драйверов цифрового ввода и цифрового вывода выводится заменяющее значение 0, и устанавливается выход QBAD=1. В случае драйверов аналогового ввода, в зависимости от параметризации, выводится заменяющее значение SUBS_V или последнее допустимое значение, и устанавливается выход QBAD=1 (см. описание F_CH_AI).

Обработка ошибок и диагностика

Информацию о диагностических выходах отказобезопасных драйверных блоков можно найти в разделах:

- Обработка ошибок драйверных блоков
- Информация об ошибках на выходах драйверных блоков

Проектирование сообщений

Для сигнальных модулей повышенной безопасности используются такие же диагностические блоки, как и для стандартных модулей. Следующие блоки MOD, SUBNET и RACK вставляются автоматически, когда вы выбираете команду меню **Options > Charts > Generate Module Drivers** [Генерировать драйверы модулей] [Дополнительные возможности > Схемы > Генерировать драйверы модулей]:

	Блок	Номер
На сигнальный модуль повышенной безопасности		
SM 326F DI 8xNAMUR	MOD_D1	FB 93
SM 326F DI 24xDC24V	MOD_D2	FB 93
SM 336F AI 6x13Bit	MOD_D1	FB 93
SM 326F DO 10xDC24V/2A	MOD_D1	FB 93
На master-систему DP		
	SUBNET	FB 106
На стойку		
	RACK	FB 107

В отличие от стандартных драйверов, отказобезопасные драйверные блоки не соединяются с блоками PCS7.

Замечание

Из блоков MOD, SUBNET и RACK выводятся сообщения о следующем: ошибки параметризации, удаленные модули, ошибки модулей, ошибки каналов, неисправности стоек и master-системы DP. Диагностические блоки не могут обнаруживать и сообщать об ошибках доступа к периферии.

5.3.6 Пассивация и повторное включение в систему каналов ввода и вывода

Пассивация

Пассивация означает, что в случае неисправности или ошибки один или несколько каналов сигнального модуля повышенной безопасности переключаются в безопасное состояние.

Когда возникает неисправность одного канала (напр., неисправен датчик), то пассивируется только **затронутый** канал. При неисправности или ошибке модуля (напр., коммуникационная ошибка) пассивируются все каналы сигнального модуля повышенной безопасности. Сообщения на ES/OS указывают, пассивируются ли все или только отдельные каналы модуля повышенной безопасности.

Пассивация может быть активизирована сигнальным модулем повышенной безопасности, отказобезопасным драйвером модуля или отказобезопасным драйвером канала или пользователем в программе обеспечения безопасности.

Если сигнальный модуль повышенной безопасности обнаруживает неисправность или ошибку, он переключает затронутый канал или все свои каналы в безопасное состояние. Т.е. каналы этого модуля пассивируются. Сигнальный модуль повышенной безопасности сообщает об обнаруженной ошибке отказобезопасному драйверному блоку.

- **Пассивация каналов вывода** означает, что выходы обесточиваются. Отказобезопасный драйвер пассивированного цифрового канала вывода выводит заменяющее значение с кодом качества (QUALITY) 16#48, и устанавливается в 1 выход QBAD.
- **Пассивация каналов ввода** означает, что программе обеспечения безопасности посылаются заменяющие значения независимо от текущего сигнала процесса. Отказобезопасный драйвер пассивированного цифрового канала ввода выводит заменяющее значение 0 с кодом качества (QUALITY) 16#48, и устанавливается в 1 выход QBAD. В зависимости от параметризации на входе SUBS_ON отказобезопасный драйвер аналогового канала ввода выводит заменяющее значение с кодом качества (QUALITY) 16#48 или последнее допустимое значение с кодом качества (QUALITY) 16#44. Кроме того, устанавливается выход QBAD = 1, и, если выводится заменяющее значение, устанавливается также выход QSUBS = 1.

Через вход PASS_ON вы можете также включать и выключать пассивацию канала в программе обеспечения безопасности (напр., в зависимости от определенных условий при исполнении программы). Если вход PASS_ON = 1, канал пассивируется, как описано выше. Если PASS_ON = 0, пассивация отменяется.

Групповая пассивация

В случае неисправности или ошибки другие каналы (того же или других модулей) могут быть пассивированы путем соединения входа PASS_ON с выходом PASS_OUT другого канала. Для группового закрытия нескольких каналов все выходы PASS_OUT каналов в этой группе логически соединяются по схеме ИЛИ, а все результаты посылаются входам PASS_ON всех каналов в этой группе.

Групповое отключение с помощью PASS_OUT/PASS_ON может быть также использовано для принудительного одновременного переключения на значения процесса после запуска (холодного или теплого пуска).

Повторное включение в систему после устранения ошибки

Повторное включение в систему означает:

- На выходных каналах модулей вывода повышенной безопасности снова выводятся действительные значения процесса.
- Отказобезопасные драйверы каналов модулей ввода повышенной безопасности снова посылают программе обеспечения безопасности действительные значения процесса.

После устранения ошибки или неисправности канал модуля повышенной безопасности может быть снова включен в систему автоматически или после квитирования пользователем. На входе ACK_NEC отказобезопасного драйвера канала вы можете указать, необходимо ли квитирование пользователем:

- **Значение 0:** автоматическое повторное включение в систему без квитирования пользователем
- **Значение 1:** запрос квитирования от пользователя для повторного включения в систему после устранения неисправности или ошибки

Если пассивация вызвана установкой PASS_ON = 1, то для повторного включения в систему квитирование от пользователя не требуется.

Автоматическое повторное включение в систему

Если вход ACK_NEC не установлен, то после устранения неисправности или ошибки (за исключением коммуникационных ошибок) повторное включение в систему (депассивация) затронутого канала выполняется автоматически:

- В случае модулей ввода – немедленно
- В случае модулей вывода – в течение нескольких минут из-за необходимости применения тестирующих сигналов

После ошибок обмена данными через ProfiSafe для повторного включения в систему всегда требуется квитирование от пользователя (выход ACK_REQ установлен), даже если не установлен ACK_NEC.



Указание по безопасности

Параметризация входа ACK_NEC=0 возможна только в том случае, если для процесса допустимо автоматическое повторное включение в систему с точки зрения обеспечения безопасности.

Допустимость автоматического повторного включения в систему зависит от процесса и должна быть согласована со специалистами, осуществляющими приемку.

Повторное включение в систему после квитирования пользователем

Если вход ACK_NEC установлен, то повторное включение в систему канала ввода или вывода происходит только после квитирования пользователем с помощью положительного фронта на входе ACK_REI отказобезопасных драйверов каналов. На выходе ACK_REQ отказобезопасного драйвера канала значение 1 показывает, что ошибка ушла и что возможно квитирование повторного включения в систему пользователем.

Вы можете реализовать квитирование повторного включения в систему пользователем в F-программе следующим образом:

- Ручной ввод с использованием OS/ES (см. ниже) или
- Аппаратный выключатель, подключенный к модулю ввода повышенной безопасности.

Замечание

В случае ошибки обмена данными через ProfiSafe на модуле ввода повышенной безопасности с аппаратным выключателем ручное квитирование входа ACK_REI в дальнейшем невозможно. Это может привести к блокировке, которая может быть устранена только посредством запуска (холодный или теплый пуск).

Поэтому мы обращаем внимание, что квитирование также всегда возможно через ES/OS.

Квитирование пользователем через OS/ES

Вы можете использовать блок F_QUITES следующим образом для отказобезопасного квитирования с использованием неотказобезопасной системы разработки или станции оператора

1. Вставьте блок F_QUITES в исполняемую группу отказобезопасного драйвера канала.
2. Соедините вход ACK_REI отказобезопасного драйвера канала с выходом OUT блока F_QUITES.



Указание по безопасности

Вход IN, не связанный с обеспечением безопасности, блока F_QUITES не должен соединяться с сигналом или определяться сигналом, который автоматически создает вышеупомянутое условие (переход с 6 на 9 в течение минуты) для отказобезопасного квитирования. Отказобезопасное квитирование может производиться только посредством **осознанного, ручного ввода на ES/OS**, а не автоматически в программе.

Поведение при резервировании модуля

В случае резервирования модуля квитирование пользователем после повторного включения в систему требуется только в том случае, если оба резервируемых модуля вышли из строя одновременно.

5.3.7 Программирование защиты от запуска

После запуска (холодного или полного (теплого) пуска) программа обеспечения безопасности автоматически запускается с начальными значениями.

Замечание

Когда F-программа компилируется, в начале последовательности исполнения в ОВ 100 автоматически вставляются дополнительные блоки и вызовы, которые не должны изменяться.

Если процесс не допускает, чтобы F-программа автоматически запускалась с начальными значениями после ошибки, то должна быть запрограммирована реакция на запуск. Для сигнализации о запуске F-программы с начальными значениями имеется отказобезопасный блок F_START.

Выходной параметр COLDSTRT сигнализирует о возникновении запуска (холодный или теплый пуск).

Примеры

Возможными мерами для реакции на запуск F-программы с начальными значениями являются:

- Программирование **блокировки** операций вывода после запуска путем пассивации входов PASS_ON на F_CH_DO. Для этого выход COLDSTRT отказобезопасного FB F_START соединяется с входом S триггера SR (F_SR_FF), а выход Q блока F_SR_FF соединяется с PASS_ON блока F_CH_DO. Эта блокировка может быть затем разблокирована вручную:
 - с помощью выключателя, который опрашивается через цифровой модуль ввода повышенной безопасности или
 - посредством ввода на ES/OS через отказобезопасный FB F_QUITES.

Выход Q блока F_CH_DI, принадлежащего выключателю, или выход OUT блока F_QUITES должен быть соединен с входом R триггера F_SR_FF.

- Программирование **цикла ожидания**, чтобы внутренние состояния F-программы снова соответствовали состоянию процесса (см. пример повторного включения в систему после запуска F-программы).
- Программирование с использованием мультиплексоров: Вывод мультиплексора F_MUX2_R управляется выходом COLDSTRT отказобезопасного функционального блока F_START. В результате после запуска другая ветвь программы может исполняться как в F-цикле.

5.3.8 Пример: Повторное включение в систему после запуска F-программы

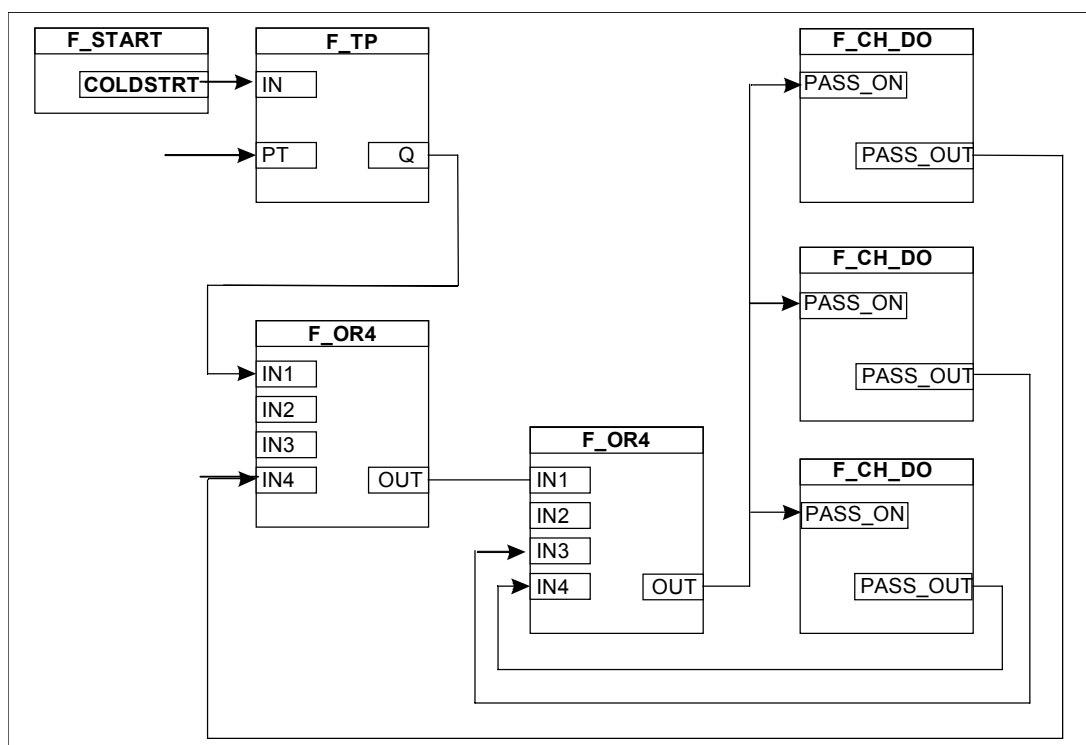
После запуска (холодный или теплый пуск) в течение короткого промежутка времени происходит следующее:

- Для цифрового входа из отказобезопасного драйвера канала выводится заменяющее значение 0.
- Для аналогового входа из отказобезопасного драйвера канала выводится заменяющее значение, установленное при параметризации
- Заменяющее значение 0 передается из отказобезопасного драйвера канала для цифрового вывода в сигнальный модуль повышенной безопасности.

