
Содержание главы 21

21	<u>Обработка прерываний</u>	4
21.1	<u>Общие замечания</u>	4
21.2	<u>Аппаратные прерывания</u>	7
21.2.1	<u>Генерирование аппаратного прерывания</u>	7
21.2.2	<u>Обслуживание аппаратных прерываний</u>	8
21.2.3	<u>Конфигурирование аппаратных прерываний с помощью STEP 7</u>	9
21.3	<u>Циклические прерывания</u>	10
21.3.1	<u>Обработка циклических прерываний</u>	10
21.3.2	<u>Конфигурирование циклических прерываний с помощью STEP 7</u>	12
21.4	<u>Прерывания по времени суток</u>	13
21.4.1	<u>Обработка прерываний по времени суток</u>	13
21.4.2	<u>Конфигурирование прерываний по времени суток с помощью STEP 7</u>	15
21.4.3	<u>Системные функции для прерываний по времени суток</u>	15
21.5	<u>Прерывания задержки времени</u>	18
21.5.1	<u>Обработка прерываний задержки времени</u>	18
21.5.2	<u>Конфигурирование прерываний задержки времени с помощью STEP 7</u>	19
21.5.3	<u>Системные функции для прерываний задержки времени</u>	19
21.6	<u>Мультипроцессорное прерывание</u>	22
21.7	<u>Обработка прерываний</u>	24

21 Обработка прерываний

Обработка прерываний всегда находится в зависимости от событий. При возникновении события операционная система прерывает сканирование главной программы и вызывает процедуру, назначенную этому конкретному событию. Когда эта процедура выполнена, операционная система продолжает сканирование главной программы с точки прерывания. Подобное прерывание может иметь место после каждой операции (оператора).

Возникающие события могут быть прерываниями и ошибками. Порядок, в котором виртуально одновременные события прерываний обрабатываются, регламентируется планировщиком приоритетов. Каждое событие имеет определенный приоритет обслуживания. Несколько событий прерываний могут объединяться в приоритетные классы.

Любая процедура, назначенная с событием прерывания, пишется в организационном блоке, в котором могут быть вызваны дополнительные блоки. Событие с более высоким приоритетом прерывает выполнение процедуры в организационном блоке с низким приоритетом. Вы можете вызвать прерывание программы событиями с высоким приоритетом, используя системные функции.

21.1 Общие замечания

В SIMATIC S7 действуют следующие события прерываний (прерывания):

- **Аппаратное прерывание (Hardware interrupt)**
Прерывание от модуля либо через вход, произошедший из сигнала процесса, либо сгенерированное в самом модуле;
- **Циклическое прерывание (Watchdog interrupt)**
Прерывание, периодически генерируемое операционной системой;
- **Прерывание по времени суток (Time-of-day interrupt)**
Прерывание, генерируемое операционной системой в определенное время суток либо один раз, либо периодически;
- **Прерывание задержки времени (Time-delay interrupt)**
Прерывание, генерируемое через определенный промежуток времени; вызов системной функции (SFC) определяет момент, в который этот период времени начинается;
- **Мультипроцессорное прерывание (Multiprocessor interrupt)**
Прерывание, генерируемое другим CPU в мультипроцессорной сети.

Другие события прерываний – это синхронные ошибки, которые могут возникнуть при сканировании программы, и асинхронные ошибки, такие как диагностические прерывания. Обработка этих прерываний обсуждается в главе 23 «Обработка ошибок».

Приоритеты

Событие с более высоким приоритетом прерывает обрабатываемую программу с более низким приоритетом другого события. Главная программа (main program) имеет низший приоритет (приоритетный класс 1), асинхронные ошибки – высший (приоритетный класс 26), не считая процедуру запуска. Остальные события находятся в промежуточных приоритетных классах. В системах S7-300 приоритетные классы фиксированные, в системах S7-400 вы можете изменять приоритеты при соответствующей параметризации CPU.

Обзор всех приоритетных классов совместно с заданными по умолчанию для каждого организационными блоками представлен параграфе 3.1.2 «Приоритетные классы».

Запрет прерываний

Организационные блоки зависящего от событий программного сканирования могут быть заблокированы или разблокированы с помощью системных функций SFC 39 DIS_IRT и SFC 40 EN_IRT и

задержаны и разрешены при помощи SFC 41 DIS_AIRT и SFC 42 EN_AIRT (см. параграф 21.7 «Обработка прерываний»).

Текущие сигнальные состояния

В процедуре обработки прерывания одним из обязательных условий является то, что вы работаете с текущими сигнальными состояниями модулей входов/выходов (а не с сигнальными состояниями входов, которые были обновлены при запуске главной программы) и записываете полученные сигнальные состояния непосредственно во входы/выходы (без ожидания обновления выходной таблицы образа процесса в конце главной программы).

В случае нескольких входов и выходов процедуры обработки прерывания достаточно обратиться напрямую к модулям входов/выходов с помощью операций загрузки и передачи или при помощи блочного элемента MOVE. Рекомендуется выполнить строгое разделение между главной программой и процедурой обработки прерывания в отношении входных/выходных сигналов.

Если требуется обработать много входных и выходных сигналов в процедуре обработки прерывания, то решением этой задачи в CPU серии S7-400 является использование образов подпроцессов. При определении адресов вы назначаете каждый модуль образу подпроцесса. С помощью SFC 26 UPDAT_PI и SFC 27 UPDAT_PO вы можете обновлять образы подпроцессов в пользовательской программе (см. также параграф 20.2.1 «Обновление образа процесса»).

В новых CPU S7-400 вы можете назначить образ входного и выходного подпроцесса любому организационному блоку прерывания (любому приоритетному классу пре-

рываний) и таким образом организовать автоматическое обновление образов процесса при возникновении прерывания.

