

## 4 Profinet IO - система распределенных входов/выходов (Distributed I/O)

В контексте Profinet-технологии Profinet IO - это концепция коммуникационной системы для реализации модульных распределенных систем в сетях Industrial Ethernet. Устройства распределенного ввода/вывода и полевые приборы интегрируются в систему Ethernet-коммуникаций посредством Profinet IO.

С точки зрения известного принципа "look and feel" при проектировании системы Profinet IO впечатление и ощущение такие же, как и при работе с Profibus DP. Программирование пользовательских программ для IO-контроллера (IO-Controller) эквивалентно процедуре программирования для Profibus DP. Кроме того, новые блоки и списки состояний системы (SSL) также доступны и при работе с Profinet IO.

Так как здесь меняется только интерфейс со средой передачи данных, то ранее установленные Profibus I/O могут использоваться также и с Profinet IO. Вид "I/O view", известный из Profibus DP, остается в новой концепции. Данные пользователя от полевых приборов передаются циклически в канале реального времени в область отображения процесса системы автоматического управления.

Таблица 4.1 Сравнение основных характеристик технологий Profinet IO и Profibus DP

| Характеристика                       | Profinet IO  | Profibus DP  |
|--------------------------------------|--|--|
| Системы передачи на базе кабелей     | Сети Industrial Ethernet на базе кабелей типа "витая пара" и волоконно-оптических кабелей (FOC). | Сети Profibus на базе медных кабелей и волоконно-оптических кабелей (FOC).   |
| Системы на основе беспроводной связи | Локальные сети с использованием радиоканала - Industrial Wireless LAN (WLAN).                    | Передача данных с использованием ИК-передатчиков и ИК-приемников (IR)        |
| Топологии сети                       | Стандартные: типов "звезда" и "древовидная"<br>Опциональные: типов "линейная" и "кольцо"         | Стандартные: типа "линейная"<br>Опциональные: типов "древовидная" и "кольцо" |

| Характеристика                                 | Profinet IO  | Profibus DP   |
|--|--|---|
| Реализация топологии типа "звезда" (star)      | Максимально по одной станции подключается к каждому порту переключателя.   | --  |
| Реализация топологии типа "древовидная" (tree) | Переключатели могут взаимно соединяться.   | Сеть Profibus DP может быть закольцована посредством последовательного соединения отдельных станций - одна станция к следующей станции. |
| Реализация топологии типа "линейная" (line)    | Profinet-устройства могут быть взаимно соединены посредством интегрированных переключателей.   |   |
| Реализация топологии типа "кольцо" (ring)      | Соединение двух концов линейной сети в кольцо через RM-устройство - менеджер резервирования.   |   |
| Назначение адресов                             | Назначение IP-адреса IO-контроллеру с помощью средств проектирования Profinet IO   | Установка Profibus-адреса DIP-переключателем или с помощью средств проектирования Profinet DP   |
|  | Назначение IP-адресов IO-устройствам IO-контроллером. Назначение имен IO-устройствам с помощью средств проектирования Profinet IO. Назначение IP-адресов переключателям и CP посредством средств первичной установки (PST). Конфигурирование IP-адресов с использованием Web-сайтов - опционально. |   |
| Импортирование данных устройства               | GSD-файл в формате XML   | GSD-файл в формате ASCII  |
| Ведущее устройство (Хост-устройство)           | IO-Controller (IO-контроллер)  | DP master class 1 (Ведущее DP-устройство класса 1)  |
|  | IO-Supervisor (IO-супервизор)  | DP master class 2 (Ведущее DP-устройство класса 2)  |
| Подчиненное устройство                         | IO-Device (IO-устройство)  | DP slave (Ведомое DP-устройство)  |
| Адрес сети                                     | IP-адрес   | PROFIBUS-адрес  |

## 4.1 Концепция Profinet IO

Распределенные полевые устройства, так называемые Profinet IO-Devices, при конфигурировании системы назначаются программируемому контроллеру Profinet IO-Controller. Если Profinet IO-контроллер имеет также Profibus-интерфейс, то он может одновременно быть ведущим (master) DP-устройством в подчиненном Profibus-домене. Если, кроме того, он обладает функциональностью Profinet CBA, то он может использоваться для реализации технологических модулей в распределенной системе автоматического управления.