Вывод заменяющих значений сигнализируется на выходе QBAD=1 и может там сохраняться до 3 циклов циклического прерывания.

Следующий пример показывает, как с помощью групповой пассивации и/или цикла ожидания можно обеспечить, чтобы все отказобезопасные драйверы каналов в группе выводили заменяющие значения в течение одного и того же интервала времени после запуска F-программы с начальными значениями (см. также групповую пассивацию).

Если вы не хотите использовать групповую пассивацию, не соединяйте выходы PASS_OUT с F_OR4, а используйте только цикл ожидания через F_START и F_TP. Если вы используете групповую пассивацию, то цикл ожидания через F_START и F_TP вам нужен только в том случае, если заменяющие значения должны выводиться после того, как последний канал переключится на значения процесса.



Установите на входе PT минимальное время, в течение которого заменяющие значения должны быть выведены после холодного пуска. F_START, F_TP и F_OR4 должны быть вызваны перед отказобезопасными драйверами каналов.

5.3.9 Установка и параметризация контроля времени F-цикла

Для контроля времени F-цикла вы должны использовать отказобезопасный блок F_CYC_CO.

Правила установки блока F_CYC_CO

В каждом F-цикле должен иметься блок F_CYC_CO в своей собственной схеме CFC (т.е. в каждом OB циклических прерываний с исполняемыми F-группами). В этой схеме CFC нельзя устанавливать никаких дополнительных блоков.

Исполняемая F-группа с блоком F_CYC_CO должна быть встроена перед всеми остальными исполняемыми F-группами OB циклических прерываний.

Установка и параметризация F_CYC_CO

1. Создайте схему CFC.
2. Создайте новую исполняемую группу.
3. Вставьте в нее блок F_CYC_CO.
4. Установите максимальное время контроля цикла на входе MAX_CYC. Информацию о том, как его рассчитать, можно найти в разделе "Проектирование времен контроля для систем F/FH".



Указание по безопасности

По умолчанию максимальное время контроля цикла установлено на 3 с. Проверьте, подходит ли это время для вашего процесса и, если необходимо, измените его.

Изменение времени F-цикла

После изменения времен цикла OB3х F-программа должна быть снова скомпилирована. Это необходимо потому, что в результате этой операции блок F_TESTM может быть перемещен в другой OB. (При компиляции блок F_TESTM всегда автоматически устанавливается в OB с максимальным временем цикла.)

Замечание

После изменения времени F-цикла невозможно загрузить изменения в режиме RUN.

5.3.10 Соединение отказобезопасных коммуникационных блоков

Вы можете вставлять и соединять в F-программе следующие типы коммуникационных блоков:

- блоки для обмена данными между F-программами на различных CPU
- блоки для обмена данными между исполняемыми F-группами
- блоки для обмена данными между F-программой и стандартной программой пользователя

5.3.10.1 Программирование обмена данными между F-программами на различных CPU

Имеющиеся отказобезопасные блоки

Для обмена данными между F-программами на различных CPU имеются в распоряжении следующие отказобезопасные блоки:

Блок	Описание
F_SENDBO/F_RCVBO	Безопасная передача 20 параметров F-типа данных F_BOOL
F_SENDR/F_RCVR:	Безопасная передача 20 параметров F-типа данных F_REAL

Это значит, что можно безопасно передать *фиксированное* количество до 20 F-параметров F-типа данных F_BOOL или F_REAL.

Предпосылки

Для обмена данными между CPU, способными выполнять F-программы, должны быть выполнены следующие предпосылки:

- Оба CPU должны быть сконфигурированы как F-CPU: Должна быть выбрана опция "CPU Contains Safety Program [CPU содержит программу обеспечения безопасности]" и установлен пароль.
- Между CPU должно быть спроектировано S7-соединение.
- Последовательность: См. Определение последовательности выполнения.

Последовательность действий

Действуйте следующим образом:

1. Вставьте в F-программу, из которой должны передаваться данные, передающий блок (F_SENDBO/F_SENDR).
2. Вставьте в F-программу, в которую данные должны передаваться, принимающий блок (F_RCVBO/F_RCVR).
3. Параметризируйте входы ID соответствующими идентификаторами спроектированных S7-соединений.
4. Назначьте параметры входам R_ID. Этим определяется, что передающий и принимающий блоки соответствуют друг другу: Соответствующие отказобезопасные блоки содержат одно и то же (свободно выбираемое, **четное**) значение для R_ID. Обратите внимание, что при этом значение R_ID+1 присваивается автоматически.
5. Соедините входы SD_BO_xx и SD_R_xx отказобезопасных блоков F_SENDBO и F_SENDR с передаваемыми сигналами.
6. Соедините выходы RD_BO_xx и RD_R_xx отказобезопасных блоков F_RCVBO и F_RCVR с отказобезопасными блоками, предназначенными для дальнейшей обработки принимаемых сигналов.
7. Параметризируйте входы TIMEOUT передающего и принимающего блоков желаемым временем контроля.
Информацию о том, как его рассчитать, вы можете найти в разделе "Проектирование времен контроля для систем F/FH".

Замечание

Гарантировать (с обеспечением отказобезопасности), что уровень сигнала, подлежащего передаче, будет обнаружен на стороне передатчика и передан приемнику, можно только в том случае, если он присутствует, по меньшей мере, в течение заданного времени контроля (TIMEOUT).

8. Включите в систему соединений выходы ACK_NEC отказобезопасных блоков F_RCVBO и F_RCVR, чтобы выяснить, необходимо ли квитирование повторного включения в систему после устранения ошибки.
9. Соедините соответствующие входы ACK_REI отказобезопасных блоков F_RCVBO F_RCVR с сигналом для квитирования повторного включения в систему.



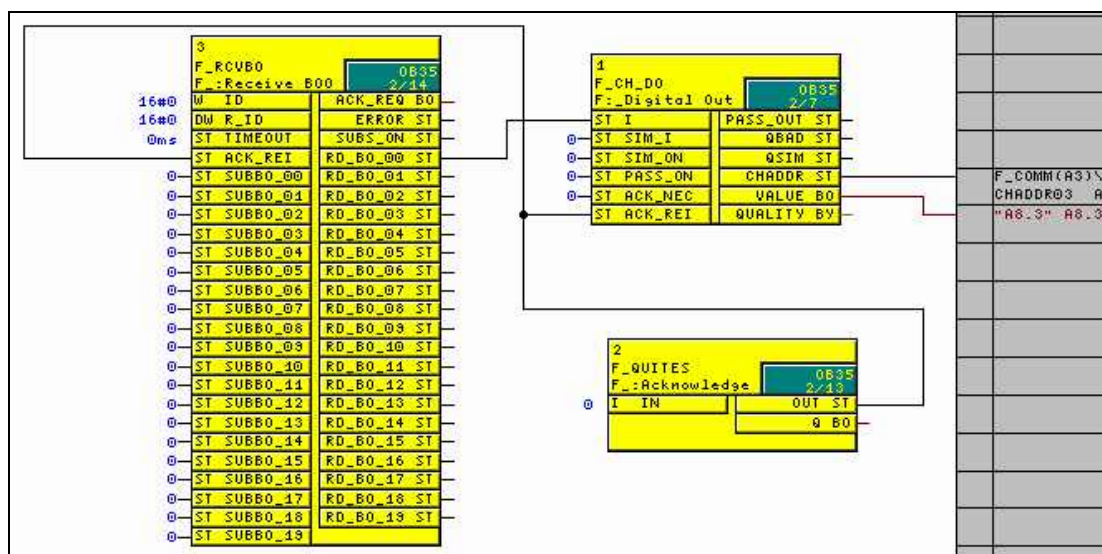
Указание по безопасности

Если F-программа содержит блоки для безопасного обмена данными CPU-CPU:

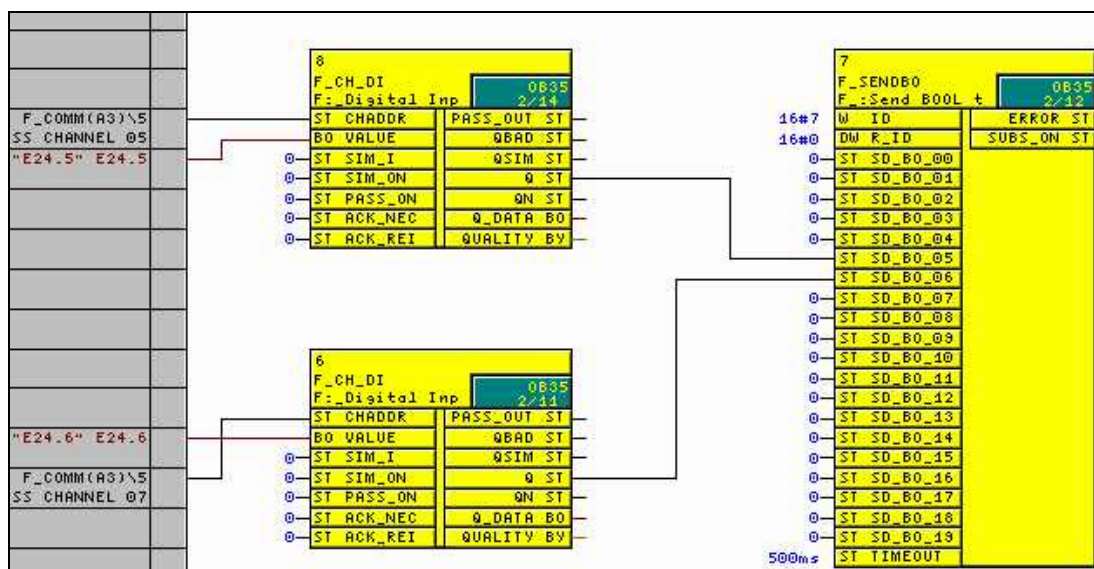
После копирования CPU, или программы, или схемы в другой CPU, или после изменения партнера по обмену данными S7-соединения программа должна быть скомпилирована снова, чтобы обновить данные соединения.

Примеры

Принимающий блок



Передающий блок



5.3.10.2 Программирование обмена данными между исполняемыми F-группами внутри CPU

Правила для обмена данными между исполняемыми F-группами

- Если между двумя исполняемыми F-группами должен производиться обмен данными, то вы не можете соединять входы и выходы непосредственно. Вместо этого вы должны использовать для этих функций отдельные отказобезопасные блоки.
- Последовательность: См. Определение последовательности исполнения.