Стартовая информация, временные локальные данные

В таблице 21.1 представлен обзор стартовой информации для событийных организационных блоков. В системах S7-300 доступные временные локальные данные имеют фиксированный размер – 256 байтов. В системах S7-400 вы можете определять размер временных локальных данных (локального стека) для приоритетного класса путем соответствующей параметризации CPU (параметр блока «local data», «локальные данные»), при этом общий размер не должен превышать максимум, задаваемый версией CPU. Обратите внимание, что число байтов временных локальных данных, используемых для приоритетного класса, должно быть не менее 20, чтобы вмещать стартовую информацию. Для неиспользуемых приоритетных классов указывайте ноль.

Таблица 21.1 Стартовая информация для организационных блоков прерываний

Байт	Мультипроцессорное прерывание	Аппаратные прерывания	Циклические прерывания	Прерывания задержки времени	Прерывания по времени суток
	ОВ 60	ОВ 40 – ОВ 47	ОВ 30 – ОВ 38	ОВ 20 – ОВ 23	ОВ 10 – ОВ 17
0	Класс события	Класс события	Класс события	Класс события	Класс события
1	Запуск события	Запуск события	Запуск события	Запуск события	Запуск события
2	Приоритетный класс	Приоритетный класс	Приоритетный класс	Приоритетный класс	Приоритетный класс
3	Номер ОВ	Номер ОВ	Номер ОВ	Номер ОВ	Номер ОВ
4	-	-	-	-	-
5	-	Идентификатор адреса	-	-	-
6..7	Идентификатор задания (INT)	Стартовый адрес модуля (WORD)	Сдвиг фазы в мс (WORD)	Идентификатор задания (INT)	Интервал (WORD)
8..9	-	Информация аппаратного прерывания (DWORD)	-	Истекшая задержка (TIME)	-
10..11	-		Время цикла в мс (INT)		-
12..19	Момент события (реализация) (DT)	Момент события (реализация) (DT)	Момент события (реализация) (DT)	Момент события (реализация) (DT)	Момент события (реализация) (DT)

21.2 Аппаратные прерывания

Аппаратные прерывания (hardware interrupts) используются для возможности немедленного обнаружения в пользовательской программе событий в управляемом процессе, позволяя выполнить ответную процедуру обработки прерывания. STEP 7 предоставляет организационные блоки с OB 40 по OB 47 для обслуживания аппаратных прерываний. Каждый из этих восьми блоков является фактически доступными, но это зависит от CPU.

Обработка аппаратных прерываний программируется в конфигурационных данных аппаратных средств. При помощи системных функций SFC 55 WR_PARM, SFC 56 WR_DPARM и SFC 57 PRAM_MOD вы можете (заново) параметризовать модули с возможностью аппаратного прерывания даже в режиме CPU RUN.

21.2.1 Генерирование аппаратного прерывания

Аппаратное прерывание генерируется в модулях с такой возможностью. Это могут быть модуль цифрового входа, который обнаруживает сигнал от процесса, или функциональный модуль, генерирующий аппаратное прерывание из-за процесса, проявляющегося в модуле.

По умолчанию аппаратные прерывания заблокированы. Для разрешения обслуживания аппаратного прерывания используется параметр (статический параметр), и вы можете определить, для приходящего, уходящего события или обоих (динамический параметр) должно быть сгенерировано аппаратное прерывание. Динамические параметры – это параметры, которые можно изменять во время исполнения программы с помощью SFC.

В оборудованных для этой цели интеллектуальных DP-ведомых вы можете инициировать прерывание процесса в главном CPU с помощью SFC 7 DP_PRAL.

Аппаратное прерывание распознается (подтверждается) в модуле, когда организационный блок, содержащий процедуру обслуживания этого прерывания, закончил выполнение.

Решение в S7-300

Если возникло событие во время исполнения блока OB аппаратного прерывания, которое само может вызвать генерирование того же аппаратного прерывания, то это прерывание будет потеряно в отсутствие события, вызвавшего аппаратное прерывание, после подтверждения.

Не делается различий между тем, приходит ли событие из модуля, чье аппаратное прерывание обрабатывается в текущий момент, или из другого модуля.

Пока обслуживается аппаратное прерывание, может быть сгенерировано диагностическое прерывание. Если в том же канале возникает другое аппаратное прерывание

между моментом генерирования первого аппаратного прерывания и моментом подтверждения этого прерывания, то через диагностическое прерывание в системную диагностику будет сообщено о потере более позднего прерывания.

Решение в S7-400

Если во время исполнения ОВ аппаратного прерывания возникает событие для аппаратного прерывания в том же канале, в том же модуле, который вызвал прерывание, то это прерывание будет потеряно. Если событие возникло в другом канале, в этом же или другом модуле, операционная система снова запустит ОВ, как только он завершит выполнение текущей обработки прерывания.

21.2.2 Обслуживание аппаратных прерываний

Запрос информации прерывания

Стартовый адрес модуля, который вызвал аппаратное прерывание, находится в байтах 6 и 7 стартовой информации блока ОВ аппаратного прерывания. Если этот адрес является адресом входа, то байт 5 стартовой информации содержит В#16#54; иначе он содержит В#16#55. Если модуль в запросе представляет собой модуль цифрового входа, то байты с 8 по 11 содержат данные о состоянии входов; в случае любого другого типа модуля эти байты содержат состояние прерывания модуля.

Обработка прерывания в процедуре запуска

В процедуре запуска модули не генерируют аппаратные прерывания. Обработка прерывания начинается с перехода CPU в режим RUN. Любые аппаратные прерывания во время перехода теряются.