Известный в Profibus DP принцип "master/slave" ("ведущий/ведомый") в Profibus IO преобразуется в модель "provider/consumer" ("провайдер/потребитель (абонент)"). С точки зрения коммуникационной связи все Profinet-устройства имеют одинаковые привилегии в Ethernet. Тем не менее, при конфигурировании каждому устройству назначается тип, который определяет тип и способ коммуникационной связи в соответствии с моделью "provider/consumer" ("провайдер/потребитель").

### 4.1.1 Классы IO-устройств в Profinet

В Profinet IO различаются 4 класса устройств (см. рис. 4.1 и таблицу 4.2):

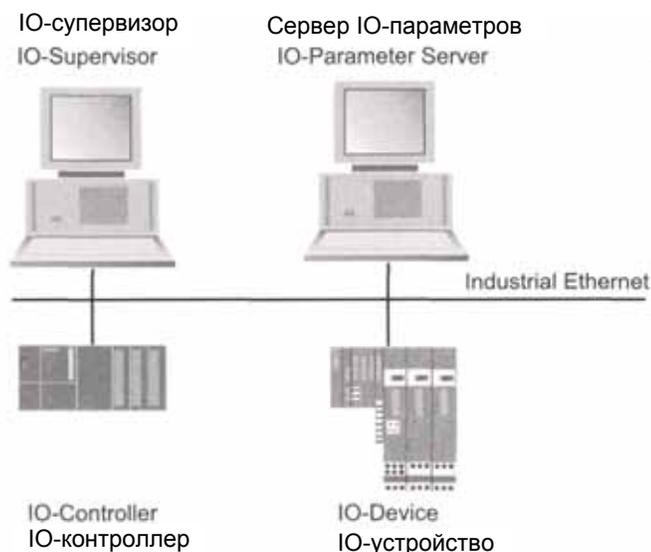


Рис. 4.1 Классы устройств Profinet IO

Таблица 4.2 Описание классов устройств Profinet IO

| Класс устройства                           | Функции  |
|--|--|
| IO-супервизор (IO-Supervisor)              | <p>IO-супервизор - это устройство с человеко-машинным интерфейсом (HMI), предназначенное для проектирования. Обычно это ПК или программатор (PG), используемые также для обслуживания и диагностики IO-контроллеров и IO-устройств. IO-супервизор может быть подключен к системе в режиме выполнения (runtime), причем обычно на короткий период времени - только на время отладки системы и поиска неисправностей.</p> <p>Набор функций IO-супервизора соответствует набору функций ведущего (master) Profibus-устройства класса 2.</p> |
| IO-контроллер (IO-Controller)              | <p>IO-контроллер - это программируемый контроллер, обычно PLC, в котором выполняется программа, реализующая функции автоматического управления.</p> <p>Конфигурация системы Profinet IO содержит по крайней мере один IO-контроллер.</p> <p>Набор функций IO-контроллера соответствует набору функций ведущего (master) Profibus-устройства класса 1.</p>  |
| IO-устройство (IO-Device)                  | <p>IO-устройство - это распределенный полевой прибор, который обменивается данными с одним или большим числом IO-контроллеров, используя механизмы Profinet IO.</p> <p>Конфигурация системы Profinet IO содержит, по крайней мере, одно IO-устройство.</p> <p>Набор функций IO-устройства соответствует набору функций ведомого (slave) Profibus-устройства.</p>   |
| Сервер IO-параметров (IO-Parameter Server) | <p>Сервер IO-параметров - это серверная станция, обычно ПК, для загрузки и хранения данных конфигурации (записей) для IO-устройств.</p> <p>По своей функциональности сервер IO-параметров не имеет аналогов в системе Profibus.</p>  |

#### 4.1.2 Поток данных в Profinet IO

Обмен данными между коммуникационными станциями Profinet IO выполняется с использованием стандартного канала связи, основанного на протоколах UDP/IP, и канала реального времени (real-time channel). Внутри этих каналов данные передаются в свою очередь с использованием различных протоколов (см. рис. 4.2 и таблицу 4.3).