Имеющиеся отказобезопасные блоки

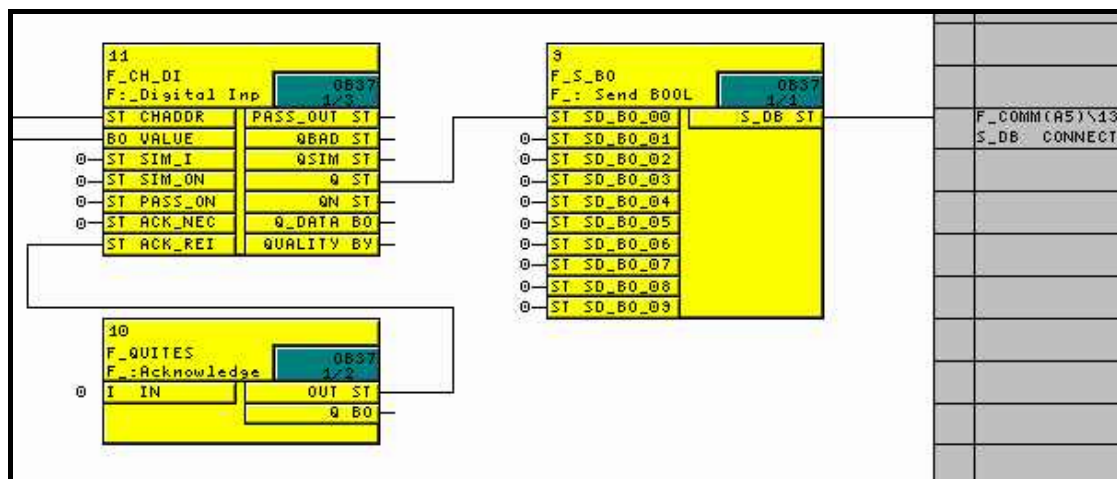
Для обмена данными между исполняемыми F-группами вы должны использовать следующие отказобезопасные блоки:

Блок	Описание
F_S_R / F_R_R	Безопасная передача 5 параметров F-типа данных F_REAL
F_S_BO / F_R_BO	Безопасная передача 10 параметров F-типа данных F_BOOL

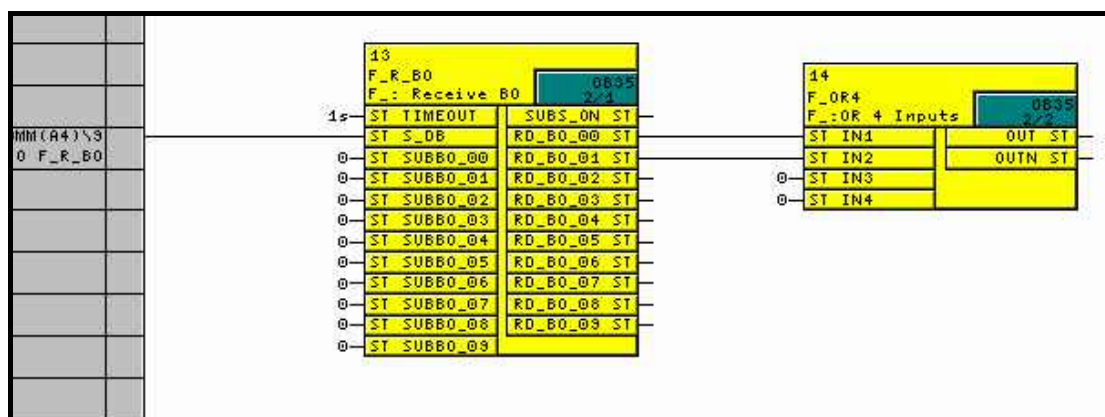
Последовательность действий

1. Вставьте отказобезопасный блок типа F_S_x (F_S_R или F_S_BO) в исполняемую F-группу, **из** которой данные должны передаваться.
2. Вставьте отказобезопасный блок типа F_R_x (F_R_R или F_R_BO) в исполняемую F-группу, **в** которую данные должны передаваться.
3. Соедините вход SD_R_xx блока F_S_R или вход SD_BO_xx блока F_S_BO с передаваемыми данными.
4. Соедините выходы RD_R_xx блока F_R_R или выходы RD_BO_xx блока F_R_BO с входами отказобезопасных блоков, предназначенных для дальнейшей обработки принимаемых данных.
5. Соедините выход S_DB передающего блока с входом S_DB соответствующего принимающего блока.
6. Параметризируйте входы TIMEOUT принимающих блоков F_R_R и F_R_BO желаемым временем контроля.
Информацию о том, как его рассчитать, можно найти в разделе "Проектирование времен контроля для систем F/FH".

Пример: Фрагмент схемы передающей исполняемой группы



Пример: Фрагмент схемы принимающей исполняемой группы



5.3.10.3 Программирование обмена данными между F-программой и стандартной программой пользователя

Имеющиеся отказобезопасные блоки преобразования

Имеются следующие отказобезопасные блоки преобразования :

Блок	Описание
F_BO_FBO	Преобразует из стандартного типа BOOL в F_BOOL
F_I_FI	Преобразует из стандартного типа INT в F_INT
F_R_FR	Преобразует из стандартного типа REAL в F_REAL
F_TI_FTI	Преобразует из стандартного типа TIME в F_TIME
F_FBO_BO	Преобразует из F_BOOL в стандартный тип BOOL
F_FR_R	Преобразует из F_REAL в стандартный тип REAL
F_FI_I	Преобразует из F_INT в стандартный тип INT
F_FTI_TI	Преобразует из F_TIME в стандартный тип TIME

Правила для отказобезопасных блоков преобразования

Если должен производиться обмен данными между F-программой и стандартной программой пользователя, то вы не должны соединять входы и выходы непосредственно. Вместо этого для этих функций вы должны использовать отдельные отказобезопасные блоки преобразования из F-библиотеки, которые могут осуществлять преобразование в тип данных, обеспечивающий безопасность, и наоборот.

При вставке и соединении отказобезопасных блоков преобразования выполняйте, пожалуйста, следующие правила:

- Отказобезопасные блоки, используемые для преобразования F-типов данных в стандартные типы данных (F_FBO_BO, F_FR_R, F_FI_I или F_FTI_TI), должны устанавливаться в стандартной программе.
- Блоки, используемые для преобразования стандартных типов данных в F-типы данных (F_BO_FBO, F_I_FI, F_R_FR, F_TI_FTI), должны устанавливаться в F-программе.
- Вы можете управлять F-программой только посредством отказобезопасных блоков преобразования, которые необходимо вставить явно.

Последовательность действий

Действуйте следующим образом:

1. Вставьте F-блоки типа F_FBO_BO, F_FR_R, F_FI_I или F_FTI_TI в схемы стандартной программы пользователя.
2. Вставьте блоки F_BO_FBO, F_I_FI, F_TI_FTI или F_R_FR в схемы F-программы. Эти блоки также можно найти в библиотеке Failsafe Blocks [Отказобезопасные блоки].
3. В каждом случае соединяйте входы и выходы типа *F_data type* с такими же типами сигналов из F-программы.
4. В каждом случае соединяйте входы и выходы стандартного типа данных с сигналами такого же типа из стандартной программы пользователя.



Указание по безопасности

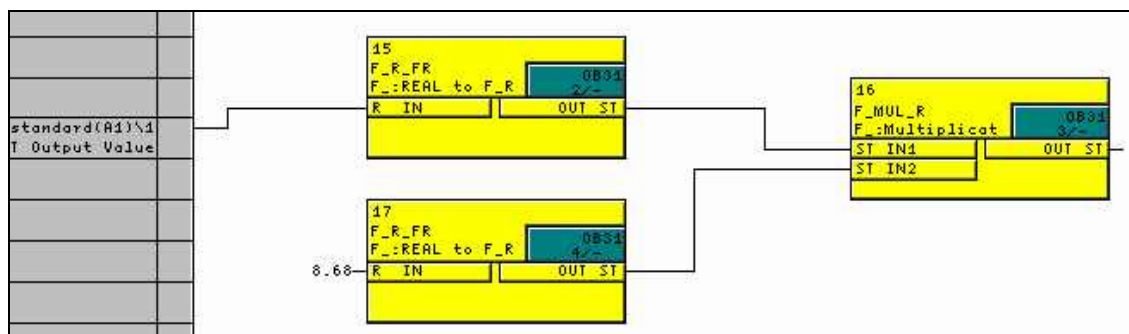
Блоки F_BO_FBO, F_I_FI, F_TI_FTI и F_R_FR выполняют только преобразование данных. Это значит, что вы должны запрограммировать в F-программе дополнительные мероприятия для контроля достоверности, например, с помощью F_LIM_R, чтобы обеспечить возможность выполнения только безопасных операций.

Контроль достоверности

Простейшей формой контроля достоверности является задание диапазона с фиксированными верхней и нижней границами. **Не все входные параметры могут быть проверены на достоверность достаточно просто. Эти входные параметры не могут быть изменены во время работы.**

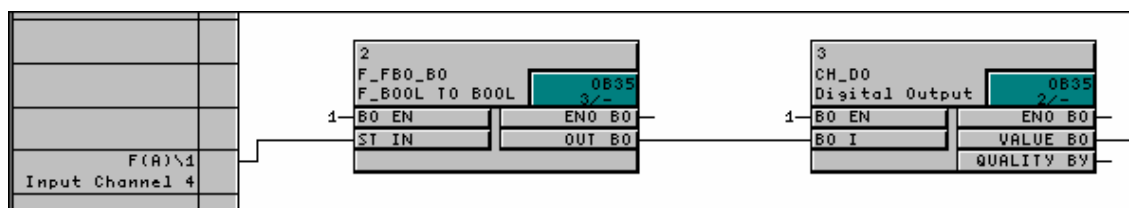
Пример: Преобразование стандартных типов данных в F-типы данных

Фрагмент отказобезопасной схемы, показывающий преобразование из REAL в F_REAL



Пример: Преобразование F-типов данных в стандартные типы данных

Фрагмент стандартной схемы, показывающий преобразование из F_BOOL в BOOL



5.4 Обработка F-программы

5.4.1 Управление F-программой

В следующих разделах рассказывается, как выполнять следующие операции:

- Компиляция F-программ
- Загрузка F-программ
- Отображение информации в F-программе
- Сравнение F-программ
- Протоколирование F-программ
- Распечатка F-программ
- Сохранение эталонных данных
- Включение и выключение режима имитации
- Активизация и деактивизация режима обеспечения безопасности
- Ввод пароля для F-программы
- Отмена прав доступа для программы обеспечения безопасности

5.4.2 Деактивизация режима обеспечения безопасности

F-программа обычно выполняется на CPU в режиме обеспечения безопасности. Т.е. все механизмы обеспечения безопасности для обнаружения неисправностей и реагирования на неисправности активизированы. Невозможно изменить F-программу во время работы (RUN), если она находится в режиме обеспечения безопасности. Для загрузки изменений в F-программу в режиме RUN или для изменения F-констант в режиме тестирования CFC вы должны деактивизировать режим обеспечения безопасности для F-программы.

Замечания по безопасности для случая, когда режим обеспечения безопасности деактивизирован

Так как изменения в F-программе могут выполняться в режиме RUN путем загрузки изменений, когда режим обеспечения безопасности деактивизирован, то вы должны соблюдать следующие правила:

- Режим обеспечения безопасности следует деактивизировать для целей тестирования, ввода в действие и т.д. Когда режим обеспечения безопасности деактивизирован, безопасность системы должна быть обеспечена другими организационными мероприятиями (напр., контролируемая эксплуатация и безопасное выключение вручную).
- При выполнении изменений в F-программе в режиме RUN с деактивизированным режимом обеспечения безопасности могут возникнуть эффекты переключения. Информацию о последовательности изменений с обзором этой операции вы найдете в разделе "Изменение F-программы в режиме RUN".
- Если это возможно, стандартную и F-программу следует изменять и загружать в них изменения отдельно, так как в противном случае ошибка может быть загружена одновременно в стандартную программу, и необходимая функция защиты в F-программе может быть разрушена, или могут возникнуть эффекты переключения в обеих программах.
- Должна иметься возможность подтверждения деактивизации режима обеспечения безопасности. Необходимо протоколирование, если возможно, путем записи сообщений на OS, или, если необходимо, с помощью организационных мероприятий. Рекомендуется также, чтобы деактивизация режима обеспечения безопасности отображалась на OS.
- Режим обеспечения безопасности деактивируется только для CPU в целом. В случае ориентированного на обеспечение безопасности обмена данными CPU-CPU обратите внимание на то, чтобы данные, посылаемые блоком F_SENDBO или F_SENDNR с деактивизированным режимом обеспечения безопасности, и получаемые из них выходные данные были включены в операции контроля.