Обработка ошибок

Если генерируется аппаратное прерывание, для которого в программе пользователя не имеется ОВ аппаратного прерывания, то операционная система вызывает ОВ 85 (ошибка исполнения программы).

Аппаратное прерывание подтверждается. Если ОВ 85 не запрограммирован, CPU переходит в состояние STOP.

Неуказанные при параметризации CPU аппаратные прерывания не обслуживаются, даже когда блоки ОВ для этих прерываний запрограммированы. CPU переходит в режим STOP.

Запрещение, задержка, разрешение

Вызов ОБ аппаратных прерываний может быть заблокирован и разблокирован с помощью системных функций SFC 39 DIS_IRT и SFC 40 EN_IRT, а также задержан и разрешен при помощи SFC 41 DIS_AIRT и SFC 42 EN_AIRT.

21.2.3 Конфигурирование аппаратных прерываний с помощью STEP 7

Аппаратные прерывания программируются в конфигурационных данных аппаратных средств. Откройте выбранный CPU с помощью команды меню Edit → Object Properties (Правка → Свойства объекта) и в диалоговом окне выберите вкладку «Interrupts» («Прерывания»).

В системах S7-300 (кроме CPU 318) приоритет по умолчанию для ОБ 40 равен 16 и не может быть изменен. В системах S7-400 и CPU 318 для любого возможного ОБ вы можете выбрать приоритет между 2 и 24 (в зависимости от версии CPU); приоритет 0 отменяет выполнение ОБ. Не следует назначать один приоритет дважды, потому что прерывания могут быть потеряны, когда одновременно возникает более 12 прерываний с одинаковым приоритетом.

Вы также должны разрешить вызов аппаратных прерываний в соответствующих модулях. Для этого данные модули параметризуются во многом так же, как CPU.

При сохранении конфигурации аппаратного обеспечения STEP 7 записывает компилированные данные в объект *System Data* (*Системные данные*) автономной пользовательской программы *Blocks* (*Блоки*). Отсюда вы можете загрузить данные параметризации в CPU, пока он находится в состоянии STOP. Данные параметризации для CPU вступают в силу немедленно после загрузки; данные, назначенные параметрам для модулей, оказывают воздействие после следующего запуска.

21.3 Циклические прерывания

Циклическое прерывание (watchdog interrupt) – это прерывание, которое генерируется через периодические интервалы времени, и которые инициируют исполнение блока ОВ циклического прерывания. Циклическое прерывание позволяет исполнять периодически определенные программы независимо от времени обработки циклической программы.

В STEP 7 для циклических прерываний задействованы организационные блоки с ОВ 30 по ОВ 38; эти девять организационных блоков фактически доступны в зависимости от версии используемого CPU.

Обработка циклических прерываний устанавливается в конфигурационных данных аппаратных средств при параметризации CPU.

21.3.1 Обработка циклических прерываний

Вызов циклических прерываний в S7-300

В S7-300 организационный блок для обслуживания циклических прерываний – ОВ 35, который имеет приоритет 12. При соответствующей параметризации CPU вы можете установить интервал в области от 1 миллисекунды до 1 минуты с шагом 1 миллисекунда.

Вызов циклических прерываний в S7-400

Циклическое прерывание определяется при параметризации CPU. Это прерывание имеет три параметра: интервал, сдвиг фазы и приоритет. Всех их можно задать. Задаваемые значения для интервала и сдвига фазы берутся из области от 1 миллисекунды до 1 минуты с шагом 1 миллисекунда; значение приоритета может быть выбрано из отрезка от 2 до 24 или ноль в зависимости от CPU (ноль означает, что циклическое прерывание неактивно).

STEP 7 предоставляет организационные блоки, приведенные в таблице 21.2, в их максимальных конфигурациях.

Сдвиг фазы

Сдвиг фазы может быть использован для разноса выполнения процедур обработки циклических прерываний, несмотря на занесение нескольких процедур их в один интервал. Использование сдвига фазы позволяет достичь более высокой интервальной точности.

Начальное время временного интервала и сдвиг фазы являются моментом перехода от режима START-UP (Запуск) к состоянию RUN центрального процессора. Таким

образом, момент вызова ОВ циклического прерывания складывается из временного интервала и сдвига фазы.

Таблица 21.2 Значения по умолчанию для циклических прерываний

ОВ	Временной интервал	Фаза	Приоритет
30	5 с	0 мс	7
31	2 с	0 мс	8
32	1 с	0 мс	9
33	500 мс	0 мс	10
34	200 мс	0 мс	11
35	100 мс	0 мс	12
36	50 мс	0 мс	13
37	20 мс	0 мс	14
38	10 мс	0 мс	15

На рисунке 21.1 показан пример, комментирующий этот факт. Сдвига фазы для временного интервала 1 не установлено, временной интервал 2 в два раза длиннее временного интервала 1. Из-за сдвига фазы временного интервала 2 блоки ОВ для временного интервала 2 и блоки ОВ для временного интервала 1 одновременно не вызываются. Таким образом, блокам ОВ с низким приоритетом не надо ожидать, и они могут точно выдерживать свой временной интервал.