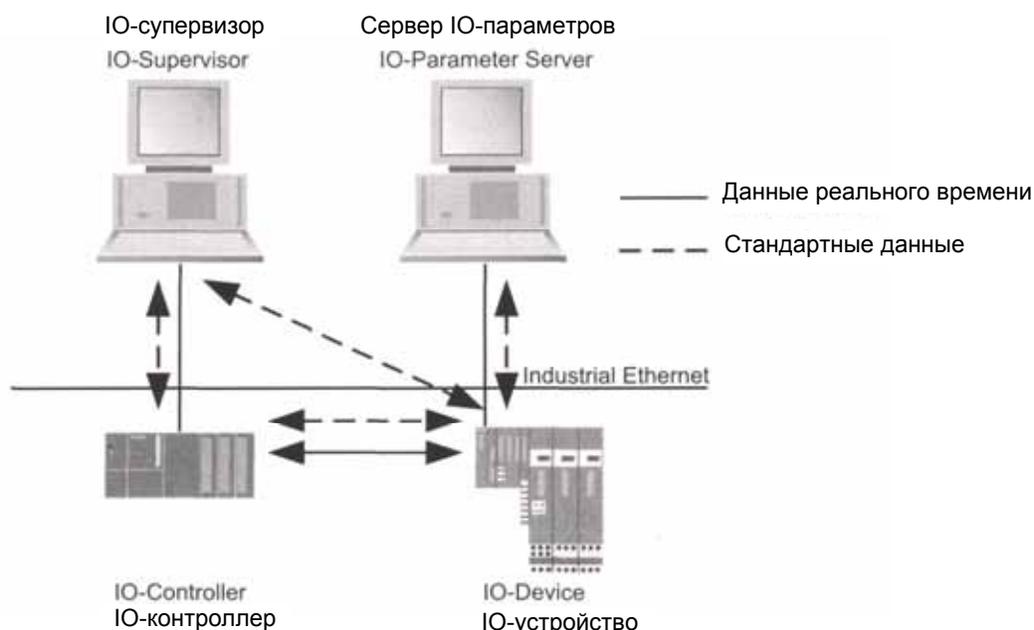


Рис. 4.2 Обмен данными между устройствами Profinet IO

Таблица 4.3 Каналы для обмена данными в системе Profinet IO

| Канал              | Протокол | Функции   |
|--------------------|----------|---|
| Стандартные данные | UDP      | Назначение параметров для устройств. Считывание диагностических данных. Загрузка схемы соединений. Ациклическое считывание и запись данных.   |
|                    | IP       | Передача данных в подключенных сетях.   |
|                    | DHCP     | Централизованное и автоматическое назначение IP-адресов внутри сети.  |
|                    | DNS      | Администрирование логических имен в сетях на основе IP-адресации.   |
|                    | DCP      | Назначение адресов и имен для Profinet IO - устройств (Profinet IO device).   |
|                    | SNMP     | Администрирование сетевых узлов (серверы, маршрутизаторы, переключатели и т.д.). Сюда входит считывание состояний и статистическая информация, а также определение коммуникационных ошибок. |
|                    | ARP      | Картирование IP-адресов в соответствии с MAC-адресами ("Ethernet"-адреса).  |
|                    | ICMP     | Передача информации об ошибках.   |

| Канал   | Протокол  | Функции  |
|---|---|--|
| RT-данные<br>(данные<br>реального<br>времени) | RT -<br>протокол  | Циклическая передача данных. Ациклическая передача прерываний. Синхронизация времени. Общие административные функции.                    |
|   | LLDP  | Распознавание соседних узлов. Обмен собственными MAC-адресами, именами устройств и номерами портов с непосредственными соседними узлами. |
|   | PTCP  | Синхронизация времени.   |
|   | Протоколы для администрирования системы резервных линий связи в сетевых компонентах |  |

### 4.1.3 Модель устройства IO-Device

Стандартная модель устройства описывает структуру IO-устройства (IO-Device) и позволяет моделировать модульные и компактные полевые приборы (см. рис. 4.3 и таблицу 4.4). Такой модуль (module) создается в соответствии с главными характеристиками Profibus DP. Определение субмодулей (submodule) является новым подходом, который позволяет учитывать гибкость современных полевых устройств (приборов).

Рассматриваемые здесь модули располагаются в слотах (slot), а субмодули - в субслотах (subslot). Возможна "горячая" замена как модулей, так и субмодулей. Различие между "модульной" и "компактной" конструкцией приборов заключается просто в том, что слоты (slots) / субслоты (subslots) с соответствующими им модулями (modules) / субмодулями (submodules) имеют закрепленное за их совокупностью описание как "компактный прибор" (compact device) (виртуальные модули / субмодули). Адресные уровни прибор (device) / слот (slot) / субслот (subslot) могут быть применены к любой физической реализации устройств.

I/O-данные определяются в слотах/субслотах. Данные могут конкурировать при определении Profinet-профиля IO-прибора. В таком случае будущий адресный уровень, экземпляр приложения процесса (API - application process instance), позволяет выбрать соответствующую версию субмодуля.