Замечание

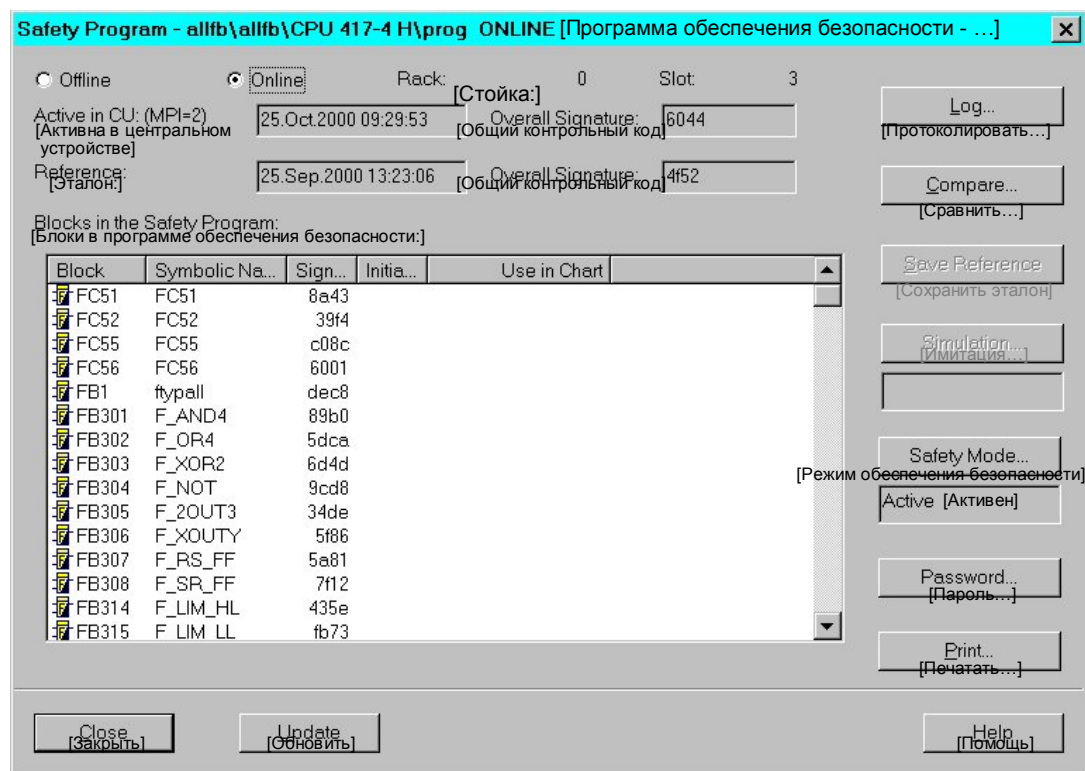
Если активизирован режим имитации, вы не можете деактивизировать режим обеспечения безопасности или загрузить изменения.

Предпосылки

- CPU находится в режиме RUN (переключатель режимов работы находится в положении RUN или RUN-P).
- Режим обеспечения безопасности активизирован.

Последовательность действий

1. Выделите CPU или его программу S7 в SIMATIC Manager.
2. Выберите команду меню **Options > Customize Safety Program [Дополнительные возможности > Настроить программу обеспечения безопасности]**.
3. Выберите в появившемся диалоговом окне представление online.



Пояснения к рисунку: Symbolic Na.. = Symbolic Name – символическое имя; Sign.. = Signature – контрольный код; Use in Chart – используется в схеме

4. Введите пароль для CPU, если он запрошен.
5. Проверьте, отображается ли в тестовом окне "Safety Mode [Режим обеспечения безопасности]" слово "Active [Активен]". Если да, перейдите к следующему шагу; если нет, завершите процедуру, так как режим обеспечения безопасности уже неактивен.
6. Щелкните на кнопке "Safety Mode [Режим обеспечения безопасности]" и введите пароль для программы обеспечения безопасности, если необходимо.

Замечание

Если равное 1 часу время, в течение которого пароль для программы обеспечения безопасности действителен, истекло, то он запрашивается снова при следующей деактивизации режима обеспечения безопасности и остается действительным после ввода еще на один час или пока права доступа не будут явно отменены.

7. Если пароль введен правильно, делается следующий запрос (следующий шаг); если пароль неверен, режим обеспечения безопасности не выключается и остается активным.
8. Подтвердите необходимость деактивизации режима обеспечения безопасности с помощью ОК.
Результат: Режим обеспечения безопасности деактивизирован.

После этого вы можете загружать изменения в F-программу в CPU во время работы (RUN).

5.4.3 Активизация режима обеспечения безопасности

После загрузки изменений вы должны снова активизировать режим обеспечения безопасности, чтобы гарантировать безопасное исполнение F-программы.

Последовательность действий

1. Выделите CPU или его программу S7 в SIMATIC Manager.
2. Выберите команду меню **Options > Customize Safety Program [Дополнительные возможности > Настроить программу обеспечения безопасности]**.
3. Выберите в появившемся диалоговом окне представление online.
4. Введите пароль для CPU, если он запрошен.
5. Проверьте, отображается ли в тестовом окне "Safety Mode [Режим обеспечения безопасности]" слово "Inactive [Не активен]". Если да, перейдите к следующему шагу; если нет, завершите процедуру, так как режим обеспечения безопасности уже активен.
6. Щелкните на кнопке "Safety Mode [Режим обеспечения безопасности]".
7. Подтвердите необходимость активизации режима обеспечения безопасности с помощью ОК.
Результат: Режим обеспечения безопасности снова активизирован и слово "Active [Активен]" отображается в окне "Safety Mode [Режим обеспечения безопасности]".

Замечание

Если вы не можете вновь активизировать режим обеспечения безопасности с помощью описанной процедуры, то или выключите сетевое напряжение, а затем включите его снова, или переведите CPU в STOP, а затем снова в RUN.

Замечание об активизации или деактивизации режима обеспечения безопасности

Блок F_TESTM устанавливает выход TEST, когда режим обеспечения безопасности деактивизирован. Кроме того, рекомендуется, чтобы состояние этого режима отображалось на OS с помощью выходного параметра TEST блока F_TESTM.

5.4.4 Компиляция F-программы

Имеются две возможности компиляции:

- Компиляция всех схем CFC в качестве программы. Схемы преобразуются в машинный код, который вы можете загрузить в CPU и там исполнять.
- Компиляция схемы как типового блока, чтобы использовать его снова.

Замечание

Чтобы повторно использовать существующие схемы, применяйте иерархические схемы CFC или создавайте новые типы блоков.

При компиляции F-программы пароль для программы обеспечения безопасности запрашивается, если в отказобезопасных блоках обнаруживаются изменения.

Невставленные отказобезопасные блоки автоматически удаляются из папки блоков при компиляции F-программы.

Защита паролем во время компиляции F-программы

Если при компиляции обнаруживаются изменения в отказобезопасных блоках, то запрашивается пароль для программы обеспечения безопасности.

- Если введенный пароль верен, то компилируется вся F-программа или, в качестве альтернативы, только изменения. Авторизация действительна в течение часа после ввода пароля.
- Если авторизация не представлена, то компиляция в целом завершается с сообщением об ошибке.

Если нет необходимости производить изменения в разделе обеспечения безопасности программы, то компиляция выполняется без запроса пароля.

5.4.5 Компиляция в качестве программы

Последовательность действий

Для компиляции F-программы действуйте следующим образом:

1. Выполните проверку на согласованность выбором команды меню **Chart > Check Consistency > Charts as Program [Схема > Проверка согласованности > Схемы как программа]**. Этот шаг не обязателен.
2. Выберите команду меню **Chart > Compile > Charts as Program [Схема > Компилировать > Схемы как программа]**.
3. Выберите одну из следующих возможностей в диалоговом окне "Compile Charts as Program [Компиляция схем в качестве программы]":
 - **Entire Program [Вся программа]**, если должна быть скомпилирована вся программа.
 - **Changes [Изменения]**, если должны быть скомпилированы только изменения.
4. Если отказобезопасные драйверы модулей еще не установлены, отметьте триггерную кнопку "Generate Module Drivers [Генерировать драйверы модулей]" в диалоговом окне "Compile Charts as Program [Компиляция схем в качестве программы]". Это автоматически вставляет и соединяет необходимые отказобезопасные драйверы модулей в отдельных схемах **@Fx**.

Результат: F-программа скомпилирована и может быть загружена в CPU. Функции обеспечения безопасности добавляются к схемам F-программы автоматически. Автоматически добавленные элементы, например, дополнительные блоки и соединения, частично видны в схемах CFC, но ни в коем случае не должны изменяться или удаляться. Графическое перемещение блоков внутри той же схемы допустимо.

5.4.6 Создание типовых отказобезопасных блоков

Из схемы CFC F-программы вы можете создать типовой отказобезопасный блок, который может быть повторно использован в других программах обеспечения безопасности.

Правила для типовых отказобезопасных блоков

Для создания нового типа отказобезопасных блоков действуйте, как в стандартном случае. Применяются те же правила, что и в стандартном случае со следующими дополнениями:

- Новый типовой блок должен быть функциональным блоком (FB).
- Новый типовой блок может содержать только отказобезопасные блоки. Стандартные блоки недопустимы.
- Отказобезопасные блоки, которые должны вызываться в новом типовом блоке, и отказобезопасные блоки всей F-программы, в которых этот типовой блок должен использоваться, должны происходить из одной и той же версии библиотеки. Блоки из разных версий библиотеки "Failsafe Blocks [Отказобезопасные блоки]" недопустимы.

- Отказобезопасные блоки, которые не должны использоваться в новых типовых блоках:
 - системные блоки F_S_BO, F_S_R, F_R_BO, F_R_R и F_CYC_CO
 - все блоки управления
- Вложение вновь созданных типовых отказобезопасных блоков не разрешается.
- Выход отказобезопасного блока не должен размещаться на обоих выходах схемы.
- Последовательность исполнения при компиляции автоматически не корректируется. Сохраняется последовательность, определенная при создании.

Замечание

Если последовательность исполнения отличается от потока данных, например, из-за наличия обратной связи, то при компиляции типового отказобезопасного блока сообщается об ошибке.

- Выводы схемы нового типового блока могут иметь F-типы данных и стандартные типы данных.
- Для отказобезопасных блоков, вызываемых в типовом блоке, можно использовать следующие имена:
 - Только числа, как это определено в CFC
 - Алфавитно-цифровые имена, которые всегда должны начинаться с F_.

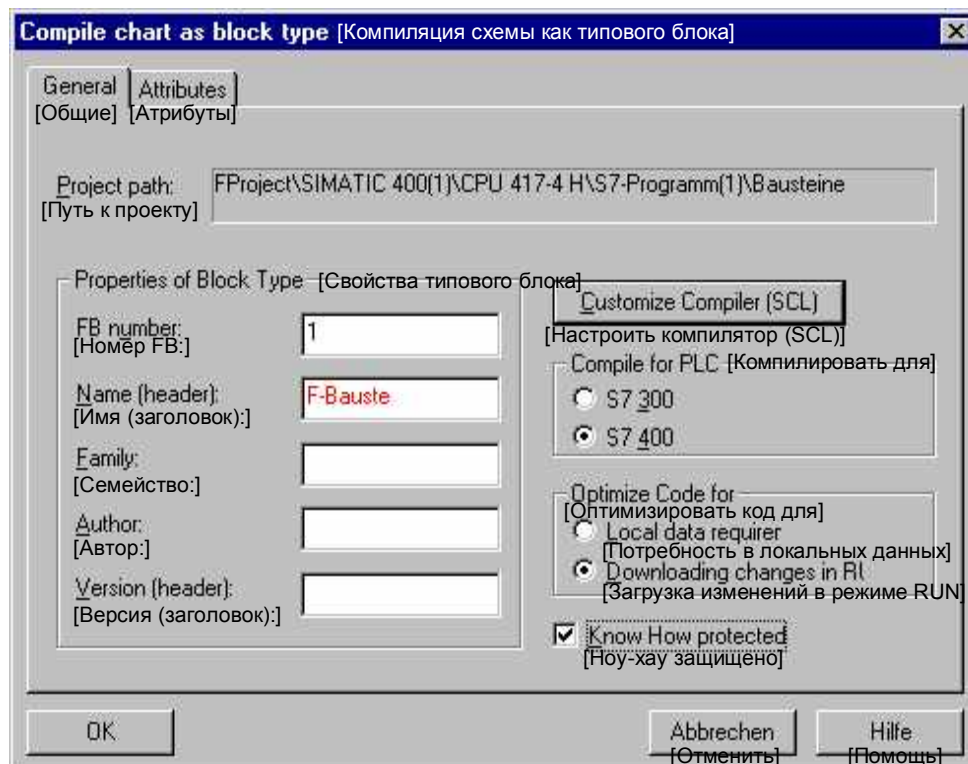


Указание по безопасности

При создании типовых отказобезопасных блоков никакие из начальных значений на выходах отказобезопасных блоков не могут быть изменены. CFC позволит их изменить и отобразит изменение, но всегда будут использоваться начальные значения по умолчанию, определенные в библиотеке.