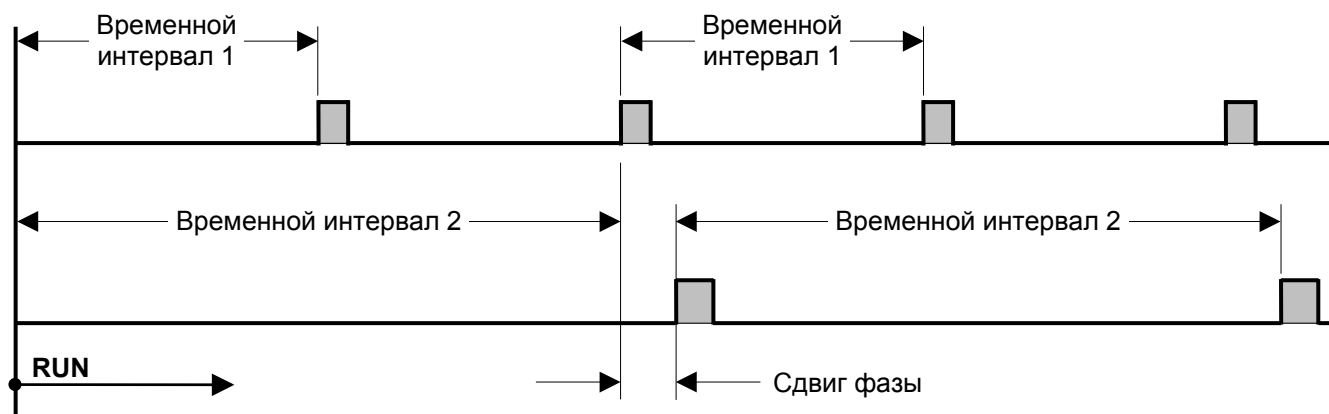


Рисунок 21.1 Пример сдвига фазы для циклического прерывания

Рабочие характеристики во время запуска

Циклические прерывания не могут обслуживаться в ОВ запуска. Временные интервалы не начинаются до перехода CPU в режим RUN.

Рабочие характеристики при ошибке

Если во время исполнения ОБ обработки соответствующего циклического прерывания снова генерируется это же прерывание, операционная система вызывает ОБ 80 (временная ошибка). Если ОБ не запрограммирован, то CPU переходит в режим STOP.

Операционная система сохраняет циклическое прерывание, которое не было обработано, откладывая его обработку до следующей возможности. Для приоритетного класса сохраняется только одно необслуженное циклическое прерывание, несмотря на то, сколько накапливается необслуженных циклических прерываний.

Циклические прерывания, не выбранные при параметризации CPU, не могут быть обработаны, даже если доступен соответствующий ОБ. В таком случае CPU переходит в состояние STOP.

Запрещение, задержка, разрешение

Вызов ОБ циклических прерываний может быть заблокирован и разблокирован с помощью системных функций SFC 39 DIS_IRT и SFC 40 EN_IRT, а также задержан и разрешен при помощи SFC 41 DIS_AIRT и SFC 42 EN_AIRT.

21.3.2 Конфигурирование циклических прерываний с помощью STEP 7

Циклические прерывания настраиваются посредством конфигурационных данных аппаратных средств. Просто откройте выбранный CPU с помощью команды меню Edit → Object Properties (Правка → Свойства объекта) и в диалоговом окне выберите вкладку «Cyclic Interrupt» («Циклическое прерывание»).

В контроллерах S7-300 (кроме CPU 318) приоритет обработки постоянно установлен в значение 12. В контроллерах S7-400 и CPU 318 вы можете выбрать приоритет между 2 и 24 (в зависимости от версии CPU) для любого возможного ОБ; приоритет 0 отменяет ОБ, которому он присвоен. Не следует назначать приоритет более одного раза, так как прерывания могут быть потеряны, если одновременно возникает более 12 прерываний с одинаковым приоритетом.

Интервал для каждого ОБ выбирается в пункте «Execution» («Выполнение»), момент отложенного вызова – в «Phase Offset» («Сдвиг фазы»).

При сохранении конфигурации аппаратного обеспечения STEP 7 записывает компилированные данные в объект *System Data* (*Системные данные*) автономной пользовательской программы *Blocks* (*Блоки*). Отсюда вы можете загрузить данные параметризации в CPU, пока он находится в состоянии STOP. Данные параметризации для CPU вступают в силу немедленно после загрузки.

21.4 Прерывания по времени суток

Прерывания по времени суток (time-of-day interrupts) применяются, когда требуется выполнить программу в определенное время, либо один раз, либо периодически, например, ежедневно. В STEP 7 организационные блоки с OB 10 по OB 17 предоставлены для обслуживания прерываний по времени суток; эти восемь организационных блоков фактически доступны в зависимости от используемого CPU.

Сконфигурировать прерывания по времени суток вы можете в конфигурационных данных аппаратного обеспечения, управление ими можно осуществлять во время исполнения программно с использованием системных функций. Необходимым условием надлежащей обработки прерываний по времени суток является корректная установка таймера реального времени CPU.

21.4.1 Обработка прерываний по времени суток

Общие замечания

Чтобы запустить прерывание по времени суток, вы должны сначала установить время запуска, затем активировать прерывание. Вы можете выполнять два действия отдельно посредством конфигурационных данных аппаратных средств или с помощью SFC. Заметьте, что при активировании через конфигурационные данные аппаратных средств прерывание по времени суток запускается автоматически после параметризации CPU.

Запуск прерывания по времени суток можно осуществить двумя способами:

- один раз: соответствующий OB вызывается только один раз в определенное время или
- периодически: в зависимости от назначений параметров соответствующий OB запускается каждую минуту, каждый час, ежедневно, еженедельно, ежемесячно или ежегодно.

После однократного вызова OB прерывания по времени суток это прерывание отменяется (аннулируется). Вы также можете отменить (cancel) прерывание по времени суток с помощью SFC 29 CAN_TINT.

Если вы хотите еще раз использовать аннулированное прерывание по времени суток, то следует снова установить время запуска, затем повторно активировать прерывание.

Вы можете запросить информацию о состоянии прерывания по времени суток, применив SFC 31 QRY_TINT.