Каналы могут использоваться двумя способами:

- все каналы могут рассматриваться, как объект и могут быть назначены одному IO-контроллеру;
- отдельные каналы могут работать независимо друг от друга и могут быть назначены с побитным назначением различным IO-контроллерам.

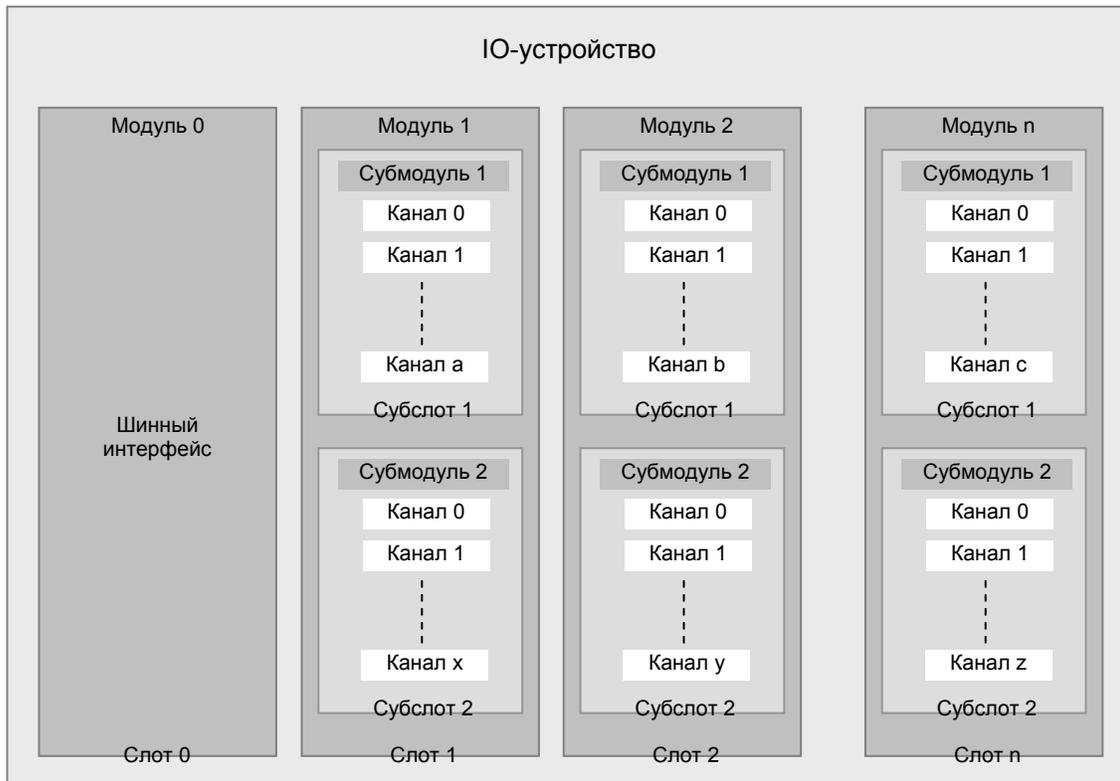


Рис. 4.3 Модель IO-устройства (IO-Device)

Таблица 4.4 Элементы модели IO-устройства

| Элемент           | Функции  |
|-------------------|--|
| Слот (Slot)       | Слот описывает структуру компонентов или функций, например, модулей аппаратуры или логических блоков внутри IO-устройства. Слоты нумеруются от 1 до 32767, при этом допускаются пропуски. Слот может включать в себя несколько субслотов (subslot).  |
| Субслот (Subslot) | Субслот описывает структуру компонентов или функций, например, модулей аппаратуры или логических блоков внутри слота. Субслоты нумеруются от 1 до 32767. Субслот номер 0 имеет адрес собственно слота. Кроме того, субслоты диапазона 32768...36863 также возможны для адресации специальных приложений. Каждый субслот может иметь несколько каналов. |
| Канал (Channel)   | Каналы представляют собой фактическую структуру входных и выходных данных.   |

#### 4.1.4 Объекты данных

Объекты IO-данных (IO-Data Objects) используются для обеспечения циклического обмена входными/выходными данными. Элемент IO-данных (IO data element) определяется соответствующими устройством, слотом и субслотом.