Последовательность действий

1. Создайте схему CFC в отдельной программе S7, назначенной CPU, способному выполнять F-программы.
2. Откройте желаемую схему.
3. Выберите команду меню **Chart > Compile > Chart as Block [Схема > Компилировать > Схема как блок]**. Появляется диалоговое окно для ввода свойств блока.



4. Введите свойства нового типового блока. Выберите варианты "Compile for PLC [Компилировать для ПЛК] - S7 400" и "Optimize Code for [Оптимизировать код для] – Downloading changes in RUN Mode [Загрузка изменений в режиме RUN]" и подтвердите с помощью OK.
Результат: Создается новый типовой блок, который может быть использован в программах обеспечения безопасности.
5. Вставьте новый типовой блок в F-программу и протестируйте его там.
6. Примите F-программу с новым типовым отказобезопасным блоком.

Использование нового типового блока в программе обеспечения безопасности

Если вы используете отказобезопасный блок вновь созданного типа, вы должны снова скомпилировать программу обеспечения безопасности и загрузить в CPU всю программу или изменения.

Изменение типового отказобезопасного блока

Изменения типового отказобезопасного блока требуют приемки.

Измененные типовые блоки должны быть введены с помощью команды меню **Options > Block Types [Дополнительные возможности > Типы блоков]**.

После использования измененного типового блока вы должны снова скомпилировать программу обеспечения безопасности и загрузить ее в CPU. Загружать изменения в режиме RUN можно не всегда. Например, в случае изменений в выводах схемы или в вызовах блоков, изменения загружать невозможно.

К загрузке изменений и правила для стандартного случая, и правила для F-программ.

При использовании нового издания библиотеки **Failsafe Blocks**

[Отказобезопасные блоки] после импорта новых блоков вы тоже должны снова скомпилировать типовой отказобезопасный блок. Таким образом, вы обеспечиваете, что все отказобезопасные блоки в F-программе относятся к одной и той же версии библиотеки.

Отказобезопасные драйверы каналов в типовых отказобезопасных блоках

Если отказобезопасные драйверы каналов используются в типовом блоке, то, как минимум, выводы VALUE, ADDR_CODE, CHADDR должны быть определены как выводы схемы, так как эти выводы должны быть соединены вне типового отказобезопасного блока с символическим именем соответствующего канала или с отказобезопасным драйвером модуля, или они должны быть снабжены значениями автоматически.

5.4.7 Загрузка F-программы

После компиляции вы можете загрузить программу CFC в ПЛК. В зависимости от того, активизирован режим обеспечения безопасности или нет, вы можете загрузить всю F-программу или только изменения в F-программе следующим образом:

Загрузка	CPU в STOP	CPU в RUN, режим обеспечения безопасности активен	CPU в RUN, режим обеспечения безопасности не активен
всей F-программы	возможна	невозможна	невозможна
изменений в стандартной программе	невозможна	возможна	возможна
изменений в F-программе	невозможна	невозможна	возможна

Предпосылки

- Перед загрузкой всей программы необходим сброс памяти CPU, если он содержит старую F-программу.
- Конфигурационные данные станции загружены в CPU.
- Программа пользователя скомпилирована без ошибок.
- У вас есть права доступа к ПЛК.
- Имеется связь в режиме online между CPU и вашим устройством программирования или ES.

Правила для загрузки

- F-программа может быть загружена только из CFC, но не из SIMATIC Manager.
- В системе S7-400FH в обоих CPU должна находиться одна и та же (F) программа пользователя. Оба CPU имеют или плату памяти ОЗУ или флэш-ППЗУ.
- Когда загружается F-программа, вы должны проверить общий контрольный код после загрузки таким же способом, как вы должны это делать после приемки (см. "Проверка общих контрольных кодов" в разделе "Начальная приемка F-программы").

5.4.8 Загрузка всей F-программы

Последовательность действий

Для загрузки F-программы в ПЛК, действуйте следующим образом:

1. Переключите CPU в состояние STOP.
2. Выберите в CFC команду меню **PLC > Download > Entire Program [ПЛК > Загрузить > Вся программа]**.

Замечание

Перед загрузкой F-программы в CPU запрашивается пароль, если в разделе обеспечения безопасности программы обнаружены изменения.

Результат: Если вы вводите правильный пароль, то F-программа загружается в CPU, которому поставлена в соответствие папка программы. Если пароль введен неверно, операция загрузки не выполняется.

После загрузки программы в CPU вы должны сравнить общий контрольный код программы в CPU с общим контрольным кодом в принятой распечатке (см. "Проверка общих контрольных кодов" в разделе "Начальная приемка F-программы"). У систем S7-400FH вы должны сделать это сравнение для обоих CPU.

Работа с программами на плате памяти

Если вы используете F-программу на плате памяти, запомните следующее:



Указание по безопасности

- Перед переключением S7-400F в режим RUN сравните общий контрольный код программы на плате памяти флэш-ППЗУ с общим контрольным кодом эталонных данных. Если необходимо, пометьте плату памяти общим контрольным кодом.
 - В случае отказоустойчивой системы S7-400FH обеспечьте, чтобы платы памяти резервируемых CPU были одного типа – ОЗУ или флэш-ППЗУ – и чтобы на резервируемых платах памяти флэш-ППЗУ находилась *одна и та же* F-программа.
 - Обеспечьте защиту от доступа, регулирующую удаление и вставку плат памяти.
-

5.4.9 Изменения F-программы в режиме RUN

Изменения F-программы во время работы (RUN) можно выполнять только в том случае, если режим обеспечения безопасности деактивирован. Для изменения F-программы во время работы у вас есть следующие возможности:

- Вы изменяете схемы CFC, компилируете и загружаете эти изменения в CPU.
- Вы изменяете F-константы (несоединенные выводы) в режиме тестирования CFC

Замечания о последовательности исполнения во время загрузки изменений

При загрузке изменений метки времени не учитываются. Вместо этого загружаются все обнаруженные изменения (т.е. вызванные операциями редактирования).



Указание по безопасности

Загрузка изменений выполняется в два этапа:

- Сначала загружаются все полные блоки. Сюда относятся вновь установленные блоки, новые экземплярные блоки данных или вновь сгенерированные FC (для измененных исполняемых групп или задач). Эти блоки загружаются последовательно таким образом, что вызываемые блоки доступны в течение любой фазы (т.е. CPU продолжает работать). (Например, новые FC исполняемой группы загружаются только тогда, когда вновь вызываемые в ней блоки уже загружены.) Все блоки, ставшие ненужными, во время этого этапа загрузки удаляются.
- Затем загружаются все измененные входные или выходные параметры блоков. Эти изменения загружаются путем записи в CPU только тех параметров, которые были изменены (не весь блок). Это может занять несколько циклов циклических прерываний. Порядок, в котором записываются параметры, нельзя предсказать. Поэтому обратите внимание на то, чтобы параметры не изменялись таким образом, чтобы загрузка в течение нескольких циклов циклических прерываний и/или в определенном порядке могла привести к временному возникновению опасных состояний. Вы можете избежать этого, отделив функции управления (в стандартной программе) от функций защиты (в F-программе) и делая изменения в стандартной и F-программе отдельно.

Допустимые изменения

Ниже вы найдете список допустимых изменений программы. Эти изменения могут загружаться при деактивированном режиме обеспечения безопасности без перевода CPU в STOP. Перечисленные ниже ограничения, однако, продолжают действовать:

- Любые локальные изменения в исполняемых группах.
Локальные изменения – это изменения, которые не затрагивают обмена данными между исполняемыми группами или CPU. Внутри исполняемой группы могут быть изменены любые соединения и константы, а блоки могут удаляться, вновь вставляться или перемещаться в последовательности исполнения.
- Удаление полных исполняемых групп:
Обеспечьте, чтобы исполняемая группа с F_CYC_CO всегда удалялась **после** соответствующей исполняемой группы с отказобезопасным блоком пользователя. Исполняемые группы должны удаляться только по отдельности. После удаления исполняемой группы вы должны снова скомпилировать программу и загрузить изменения. Только после этого можно удалить соответствующую исполняемую группу с F_CYC_CO, вновь скомпилировать F-программу и загрузить изменения.
- Вставка новой исполняемой группы
- Изменения классов приоритета.
В расчет должны быть взяты времена контроля (см. ниже).
 - Изменения во времени цикла OB (параметризация CPU поддерживается для S7-400FH с CPU 417-4H, V2.0 и выше).
 - Перемещение исполняемых групп (удаление и вставка) в новые задачи или OB.



Указание по безопасности

Нельзя изменять времена цикла OB или перемещать исполняемые группы, если при этом также изменяются соотношения времен и скоростей. Это значит, что задачи, которые были самыми медленными или самыми быстрыми, должны продолжать оставаться такими же после загрузки изменений.

Если это не так, то, возможно, не удастся деактивизировать режим обеспечения безопасности, или CPU может перейти в STOP при загрузке изменений. В этом случае никакие изменения не могут быть отменены, и вам придется вернуться к ранее сохраненной F-программе.

- Можно переместить исполняемые группы в другую задачу. При этом в расчет должны быть приняты времена контроля (см. ниже).

Некоторые операции требуют нескольких шагов, так как новая F-программа не может быть активизирована вся сразу. Вместо этого она должна активизироваться в несколько шагов (см. ниже).

Изменение временных соотношений или времен контроля

Это в принципе возможно, но при этом следует обратить внимание на то, чтобы эти изменения не вызвали срабатывания мер по контролю времени, например:

- Изменение времени цикла ОВ: Все времена контроля (F_CYC_CO, отказобезопасного драйвера модуля, отказобезопасного обмена данными) должны быть больше, чем новое время цикла ОВ. Если это не так, вы должны в первую очередь увеличить эти времена и загрузить их **до** того, как будет установлено новое время цикла ОВ. Параметризация времени выполнения ОВ циклических прерываний может быть изменена в S7-400FH только на втором шаге. Времена контроля сигнальных модулей повышенной безопасности не могут быть изменены во время работы (см. "Недопустимые изменения").
- Перемещение исполняемых групп: Это соответствует изменению времени цикла ОВ для подлежащей перемещению исполняемой группы (см. выше).
- Непосредственное изменение времен контроля для отказобезопасных блоков: Времена контроля должны соответствовать времени цикла ОВ. В случае отказобезопасных драйверных блоков выполнять изменения во время работы невозможно (см. "Недопустимые изменения").

Первый вызов и характеристики запуска

Вновь вставленные блоки при первом вызове или теплом пуске ведут себя как при холодном пуске, что означает, например:

- Драйверы модулей или коммуникационные блоки выводят заменяющие значения.
- Блок F_START в первом цикле показывает холодный пуск.

В таких случаях может оказаться необходимым вначале устанавливать эти блоки, не включая их в систему связей, а затем загружать их в CPU путем загрузки изменений. Эти блоки могут быть включены в систему связей, а затем загружены в CPU в виде изменений только на втором шаге.

Обмен данными между исполняемыми группами или CPU

Вы должны разбить свои действия на несколько шагов, если обмен данными должен продолжаться на всех фазах. За один шаг может быть введено изменение только для одного партнера по обмену для обоих партнеров одновременно.

- Вставка новых отказобезопасных блоков для обмена данными между исполняемыми группами: Заменяющие значения выводятся, пока не будут синхронизированы вновь созданные соединения. Передающая сторона всегда должна быть запрограммирована и загружена первой. Принимающий блок может быть установлен и немедленно соединен с передающим блоком только на втором шаге.