Рабочие характеристики во время запуска

При «холодном» рестарте или полном рестарте операционная система очищает все установки, определенные с помощью SFC. Установки, сделанные через конфигурационные данные аппаратных средств, сохраняются. В случае «теплого» рестарта CPU продолжает обслуживание прерываний по времени суток в первом полном цикле сканирования главной программы.

Вы можете запросить информацию о состоянии прерываний по времени суток в ОВ запуска путем вызова SFC 31 и впоследствии отменить или переустановить и повторно активировать прерывания. Прерывания по времени суток обслуживаются только в режиме RUN CPU.

Рабочие характеристики при возникновении ошибки

Если ОВ прерывания по времени суток было вызвано, но не запрограммировано, то операционная система вызывает ОВ 85 (ошибка исполнения программы). Если ОВ 85 не запрограммировано, то CPU перейдет в состояние STOP.

Неотмеченные при параметризации CPU прерывания по времени суток не обслуживаются, даже если доступен соответствующий ОВ. CPU переходит в режим STOP.

Если вы однократно активируете прерывание по времени суток, и если время запуска уже прошло (с точки зрения таймера реального времени), то операционная система вызывает ОВ 80 (временная ошибка). Если ОВ 80 недоступен, CPU переходит в состояние STOP.

Если прерывание по времени суток активируется периодически, и если время запуска уже прошло (с точки зрения таймера реального времени), то ОВ прерывания по времени суток будет выполнен в следующий раз, когда должен наступить заданный период времени.

Если вы переводите таймер реального времени вперед для коррекции или синхронизации, тем самым перескакивая время запуска прерывания по времени суток, то операционная система вызывает ОВ 80 (временная ошибка). В таком случае ОВ прерывания по времени суток выполняется ровно один раз.

Если вы переводите таймер реального времени назад с целью коррекции или синхронизации, то активированный ОВ прерывания по времени суток не будет исполняться в моменты, которые уже прошли.

Если ОВ прерывания по времени суток еще исполняется, когда происходит следующий (периодический) вызов, операционная система активирует ОВ 80 (временная ошибка). Когда ОВ 80 и ОВ прерывания по времени суток выполнены, ОВ прерывания по времени суток запускается вновь.

Запрещение, задержка, разрешение

Вызовы ОВ прерываний по времени суток могут быть заблокированы и разблокированы с помощью системных функций SFC 39 DIS_IRT и SFC 40 EN_IRT, а также задержаны и разрешены при помощи SFC 41 DIS_AIRT и SFC 42 EN_AIRT.

21.4.2 Конфигурирование прерываний по времени суток с помощью STEP 7

Прерывания по времени суток конфигурируются посредством конфигурационных данных аппаратных средств. Откройте отмеченный CPU с помощью команды меню Edit → Object Properties (Правка → Свойства объекта) и в диалоговом окне выберите вкладку «Time-of-day» («Время суток»).

В контроллерах S7-300 (кроме CPU 318) приоритет обработки постоянно установлен в значение 2. В контроллерах серии S7-400 и CPU 318 вы можете установить приоритет между 2 и 24 (в зависимости от версии CPU) для любого возможного ОВ; приоритет 0 отменяет ОВ. Не следует назначать приоритет более одного раза, так как прерывания могут быть потеряны, если одновременно возникает более 12 прерываний с одинаковым приоритетом.

Опция «Active» («Активно») активирует автоматический запуск прерывания по времени суток. Опция «Execution» («Выполнение») отображает список, позволяющий выбрать, либо ОВ будет исполняться однократно, либо в определенные интервалы. Последним параметром является время запуска (дата и время).

При сохранении конфигурации аппаратного обеспечения STEP 7 записывает компилированные данные в объект *System Data* (*Системные данные*) автономной пользовательской программы *Blocks* (*Блоки*). Отсюда вы можете загрузить данные параметризации в CPU, пока он находится в режиме STOP. Данные параметризации вступают в силу немедленно.

21.4.3 Системные функции для прерываний по времени суток

Для управления прерыванием по времени суток могут использоваться следующие системные функции:

- SFC 28 SET_TINT
Установка прерывания по времени суток;
- SFC 29 CAN_TINT
Отмена прерывания по времени суток;
- SFC 30 ACT_TINT
Активирование прерывания по времени суток;
- SFC 31 QRY_TINT
Опрос прерывания по времени суток.

Параметры этих системных функций приведены в таблице 21.3.

Таблица 21.3 Параметры SFC для прерываний по времени суток

SFC	Параметр	Объявление	Тип данных	Содержимое, описание
28	OB_NR	INPUT	INT	Номер ОБ, предназначенного для однократного или периодического вызова в определенное время
	SDT	INPUT	DT	Дата и время запуска в формате DATE_AND_TIME
	PERIOD	INPUT	WORD	Период, на котором основывается время запуска: W#16#0000 = Однократно W#16#0201 = Каждую минуту W#16#0401 = Каждый час W#16#1001 = Ежедневно W#16#1201 = Еженедельно W#16#1401 = Ежемесячно W#16#2001 = Последний в месяце (412) W#16#1801 = Ежегодно
	RET_VAL	OUTPUT	INT	Информация об ошибке
29	OB_NR	INPUT	INT	Номер ОБ, время запуска которого должно быть удалено
	RET_VAL	OUTPUT	INT	Информация об ошибке
30	OB_NR	INPUT	INT	Номер ОБ, который должен быть активирован
	RET_VAL	OUTPUT	INT	Информация об ошибке
31	OB_NR	INPUT	INT	Номер ОБ, состояние которого будет опрошено
	RET_VAL	OUTPUT	INT	Информация об ошибке
	STATUS	OUTPUT	WORD	Состояние прерывания по времени суток

SFC 28 SET_TINT

Установка прерывания по времени суток

Задать время запуска для прерывания по времени суток вы можете, вызвав системную функцию SFC 28 SET_TINT. SFC 28 устанавливает только время запуска; чтобы запустить ОБ прерывания по времени суток, вы должны активировать прерывание по времени суток с помощью SFC 30 ACT_TINT. Время запуска указывается в параметре SDT в формате DATE_AND_TIME, например, DT#1997-06-03-08:30. Операционная система игнорирует секунды и миллисекунды и обнуляет эти значения. Установка времени запуска перезаписывает старое значение времени запуска, если оно было.