Объекты записей данных (Record Data Objects) аperiodически передаются IO-устройству и содержат информацию о параметризации, конфигурации, о состоянии (о статусе) и диагностическую информацию.

Передача данных, которая инициируется определенными событиями, выполняется с использованием сигналов объектов данных (Alarm Data Objects). К упомянутым событиям относятся системные события, такие, например, как "горячая" замена модулей, и события, определенные пользователем, такие, например, как диагностические сигналы (diagnostics alarms) или сигналы процесса (process alarms), которые были распознаны системой управления.

#### 4.1.5 Контекстное управление (CM)

IO-устройство выдает данные из автоматизированного процесса (входные данные) в IO-контроллер и получает данные для управления процессом (выходные данные).

IO-супервизор также может одновременно поддерживать коммуникационную связь с IO-устройством. В общем случае для обеспечения обмена данными необходимо наличие приложений и линий для коммуникационной связи. Задача контекстного управления (CM - Context Management) - это управление приложениями и коммуникационной связью, которое заключается:

- в инициализации связей приложений,
- в инициализации коммуникационных связей,
- в установке соответствующих коммуникационных параметров для коммуникационных связей, например, задание времени ожидания (timeout) и рабочих режимов (mode),
- в обеспечении однозначной идентификации данных в процессе обмена,
- в распределении параметров, представленных в GSD-файлах.

## 4.1.6 Связи приложений (AR)

Связи (соединения) приложений (AR - Application Relations) - это логический виртуальный элемент, который обеспечивает обмен данными между двумя устройствами посредством коммуникационных каналов. Передача текущих данных имеет место внутри этих каналов с помощью одного или нескольких коммуникационных соединений (см. рис. 4.4).

IO-контроллеры / IO-супервизоры могут выполнять следующие действия, используя соединения приложений:

считывать входные значения из IO-устройств,

записывать выходные значения в IO-устройства,

принимать события (прерывания) из IO-устройств,

считывать и записывать ациклически передаваемые данные (ациклические данные) из/в IO-устройства.

IO-устройства обладают пассивной реакцией, то есть установка коммуникационной связи с использованием Profinet IO всегда инициируется IO-контроллером или IO-супервизором.

### Установка связей приложений

Установка связей приложений выполняется по умолчанию во время запуска системы при первом установлении коммуникационной связи между IO-контроллером / IO-супервизором и IO-устройством. При этом в IO-устройства передаются следующие данные:

- главные параметры коммуникаций связей приложений AR,
- параметры моделей устройств,
- коммуникационные связи IO-данных (IO-Data CR), которые должны устанавливаться, включая их параметры,
- коммуникационных связи сигналов (Alarm CR), которые должны устанавливаться, включая их параметры.

Принятые данные проверяются IO-устройством и инициализируются запрошенные коммуникационные связи (CR). Сигналы о возникших ошибках направляются в IO-контроллер / IO-супервизор.

### Разрыв связей приложений

Разрыв связей приложений по умолчанию связан с закрытием всех коммуникационных каналов, присутствующих внутри связей приложений (AR) и соответствующих коммуникационных связей.