- Могут быть изменены источники и приемники данных (т.е. соединения от выходных к входным параметрам блоков). Такое изменение, однако, никогда не должно выполняться для некоторого значения данных одновременно для передатчика и приемника, так как одновременная активизация новых соединений не может быть гарантирована. Если это абсолютно необходимо, действуйте следующим образом:
 - На передающей стороне присоедините желаемую связь к новому, ранее не использованному входному параметру передающего блока и загрузите это изменение. Новое значение на приемнике теперь доступно в правильном виде.
 - На следующем шаге новое соединение может быть выполнено на стороне приемника, используя в качестве источника новый выходной параметр принимающего блока вместо старого. Это изменение может быть загружено, что приведет к согласованному переключению на новые пути прохождения данных.
 - Наконец, на передающей стороне может быть удалено ставшее теперь ненужным соединение со старым входным параметром передающего блока.
- Особенно трудной является ситуация, когда заменяется партнер по обмену данными, т.е. если предполагается, что связь переходит к другой исполняемой группе или к другому CPU. Это возможно только в том случае, если для нового партнера по обмену данными установлен второй канал, а затем делается переключение на этот канал. Это используется, когда данные должны приниматься от другого CPU, чем раньше. Однако этот принцип действителен и обмена данными между исполняемыми группами.
 - Спроектируйте новое соединение в NetPro и загрузите данные этого соединения в режиме RUN (этот шаг необходим только для обмена данными CPU-CPU)
 - Установите новые коммуникационные блоки на передающей стороне и присвойте данные нового соединения (ID, R_ID). Соедините, скомпилируйте и загрузите подлежащие передаче данные в передающий блок.
 - Установите новые коммуникационные блоки на принимающей стороне, присвойте данные нового соединения (ID, R_ID), а затем скомпилируйте и загрузите их. В приемнике теперь данные старого и нового передатчика.
 - Теперь соединения могут быть переключены со старого на новый принимающий блок, а старый принимающий блок может быть удален. Когда измененная программа загружается, немедленно выполняется переключение на новый передатчик.
 - Наконец, может быть удален ставший теперь излишним передающий блок старого передатчика, а может быть, и соответствующее соединение из NetPro.
- Удаление исполняемых групп: Если исполняемая группа перемещается в другую задачу, вы не должны одновременно удалять исполняемую группу блока F_CYS_CO в старой задаче. Если вы хотите сделать это, чтобы, например, удалить старую задачу полностью, действуйте в два этапа следующим образом:
 - Переместите, скомпилируйте и загрузите исполняемую группу в новую задачу.
 - Затем удалите, скомпилируйте и загрузите исполняемую группу блока F_CYS_CO из старой задачи.

Недопустимые изменения

Некоторые изменения **не** должны выполняться, даже если режим обеспечения безопасности деактивизирован, так как не может быть гарантировано непрерывное (плавное) исполнение программы пользователя. Следующие изменения могут вызвать прерывание исполнения программы пользователя или переход CPU в состояние STOP, или даже препятствовать загрузке изменений в F-программе:

- В текущей версии продукта изменения параметризации сигнальных модулей повышенной безопасности во время работы вообще невозможны. Модули могут получать измененные значения параметров в S7-400FH также только после удаления и вставки. Сигнальные модули повышенной безопасности обнаруживают ошибку CRC после загрузки первого изменения и выводят заменяющие значения.
- Как и при изменении параметров в HW Config, плавные изменения свойств существующих соединений CPU-CPU невозможны, если изменяются свойства, влияющие на сетевые адреса. В этом случае тоже выводятся заменяющие значения, пока состояние отказобезопасных коммуникационных блоков не станет согласованным. Однако имеется возможность достичь этого за несколько шагов с помощью дополнительного соединения (см. "Обмен данными между исполняемыми группами или CPU"). Изменение выводов ID и R_ID блоков F-SENDER/BO и F-RCVR/BO не допускается.
- Удаление и новая установка автоматически введенных отказобезопасных блоков управления и системного отказобезопасного блока F_CYC_CO приведет к переходу CPU в STOP.
- То же самое относится к F_S_BO и F_S_R: Если такой отказобезопасный блок удаляется, вновь вставляется и включается в систему соединений, то соответствующий блок F_R_BO или F_R_R F выводит заменяющие значения.
- Перемещение отказобезопасной F-группы в другой класс приоритета не допускается.
- Сжатие экземплярных DB или FC исполняемых групп приводит после этого к переходу CPU в STOP. Затем загружается вся программа.
- Изменения интерфейса с отказобезопасными блоками вызывает переход CPU в состояние STOP. Затем загружается вся программа.

5.4.10 Загрузка изменений

Изменения в стандартной программе

Вы можете загружать изменения, когда CPU находится в режиме RUN, независимо от того, активен режим обеспечения безопасности или нет.

Замечание

Если вы выполняете изменения в разделе программы пользователя, обеспечивающем безопасность, то в режиме обеспечения безопасности вы не можете также загружать изменения для стандартного раздела. Обратное изменение в F-программе также рассматривается как изменение.



Указание по безопасности

Если в режиме обеспечения безопасности изменяется стандартная программа, то не следует получать права доступа с помощью пароля для CPU, так как в противном случае F-программа тоже может быть изменена. Вместо этого должен быть соответствующим образом установлен уровень защиты.

Изменения в F-программе

Загружать изменения в CPU в режиме RUN можно только в том случае, если режим обеспечения безопасности не активен.

Замечание

Если активизирован режим имитации, то нельзя выключать режим обеспечения безопасности или загружать изменения.

Перед загрузкой выполняется проверка, чтобы выяснить, имеются ли в F-программе блоки имитации. Если имеются, то загрузка заканчивается.

Последовательность действий

1. Измените F-программу и скомпилируйте ее (см. раздел "Компиляция F-программы").
2. Если режим имитации активизирован, деактивируйте его (см. "Тестирование F-программы в режиме offline с помощью S7-PLCSIM").
3. Деактивируйте режим обеспечения безопасности (см. раздел "Деактивизация режима обеспечения безопасности").
4. Выберите в CFC команду меню **PLC > Download > Changes Only [ПЛК > Загрузить > Только изменения]**.
Всегда отвечайте "Yes [Да]" на просьбу подтвердить, что вы хотите внести CPU в список для тестирования.
5. Если необходимо, повторяйте шаги с 1 по 4, чтобы, например, загрузить изменения шаг за шагом.
6. Активизируйте режим обеспечения безопасности (см. раздел "Активизация режима обеспечения безопасности").
7. Выберите в SIMATIC Manager команду меню **Options > Customize Safety Program [Дополнительные возможности > Настроить программу обеспечения безопасности]**.

В диалоговом окне "Safety Program – S7 Program [Программа обеспечения безопасности – Программа S7]" активизируйте одну за другой опции "Online" и "Offline" и проверьте, совпадают ли (online и offline) общие контрольные коды (см. "Проверка общих контрольных кодов" в разделе "Начальная приемка F-программы"). Если они совпадают, то загрузка завершена успешно. Если нет, повторите шаг 4 операции загрузки. В случае систем S7-400FH вы должны выполнить это сравнение для обоих CPU.



Указание по безопасности

Если операция загрузки прервана, вы должны повторить загрузку изменений (шаг 4) и проверить общие контрольные коды online и offline (шаг 7), чтобы обеспечить согласованность данных в загрузочной и рабочей памяти.

5.4.11 Тестирование F-программы

После компиляции и загрузки вы можете протестировать программу. Тестировать F-программы можно переключением в режим тестирования в CFC, используя команду меню **Test > Test Mode [Тестировать > Режим тестирования]**. В режиме тестирования вы соединены с системой автоматизации (CPU) online.

Правила для тестирования



Указание по безопасности

Вы можете наблюдать F-программы в режиме тестирования CFC и изменять несоединенные входы отказобезопасных блоков. Изменения в режиме online отказобезопасных выходов и автоматически назначенных входов/выходов не допускается и приводит к переходу CPU в STOP.



Указание по безопасности

Если вы используете систему разработки (ES), то изменения параметров, не связанных с обеспечением безопасности, может привести к изменению общего контрольного кода автономной (offline) F-программы. Это значит, что F-программу, возможно, нужно будет после тестирования принимать снова. Чтобы обеспечить неизменность общего контрольного кода F-программы, вы должны отменить все изменения параметров, вновь назначив параметрам первоначальные значения.

5.4.12 Тестирование F-программы в режиме offline с помощью S7-PLCSIM

Не всегда имеется возможность тестирования F-программ в реальной системе. Пакет программ PLCSim предназначен для того, чтобы помочь вам тестировать F-программы путем имитации CPU на ПК или устройстве программирования.

Предпосылка: Копирование проекта

Невозможно выполнить тестирование в режиме offline с исходным проектом. Проект должен быть скопирован, и имитация может быть выполнена только с использованием этого скопированного проекта.

Затем изменения могут быть переданы в исходный проект и, при деактивированном режиме обеспечения безопасности, переданы в CPU с помощью загрузки изменений (Download Changes).

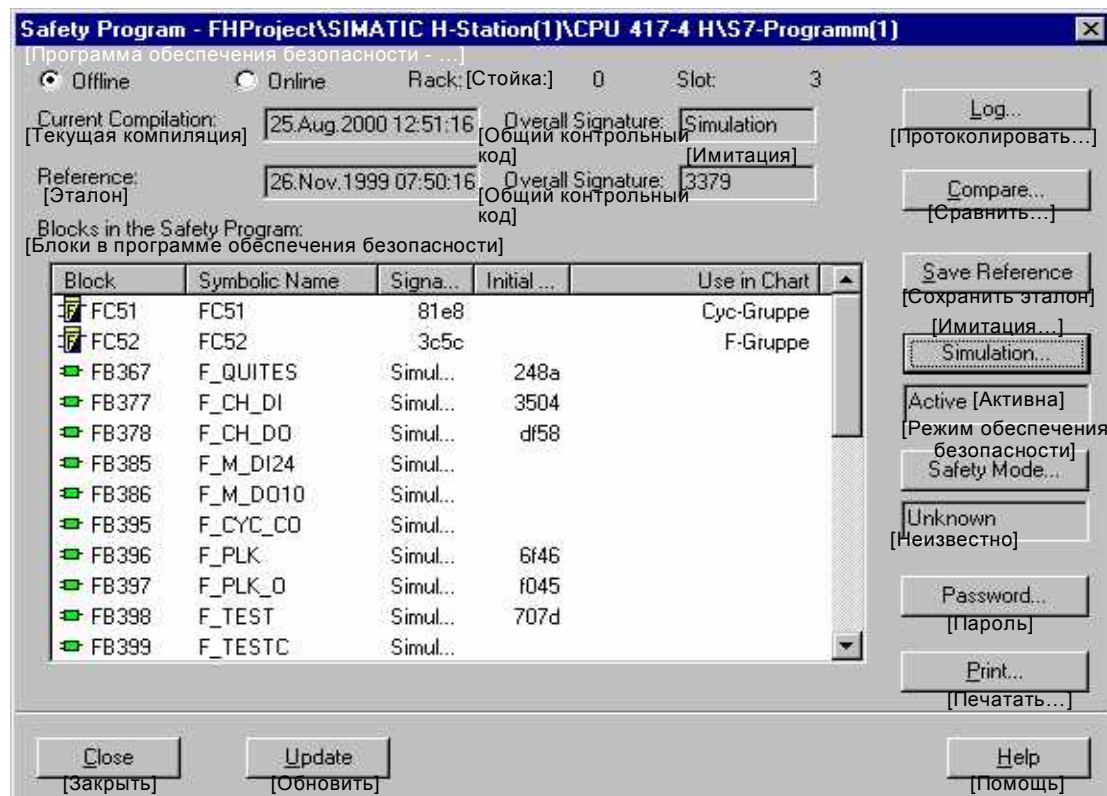
Чтобы гарантировать, что все изменения, сделанные в тестовом проекте, правильно сделаны и в исходном проекте, вы можете использовать функцию сравнения схем в дополнительном F-пакете, чтобы сравнить исходный проект с проектом, использованным при имитации (в SIMATIC Manager через Options – Customize Safety Program [Дополнительные возможности – Настройка программы обеспечения безопасности], см. Сравнение F-программ). В зависимости от последовательности редактирования, может оказаться, что будут отображены различия в автоматически назначаемых параметрах (напр., F_PLK/SIG_I и т.д.). Эти различия можно проигнорировать.

Если PLCSim используется с исходным проектом, то его больше нельзя загрузить в режиме RUN.

Начало имитации

Действуйте следующим образом:

1. Выберите в SIMATIC Manager папку с программой (напр., S7 Program).
2. Выберите команду меню **Options > Customize Safety Program** [Дополнительные возможности > Настроить программу обеспечения безопасности].



Пояснения к рисунку: Block – блок; Symbolic Name – символическое имя; Signa... = Signature – контрольный код; Initial... = Initial value – начальное значение; Use in Chart – использование в схеме; Cyc-Gruppe – циклическая группа; F-Gruppe – отказобезопасная группа

Результат: Появляется диалоговое окно "Safety Program – S7 Program [Программа обеспечения безопасности – Программа S7]".