Активное прерывание по времени суток отменяется, то есть оно должно быть вновь активировано.

SFC 30 ACT_TINT**Активирование прерывания по времени суток**

Прерывание по времени суток активируется путем вызова системной функции SFC 30 ACT_TINT. Когда прерывание по времени суток активировано, принимается, что время для прерывания задано. Если, в случае однократного прерывания, время запуска уже прошло, то SFC 30 сообщает об ошибке. В случае периодического запуска операционная система вызывает соответствующий ОВ в следующий подходящий момент времени. Однажды обработанное однократное прерывание по времени суток для всех практических целей аннулируется. Если требуется, вы можете переустановить и повторно активировать его (с другим временем запуска).

SFC 29 CAN_TINT**Отмена прерывания по времени суток**

С помощью системной функции SFC 29 CAN_TINT вы можете удалить время запуска, деактивировав таким образом прерывание по времени суток. Соответствующий ОВ больше не вызовется. Если вы хотите снова использовать это же прерывание по времени суток, необходимо сначала установить время запуска, затем активировать прерывание.

SFC 31 QRY_TINT**Опрос прерывания по времени суток**

Вы можете запросить данные о состоянии прерывания по времени суток путем вызова системной функции SFC 31 QRY_TINT. Требуемая информация возвращается в параметре STATUS.

Когда биты установлены в сигнальное состояние «1», они имеют следующие значения:

- 0 Прерывание по времени суток отключено операционной системой;
- 1 Новое прерывание по времени суток отклонено;
- 2 Прерывание по времени суток не активировано и не окончено;
- 3 (Зарезервирован)
- 4 ОВ прерывания по времени суток загружен;
- 5 Нет запрета;
- 6 (И следующие - зарезервированы).

21.5 Прерывания задержки времени

Прерывание задержки времени (time-delay interrupt) позволяет вам реализовать таймер задержки независимо от стандартных таймеров. В STEP 7 организационные блоки с OB 20 по OB 23 предназначены для прерываний задержки времени. Эти четыре организационных блока фактически доступны в зависимости от версии CPU.

Приоритеты для прерывания задержки времени программируются в конфигурационных данных аппаратных средств; для управления используются системные функции.

21.5.1 Обработка прерываний задержки времени

Общие замечания

Прерывание задержки времени запускается по вызову SFC 32 SRT_DINT; эта системная функция также передает операционной системе интервал задержки и номер выбранного организационного блока. Когда интервал истекает, вызывается OB.

Вы можете отменить обслуживание прерывания задержки времени, в таком случае связанный OB больше не будет исполняться.

Можно запросить состояние прерывания задержки времени с помощью SFC 34 QRY_DINT.

Рабочие характеристики при запуске

При «холодном» рестарте или полном перезапуске операционная система удаляет все запрограммированные установки для прерываний задержки времени. В случае «теплого» рестарта установки сохраняются до обработки в режиме RUN CPU, посредством чего «оставшийся цикл» считается частью процедуры запуска.

Вы можете запустить прерывание задержки времени путем вызова SFC 32. Когда интервал задержки заканчивается, CPU должен быть в режиме RUN, чтобы иметь возможность выполнить соответствующий организационный блок. В другом случае CPU задерживает вызов организационного блока до завершения процедуры запуска, затем вызывает OB прерывания задержки времени до первой сети в главной программе.

Рабочие характеристики в случае ошибки

Если OB прерывания задержки времени не был запрограммирован, операционная система вызывает OB 85 (ошибка выполнения программы). Если в программе пользователя OB 85 отсутствует, то CPU переходит в состояние STOP.

Если интервал задержки истек, а соответствующий ОВ еще выполняется, то операционная система вызывает ОВ 80 (временная ошибка) или переходит в режим STOP, если в пользовательской программе нет ОВ 80.

Прерывания задержки времени, которые не выбраны во время параметризации CPU, не могут быть обслужены, даже если запрограммирован соответствующий ОВ. CPU переходит в состояние STOP.

Запрещение, задержка, разрешение

Блоки ОВ прерываний задержки времени могут быть заблокированы и разблокированы с помощью системных функций SFC 39 DIS_IRT и SFC 40 EN_IRT, а также их вызовы могут быть задержаны и разрешены при помощи SFC 41 DIS_AIRT и SFC 42 EN_AIRT.

21.5.2 Конфигурирование прерываний задержки времени с помощью STEP 7

Прерывания задержки времени конфигурируются в конфигурационных данных аппаратных средств. Просто откройте отмеченный CPU с помощью команды меню Edit → Object Properties (Правка → Свойства объекта) и в диалоговом окне выберите вкладку «Interrupts» («Прерывания»).

В контроллерах S7-300 (кроме CPU 318) приоритет постоянно установлен в значение 3. В контроллерах серии S7-400 и CPU 318 вы можете выбрать приоритет между 2 и 24 (в зависимости от версии CPU) для любого возможного ОВ; выбор приоритета 0 отменяет ОВ. Не следует назначать приоритет более одного раза, так как прерывания могут быть потеряны, если одновременно возникает более 12 прерываний с одинаковым приоритетом.