3. Выберите кнопку "Password... [Пароль...]" и отмените права доступа для программы обеспечения безопасности. Это значит, что пароль для программы обеспечения безопасности будет снова запрошен в случае таких операций, как компиляция или загрузка изменений в F-программу.
4. Если режим обеспечения безопасности не активен, активизируйте его (см. "Активизация режима обеспечения безопасности").
5. Щелкните на кнопке "Simulation... [Имитация...]" и, в ответ на появившийся запрос, подтвердите, что вы хотите заменить F-блоки имитационными блоками.

6. В появившемся диалоговом окне "Copy [Копирование]" подтвердите, что отдельные объекты должны быть заменены, с помощью "Yes [Да]" или что все объекты должны быть заменены, с помощью "All [Все]".

Результат: Отказобезопасные блоки F-программы заменяются имитационными блоками с тем же именем из библиотеки **Failsafe Blocks: F-Simulation Blocks** [Отказобезопасные блоки: Блоки имитации F-программы]. В текстовом поле под кнопкой появляется слово "Inactive [Не активна]".



7. Активируйте имитацию, щелкнув на кнопке для имитации на панели инструментов SIMATIC Manager или выбором команды меню **Options > Simulate Modules [Дополнительные возможности > Имитировать модули]**. После этого все такие функции устройства программирования, как загрузка, статус модулей и т.д., будут обрабатываться пакетом PLCSim вместо реальных модулей. Информацию о том, как работать с пакетом S7-PLCSIM, вы найдете в руководстве /11/.

Для выполнения тестирования загрузите F-программу в виртуальный CPU пакета PLCSim. Изменения в F-программу можно загружать только вместе со всей программой, когда виртуальный CPU находится в состоянии STOP. В режиме тестирования F-программа может контролироваться, как и в случае с реальным CPU.

Замечание

Если виртуальный CPU пакета PLCSim переходит в STOP, вы должны сделать следующее:

- Сбросьте память виртуального CPU пакета PLCSim.
- Снова загрузите данные конфигурации и программу S7.

О чем нужно помнить при имитации F-программ



Указание по безопасности

Это не замена функционального тестирования!

Если имитация производится на устройстве программирования или ES с физическим онлайнным соединением с CPU, то вы не должны деактивизировать режим обеспечения безопасности и не должны получать права доступа посредством пароля для CPU.

Когда имитация включена, все отказобезопасные блоки в автономной (offline) папке блоков программы заменяются способной на имитацию версией из библиотеки **Failsafe Blocks: F-Simulation Blocks [Отказобезопасные блоки: Блоки имитации F-программы]**. Блоки в этой библиотеке пригодны только для имитации и не должны загружаться в CPU.

Эти блоки имеют такой же интерфейс, как и нормальные отказобезопасные блоки, но они имеют ограниченные функциональные возможности, определяемые функциональными возможностями пакета PLCSim.

Когда вы выполняете изменения в программе в режиме имитации, вы можете устанавливать новые блоки только из библиотеки "F-Simulation Blocks [Блоки имитации F-программы]". Комбинация отказобезопасных и имитационных блоков недопустима, и о ней сообщается при следующей компиляции F-программы.

Драйверные блоки не имеют доступа к входам/выходам.

Входные сигналы модулей ввода повышенной безопасности могут быть изменены в образе процесса на входах (PII) в пакете PLCSim.

Обмен данными между CPU не имитируется.

В диалоговом окне "Customize Safety Program [Настройка программы обеспечения безопасности]" CRC для имитационных блоков не отображается. Общий контрольный код для F-программы не рассчитывается, если эта программа содержит имитационные блоки.

Загрузка F-программы после имитации

Перед загрузкой протестированной F-программы в CPU вы должны сделать следующее:

1. Выключите имитацию, щелкнув на кнопке "Simulation Off [Выключить имитацию]" в диалоговом окне "Safety Program – S7 Program [Программа обеспечения безопасности – Программа S7]".
Результат: В папку блоков копируются блоки из библиотеки **Failsafe Blocks: F-User Blocks [Отказобезопасные блоки: Отказобезопасные блоки пользователя]**.
2. Снова скомпилируйте схемы CFC, если в них были сделаны какие-либо изменения.

5.4.13 Изменение F-констант в режиме тестирования CFC

В режиме тестирования CFC (V5.2 и выше) можно изменять во время работы (RUN) F-константы (не включенные в систему связей входы и выходы отказобезопасных блоков). В случае программ обеспечения безопасности это допускается только в том случае, если режим обеспечения безопасности деактивизирован. Ограничений на изменение стандартных параметров нет.

Правила для изменения F-констант

- В случае параметров, представленных в отказобезопасном формате данных, можно изменять только компоненты DATA, но не COMPLEM или PARID.
- Нельзя изменять выходные параметры и выводы, получающие значения автоматически.

Предпосылки

Перед включением режима тестирования CFC убедитесь, что выполнены следующие предпосылки:

- CPU должен находиться в режиме RUN.
- Режим обеспечения безопасности F-программы должен быть деактивирован. Если это не так, вы получите запрос на деактивизацию режима обеспечения безопасности, когда вы попытаетесь изменить первый параметр.

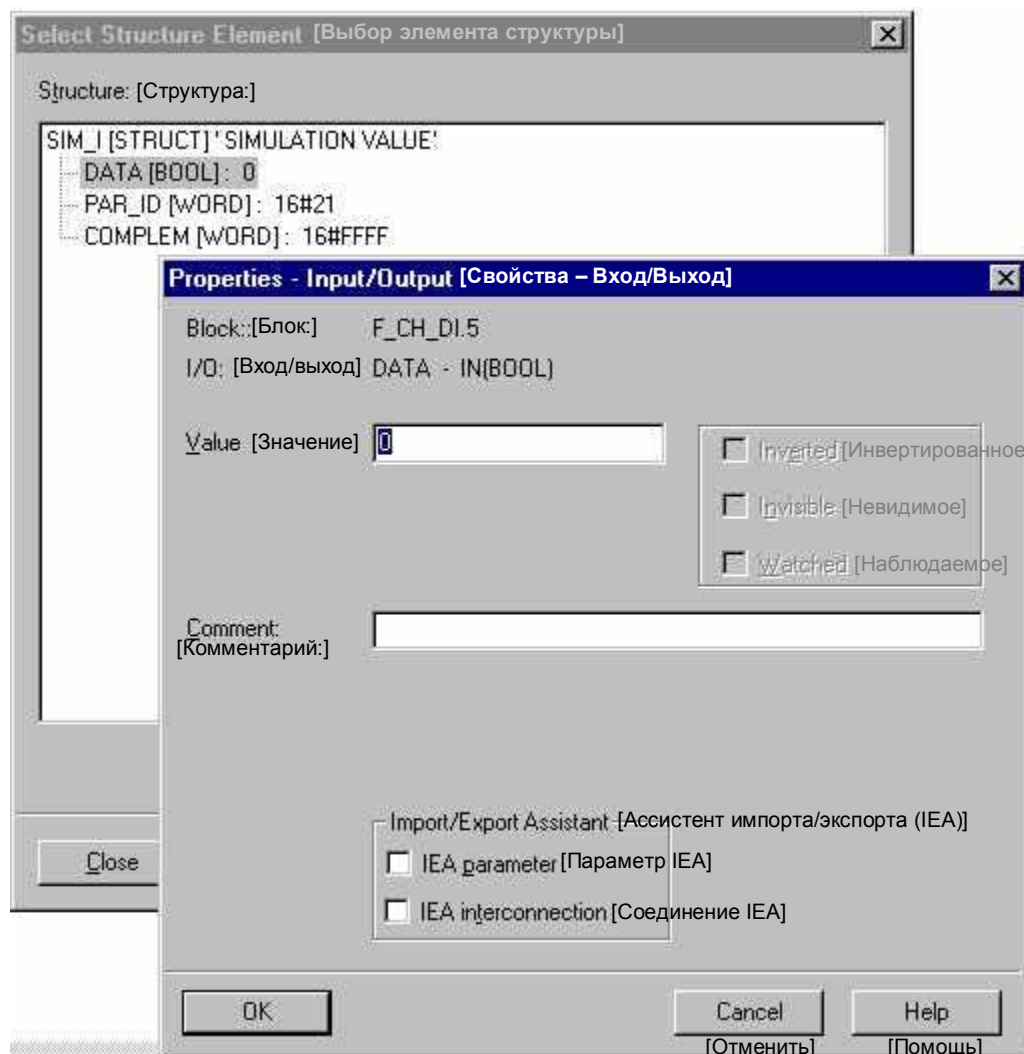
Замечание

Изменение F-констант в режиме обеспечения безопасности всегда вызовет переход в безопасное состояние (CPU в STOP).

Для изменения F-констант вы должны ввести F-пароль. Этот пароль такой же, какой используется для компиляции и загрузки изменений. В зависимости от уровня защиты, установленного для CPU, может оказаться также необходимым удостоверение личности для онлайн-соединения в CPU, которое запрашивается в случае необходимости.

Изменение отказобезопасных входов и выходов

1. Активируйте режим тестирования для схемы в CFC, используя команду меню **Test > Test Mode [Тестировать > Режим тестирования]**.
2. Откройте табличное представление отказобезопасного блока.
3. Выберите вход или выход, который вы хотите изменить, и откройте, например, двойным щелчком Object Properties [Свойства объекта].
Результат: Появляется диалоговое окно "Select Structure Element [Выбор элемента структуры]".



4. Дважды щелкните на элементе структуры DATA в диалоговом окне "Select Structure Element [Выбор элемента структуры]".
Результат: Появляется диалоговое окно "Properties – Inputs/Outputs [Свойства - Входы/Выходы]".
5. Введите желаемое значение в текстовое поле "Value [Значение]" и подтвердите щелчком на "OK".
6. Закройте диалоговое окно "Select Structure Element [Выбор элемента структуры]". Если изменение возможно, появляется окошко с измененным значением, которое вы должны подтвердить с помощью OK.

7. Если изменение невозможно, вы получите сообщение, требующее от вас устранить причину ошибки. Тогда вы должны повторить шаги с 3 по 6.

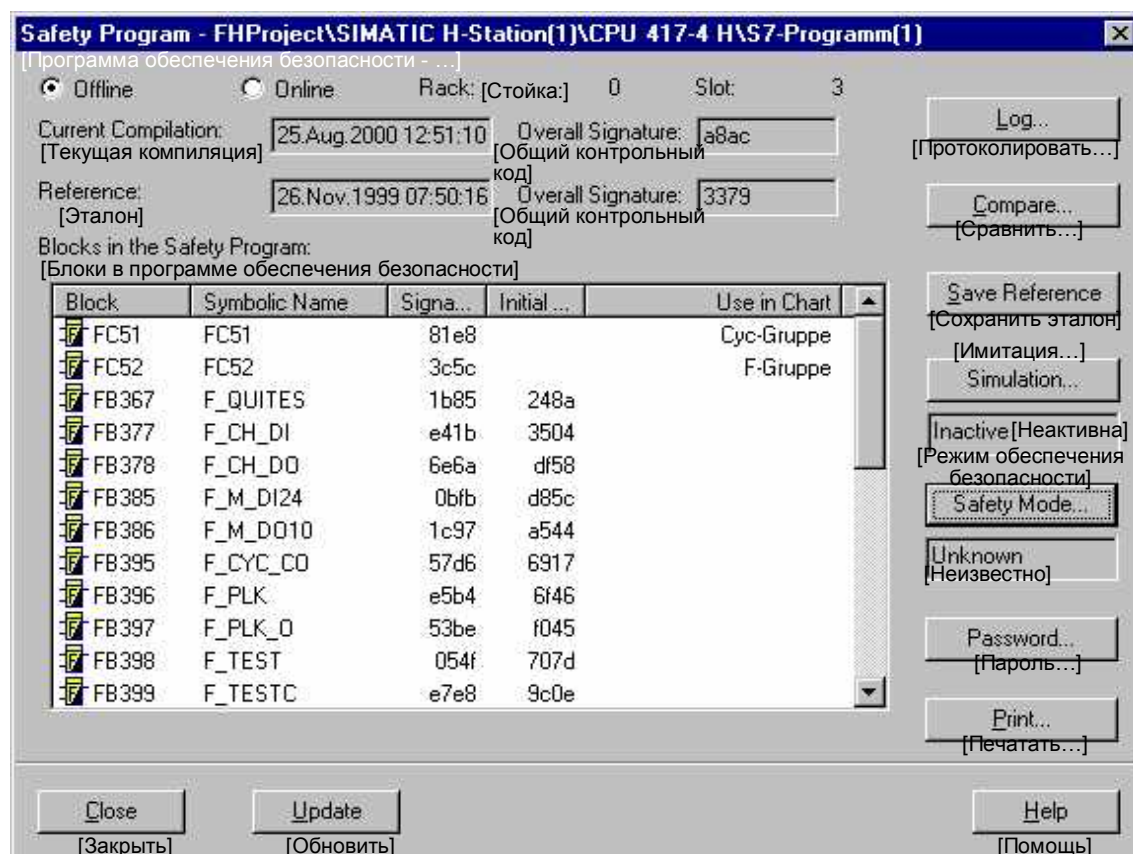
Результат: Новое значение загружается в CPU и отображается на входе или выходе.