При сохранении конфигурации аппаратного обеспечения STEP 7 записывает компилированные данные в объект *System Data* (*Системные данные*) автономной пользовательской программы *Blocks* (*Блоки*). Отсюда вы можете загрузить данные параметризации в CPU, пока он находится в режиме STOP. Данные параметризации вступают в силу немедленно.

21.5.3 Системные функции для прерываний задержки времени

Управление прерыванием задержки времени может осуществляться с использованием следующих системных функций:

- SFC 32 SRT_DINT
Запуск прерывания задержки времени;
- SFC 33 CAN_DINT
Отмена прерывания задержки времени;

- SFC 34 QRY_DINT
Опрос прерывания задержки времени.

Параметры этих системных функций показаны в таблице 21.4.

Таблица 21.4 Параметры SFC для прерываний задержки времени

SFC	Параметр	Объявление	Тип данных	Содержимое, описание
32	OB_NR	INPUT	INT	Номер ОБ, предназначенного для вызова, когда истечет интервал задержки
	DTIME	INPUT	TIME	Интервал задержки; допустимы: T#1 мс,..., T#1 м
	SIGN	INPUT	WORD	Идентификация задания в стартовой информации соответствующего ОБ, когда ОБ вызван (произвольные литеры)
	RET_VAL	OUTPUT	INT	Информация об ошибке
33	OB_NR	INPUT	INT	Номер отменяемого ОБ
	RET_VAL	OUTPUT	INT	Информация об ошибке
34	OB_NR	INPUT	INT	Номер ОБ, состояние которого опрашивается
	RET_VAL	OUTPUT	INT	Информация об ошибке
	STATUS	OUTPUT	WORD	Состояние прерывания задержки времени

SFC 32 SRT_DINT

Запуск прерывания задержки времени

Прерывание задержки времени запускается путем вызова системной функции SFC 32 SRT_DINT. Вызов SFC также является моментом запуска запрограммированного интервала задержки. По истечении интервала задержки CPU вызывает запрограммированный ОБ и передает в стартовую информацию для этого ОБ значение времени задержки и идентификатор задания. Идентификатор задания указывается в параметре SIGN для SFC 32; вы можете прочитать это же значение в байтах 6 и 7 стартовой информации соответствующего ОБ прерывания задержки времени. Приращение для задержки времени составляет 1 мс. Точность задержки времени также 1 мс. Обратите внимание на то, что исполнение ОБ прерывания задержки времени само может быть отложено, когда при вызванном ОБ прерывания задержки времени обрабатываются организационные блоки с более высоким приоритетом. Вы можете перезаписать значение задержки времени новым путем повторного вызова SFC 32. Новая задержка времени вступает в силу с вызовом SFC.

SFC 33 CAN_DINT

Отмена прерывания задержки времени

Чтобы аннулировать прерывание задержки времени, вы можете вызвать системную функцию SFC 33 CAN_DINT. В этом случае запрограммированный организационный блок не вызывается.

SFC 34 QRY_DINT**Опрос прерывания задержки времени**

Системная функция SFC 34 QRY_DINT информирует вас о состоянии прерывания задержки времени. Вы можете выбрать прерывание задержки времени через номер ОВ, и информация о состоянии будет возвращена в параметре STATUS.

Когда биты имеют сигнальное состояние «1», они обозначают следующее:

- 0 Прерывание задержки времени отключено операционной системой;
- 1 Новое прерывание задержки времени отклонено;
- 2 Прерывание задержки времени не активировано и не окончено;
- 3 (Зарезервирован)
- 4 ОВ прерывания задержки времени загружен;
- 5 Нет запрета;
- 6 (И следующие - зарезервированы).

21.6 Мультипроцессорное прерывание

Мультипроцессорное прерывание (multiprocessor interrupt) позволяет осуществить синхронный отклик на событие во всех CPU в мультипроцессорном режиме. Мультипроцессорное прерывание вызывается с помощью SFC 35 MP_ALM. Для обслуживания мультипроцессорного прерывания используется организационный блок OB 60, имеющий фиксированный приоритет 25.

Общие замечания

Вызов SFC 35 MP_ALM инициирует выполнение OB мультипроцессорного прерывания. Если CPU работает в однопроцессорном режиме, то OB 60 запускается немедленно. В мультипроцессорном режиме OB 60 запускается одновременно на всех задействованных CPU, то есть даже CPU, в котором была вызвана SFC 35, ожидает до того, как вызвать OB 60, пока остальные CPU не сообщат о своей готовности.

Мультипроцессорное прерывание не программируется в конфигурационных данных аппаратуры; оно уже присутствует в любом CPU с возможностью обработки данных в многопроцессорной системе. Однако, несмотря на этот факт, во вкладке «Local Data» («Локальные данные») CPU под приоритетным классом 25 должно быть зарезервировано достаточное число байтов (по крайней мере, 20).

Рабочие характеристики при запуске

Мультипроцессорное прерывание вызывается только в режиме центрального процессора RUN. Вызов SFC 35 в процедуре запуска завершается после возвращения в качестве значения функции ошибки 32929 (W#16#80A1).

Рабочие характеристики при ошибке

Если OB 60 еще находится в обработке, когда повторно был вызван SFC 35, то операционная система возвращает в качестве значения функции код ошибки 32928 (W#16#80A0). OB 60 запускается не во всех CPU.

Недоступность OB 60 в одном из CPU в момент его вызова или блокировка или задержка системными функциями его исполнения воздействия не оказывает, и SFC 35 об ошибке не сообщает.

Запрещение, задержка, разрешение

Мультипроцессорные OB могут быть заблокированы и разблокированы с помощью системных функций SFC 39 DIS_IRT и SFC 40 EN_IRT, а также задержаны и разрешены при помощи SFC 41 DIS_AIRT и SFC 42 EN_AIRT.