После деактивизации режима тестирования CFC нет возможности компилировать и загружать изменения, пока не будет активизирован режим обеспечения безопасности, так как все необходимые изменения были сделаны, когда изменялся каждый параметр в отдельности.

5.4.14 Отображение информации

Для отображения информации в F-программе:

1. Выделите в SIMATIC Manager папку с программой (напр., "S7 Program").
2. Выберите команду меню **Options > Customize Safety Program** [Дополнительные возможности > Настроить программу обеспечения безопасности].



Пояснения к рисунку: Block – блок; Symbolic Name – символическое имя; Signa...= Signature – контрольный код; Initial...= Initial value – начальное значение; Use in Chart – использование в схеме; Cyc-Gruppe – циклическая группа; F-Gruppe – отказобезопасная группа

Результат: Появляется диалоговое окно "Safety Program – S7 Program [Программа обеспечения безопасности – Программа S7]". В F-программе, онлайнной (на CPU) или автономной (в устройстве программирования или ES), отображается следующая информация:

- Список всех блоков с их контрольными кодами и их контрольными кодами начальных значений
- Дата и контрольный код последней компиляции и самых последних сохраненных эталонных данных
- Указание на то, соответствуют ли друг другу код источника, загрузочная и рабочая память

5.4.15 Сохранение эталонных данных

Вы можете сохранить все данные программы (схемы, параметры и т.д.) в качестве эталонных данных для использования их в целях сравнения, если необходимо.

Последовательность действий

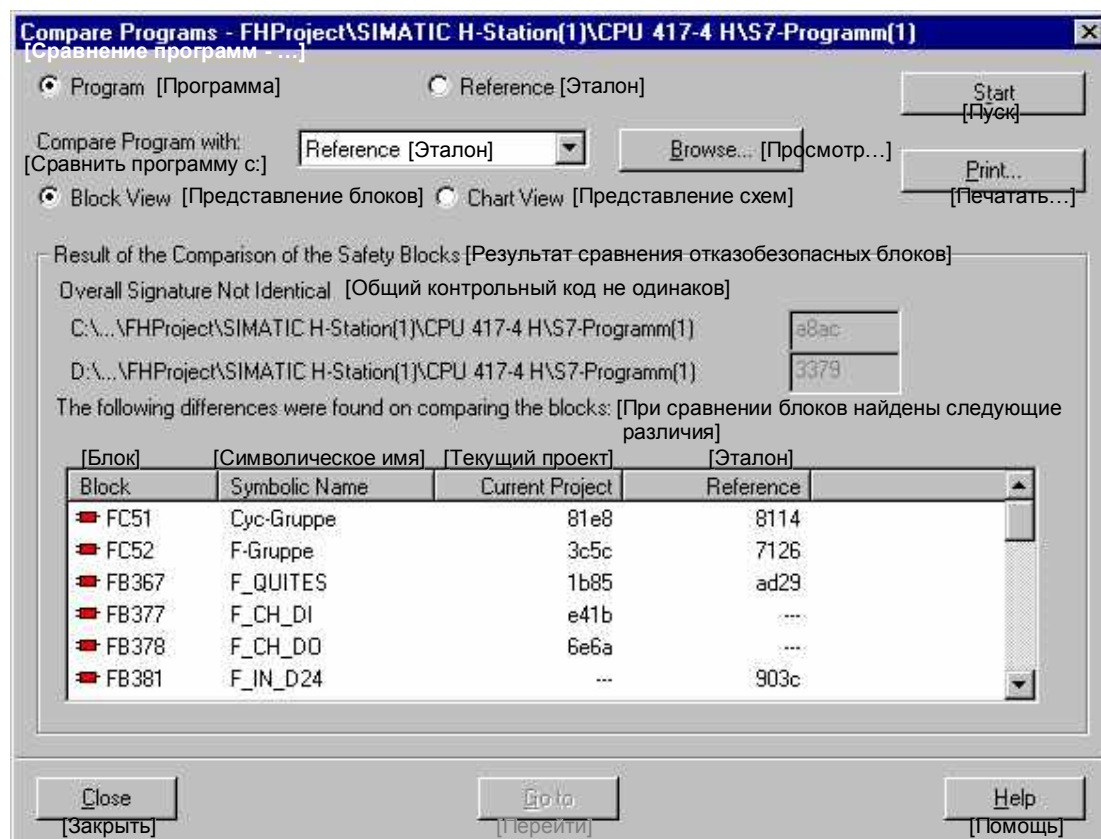
Для сохранения эталонных данных F-программы действуйте следующим образом:

1. Выберите в SIMATIC Manager папку с программой (напр., "S7 Program").
2. Выберите команду меню **Options > Customize Safety Program [Дополнительные возможности > Настроить программу обеспечения безопасности]**. Появляется диалоговое окно "Safety Program – S7 Program [Программа обеспечения безопасности – Программа S7]".
3. Щелкните на кнопке "Save Reference [Сохранить эталон]". После этого вы получите еще один запрос о необходимости сохранения эталонных данных. У вас есть две возможности:
 - Подтвердите с помощью "Yes [Да]", если вы хотите, чтобы вся информация в блоках текущего проекта была сохранена в качестве эталонной информации. Вся существующая эталонная информация будет заменена.
 - Отмените с помощью "No [Нет]", если вы не хотите сохранять эталонные данные.

5.4.16 Сравнение F-программ

Вы можете сравнить два состояния F-программы в устройстве программирования/ES или online на основе следующих критериев:

- Общий контрольный код
- Отдельные контрольные коды
- Значения параметров
- Измененные или удаленные блоки и соединения и т.д.



Что можно сравнивать?

Вы можете сравнивать следующее, независимо от того, выбрали ли вы "Program [Программа]" или "Reference [Эталон]":

Программа	Сравнение с	
	эталон	(эталон этой программы)
	состоянием перед последней генерацией	(состояние перед последней генерацией этой программы)
	онлайновым состоянием	(онлайновое состояние этой программы)
	программой	(любая автономная программа)
Эталон	Сравнение с	
	текущим проектом	(автономная программа)
	состоянием перед последней генерацией	(состояние перед последней генерацией этой программы)
	онлайновым состоянием	(онлайновое состояние этой программы)
	программой	(любая автономная программа)

Последовательность действий

Для сравнения двух F-программ действуйте следующим образом:

1. Выберите в SIMATIC Manager папку с программой (напр., "S7 Program").
2. Выберите команду меню **Options > Customize Safety Program [Дополнительные возможности > Настроить программу обеспечения безопасности]**. Появляется диалоговое окно "Safety Program – S7 Program [Программа обеспечения безопасности – Программа S7]".
3. Выберите кнопку "Compare...[Сравнить...]". Появляется диалоговое окно "Compare Programs [Сравнение программ]".
4. Выберите программы, которые вы хотите сравнивать. Если необходимо, для ввода пути используйте кнопку "Browse... [Просмотр...]".
5. Выберите кнопку "Start [Пуск]".

Результат отображается в диалоговом окне на уровне блоков или схем и может быть распечатан с помощью кнопки "Print [Печатать]". Контрольные коды отдельных блоков отображаются в блочном представлении (Block View). Изменения схем, блоков и исполняемых групп отображаются в представлении схем (Chart View). Здесь вы можете также увидеть, изменились ли контрольные коды отказобезопасных блоков.

**Указание по безопасности**

На входе F_CNT_W блока F_TESTC отображается количество отказобезопасных кодовых блоков (FB и FC исполняемых групп) в рабочей памяти. Если в F-программе сделаны изменения, то можно ожидать изменений этого параметра в разделе программы, который уже был принят.

При сравнении схем следующих входов/выходов блоков различия могут быть проигнорированы, так как они вызваны внутренними изменениями в F-программе. Эти изменения могут быть вызваны, например, сжатием блоков данных в CFC.

Вход/выход блока

F_TESTC TESTM_DB, CYC_DB

F_PLK SIG, SIG_I, CYC_DB, TEST_DB, TESTC_DB, TESTM_DB

F_PLK_O SIG_O, SIG_O_I

Общий контрольный код, тем не менее, конечно, изменяется, и различия должны быть учтены при приемке.

Сравнение с F-программой в режиме online**Указание по безопасности**

Когда выполняется сравнение с F-программой в режиме online, то отображается, соответствуют ли друг другу источник, загрузочная и рабочая память (это дает возможность обнаруживать недопустимые манипуляции с данными во входных параметрах обеспечения безопасности в рабочей памяти, не включенных в систему соединений). См. "Проверка общих контрольных кодов" в разделе "Начальная приемка F-программы".

5.4.17 Протоколирование F-программы

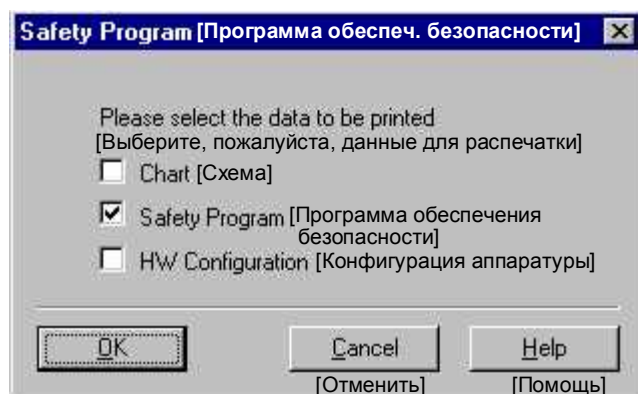
Для запроса протоколов F-программы действуйте следующим образом:

1. Выберите в SIMATIC Manager папку с программой (напр., "S7 Program").
2. Выберите команду меню **Options > Customize Safety Program [Дополнительные возможности > Настроить программу обеспечения безопасности]**. Появляется диалоговое окно "Safety Program – S7 Program [Программа обеспечения безопасности – Программа S7]".
3. Выберите кнопку "Log... [Протоколировать...]". Появляется диалоговое окно "Logs [Протоколы]". На отдельных закладках появляются следующие протоколы:
 - Consistency check [Проверка согласованности] – Протокол последней проверки согласованности
 - Compilation [Компиляция] – Протокол последней компиляции
 - Download [Загрузка] – Протокол последней загрузки
4. Выберите для отображения один из следующих вариантов:
 - Only errors [Только ошибки]
 - Only errors and warnings [Только ошибки и предупреждения]
 - All [Все]
5. Щелкните на кнопке "Page Setup [Настройка страницы]" для определения формата печати (по желанию).
6. Если необходимо, распечатайте желаемый протокол с помощью кнопки "Print [Печатать]".

5.4.18 Распечатка F-программы

Для распечатки всех важных данных проекта действуйте следующим образом:

1. Выберите в SIMATIC Manager папку с программой (напр., "S7 Program").
2. Выберите команду меню **Options > Customize Safety Program [Дополнительные возможности > Настроить программу обеспечения безопасности]**. Появляется диалоговое окно "Safety Program – S7 Program [Программа обеспечения безопасности – Программа S7]".
3. Нажмите кнопку "Print [Печатать]". Затем вы можете выбрать разделы проекта, которые вы хотите распечатать:
 - Схемы CFC
 - F-программу (все отказобезопасные блоки и все блоки данных из исполняемых F-групп).
 - Конфигурацию аппаратуры с параметрами модулей



В распечатке F-программы появляются также общий контрольный код и дата последней компиляции. Это важно для приемки F-программы на месте (напр., внешним экспертом). Общий контрольный код скомпилированной F-программы появляется в распечатке дважды: один раз в разделе информации о программе как значение папки блоков и один раз в нижнем колонтитуле как значение из источника (см. "Проверка общих контрольных кодов" в разделе "Начальная приемка F-программы").