SFC 35 MP_ALM**Мультипроцессорное прерывание**

Мультипроцессорное прерывание вызывается при помощи системной функции SFC 35 MP_ALM. Ее параметры приведены в таблице 21.5.

Параметр JOB позволяет вам передать идентификатор задания. То же значение находится в байтах 6 и 7 стартовой информации OB 60 во всех CPU.

Таблица 21.4 Параметры для SFC 35 MP_ALM

Параметр	Объявление	Тип данных	Содержимое, описание
JOB	INPUT	BYTE	Идентификация задания из области значений от B#16#00 до B#16#0F
RET_VAL	OUTPUT	INT	Информация об ошибке

21.7 Обработка прерываний

Для обработки прерываний и асинхронных ошибок доступны следующие системные функции:

- SFC 39 DIS_IRT
Блокировка прерываний;
- SFC 40 EN_IRT
Разрешение прерываний;
- SFC 41 DIS_AIRT
Задержка прерываний;
- SFC 40 EN_AIRT
Разрешение задержанных прерываний.

В таблице 21.6 показаны параметры для этих системных функций.

Эти системные функции воздействуют на все прерывания и все асинхронные ошибки. Системные функции с SFC 36 по SFC 38 предоставляются для обработки синхронных ошибок.

Таблица 21.6 Параметры SFC для обработки прерываний

SFC	Параметр	Объявление	Тип данных	Содержимое, описание
39	MODE	INPUT	BYTE	Режим запрета (см. текст)
	OB_NR	INPUT	INT	Номер OB (см. текст)
	RET_VAL	OUTPUT	INT	Информация об ошибке
40	MODE	INPUT	BYTE	Режим разрешения (см. текст)
	OB_NR	INPUT	INT	Номер OB (см. текст)
	RET_VAL	OUTPUT	INT	Информация об ошибке
41	RET_VAL	OUTPUT	INT	(Новые) количество задержек
42	RET_VAL	OUTPUT	INT	Количество оставшихся задержек

SFC 39 DIS_IRT

Блокировка прерываний

Системная функция SFC 39 DIS_IRT запрещает обработку новых прерываний и асинхронных ошибок. Все новые прерывания и асинхронные ошибки отклоняются. Если прерывание или асинхронная ошибка возникают после включения блокировки, то организационный блок не выполняется; если OB не существует, то CPU переходит в состояние STOP.

Запрет остается в силе для всех приоритетных классов до его отмены с использованием SFC 40 EN_IRT. После полного рестарта допускаются все прерывания и синхронные ошибки.

Параметры MODE и OB_NR служат для определения, какие прерывания и асинхронные ошибки следует запретить. MODE = B#16#00 запрещает все прерывания и асинхронные ошибки. MODE = B#16#01 блокирует класс прерываний, номер первого OB которого указывается в параметре OB_NR.

Например, MODE = B#16#01 и OB_NR = 40 запрещают все аппаратные прерывания; OB = 80 блокирует все асинхронные ошибки. MODE = B#16#02 отменяет прерывание или асинхронную ошибку, номер OB которых вводится в параметр OB_NR.

Независимо от запрета операционная система помещает каждое новое прерывание или асинхронную ошибку в диагностический буфер.

SFC 40 EN_IRT

Разрешение прерываний

Системная функция SFC 40 EN_IRT разрешает прерывания и асинхронные ошибки, заблокированные функцией SFC 39 DIS_IRT. Прерывание или асинхронная ошибка, возникающие после разблокировки, будут обслуживаться соответствующим организационным блоком; если в пользовательской программе организационный блок отсутствует, то CPU переходит в состояние STOP (за исключением случая OB 81, организационного блока для сбоя электропитания).

Параметры MODE и OB_NR определяют, какие прерывания и асинхронные ошибки разблокировать. MODE = B#16#00 разрешает все прерывания и асинхронные ошибки. MODE = B#16#01 разблокирует класс прерываний, номер первого OB которого указывается в параметре OB_NR. MODE = B#16#02 снимает запрет с прерывания или асинхронной ошибки, номер OB которых вводится в параметр OB_NR.

SFC 41 DIS_AIRT

Задержка прерываний

Системная функция SFC 41 DIS_AIRT вводит задержку обслуживания новых прерываний и асинхронных ошибок более высокого приоритета. Задержка означает, что операционная система сохраняет прерывания и асинхронные ошибки, возникшие во время задержки, и обрабатывает их по завершению интервала задержки. Если была вызвана SFC 41, программа в текущем организационном блоке (в текущем приоритетном классе) не будет остановлена прерыванием более высокого приоритета; прерывания или асинхронные ошибки не теряются.

Задержка остается в силе до завершения исполнения текущего OB или вызова SFC 42 EN_AIRT.

Вы можете вызывать SFC 41 последовательно несколько раз. Параметр RET_VAL показывает количество вызовов. Вызвать SFC 42 вы должны ровно столько раз,

сколько было вызовов SFC 41, чтобы вновь разрешить прерывания и асинхронные ошибки.

SFC 42 EN_AIRT

Разрешение задержанных прерываний

Системная функция SFC 42 EN_AIRT осуществляет разблокировку прерываний и асинхронных ошибок, для которых функцией SFC 41 была введена задержка. Вы должны вызвать SFC 42 ровно столько раз, сколько было вызовов SFC 41 (в текущем OB). Параметр RET_VAL показывает число остающихся в силе задержек; если RET_VAL = 0, то прерывания и асинхронные ошибки разблокированы. Если вы вызовете SFC 42 без предварительного вызова SFC 41, то RET_VAL будет содержать значение 32896 (W#16#8080).