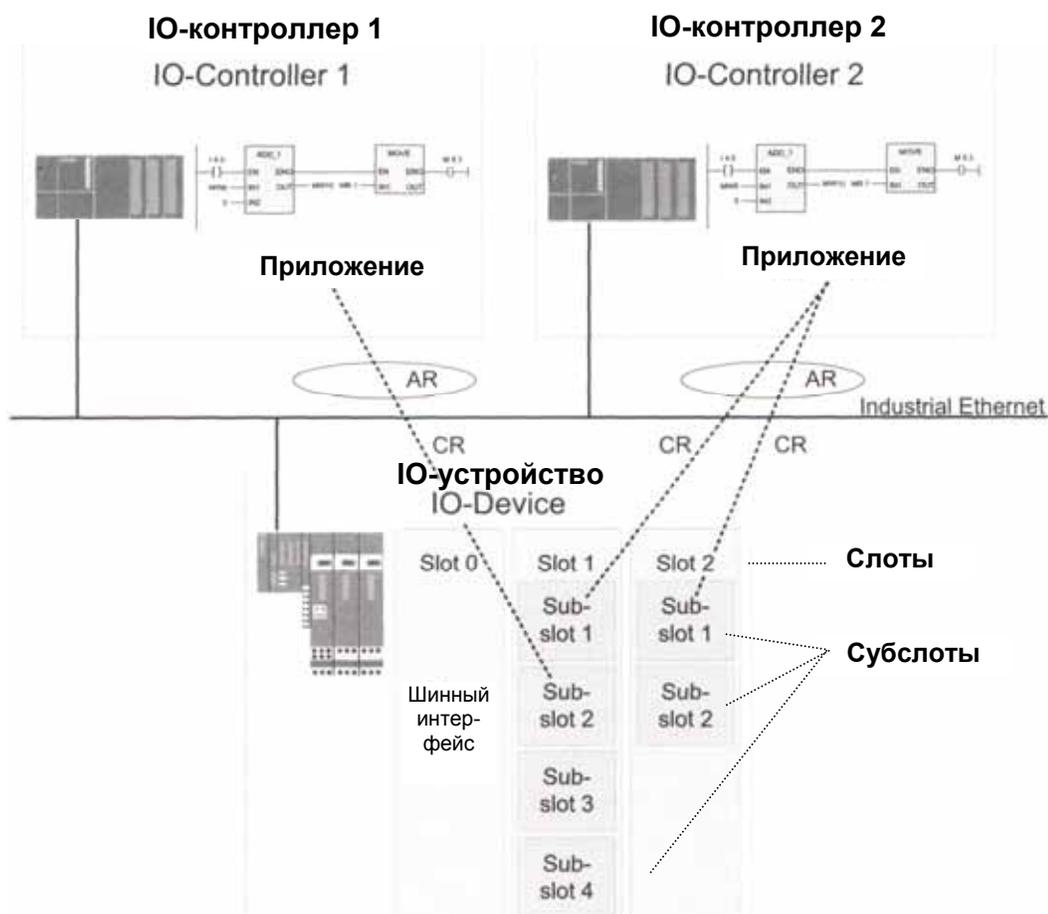


Рис. 4.4 Связи приложений (AR) и соединения между IO-контроллером и IO-устройством

#### 4.1.7 Коммуникационные связи (CR)

Несколько коммуникационных связей (CR - Communication Relations) могут быть установлены внутри связи приложения AR. Существуют следующие типы коммуникационных соединений CR (см. рис. 4.5):

- Коммуникационные связи записей данных (Record Data CR) для ациклической передачи записей, например, стартовой параметризации, диагностики и т.д.
- Коммуникационные связи IO-данных (IO-Data CR) для циклической передачи I/O-данных.
- Коммуникационные связи сигналов (Alarm CR) для ациклической передачи событий.

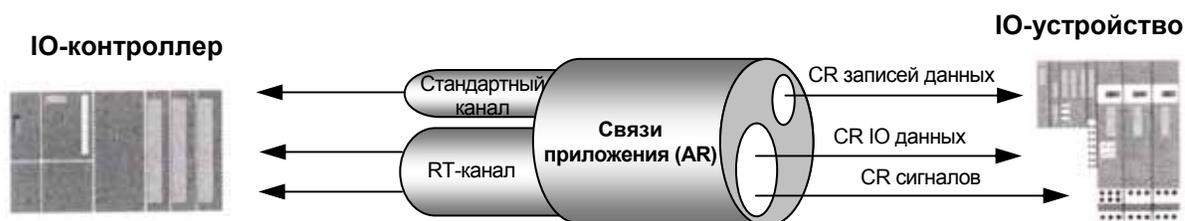


Рис. 4.5 Передача данных с помощью связей приложений и коммуникаций

Во время установления коммуникационных связей CR система контекстного управления использует модель устройства Profinet IO для адресации объектов IO-данных (IO-Data Objects).

### Коммуникационные связи записей данных

Коммуникационные связи записей данных (Record Data CR) устанавливаются из клиента записей данных (Record Data client) (обычно это IO-контроллер) в направлении сервера записей данных (Record Data server) (обычно это IO-устройство). Такие коммуникационные связи используются, например, для передачи следующей информации (Таблица 4.5):

- записей
- данных устройства
- конфигурации и идентификации данных
- диагностических данных
- I/O -данных (апериодических)
- записей лог-журналов IO-устройств.

Таблица 4.5 Данные и объекты, передаваемые через коммуникационные связи записей данных (Record Data CR)

| Элемент                           | Функции                 | Режим               |
|-----------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Объекты записей данных            | Записи                  | Чтение/Запись (R/W) |
| Объекты диагностических данных    | Диагностические данные  | Чтение/Запись (R/W) |
| Объекты IO-данных                 | IO-данные               | Чтение (R)          |
| Подстановочные значения IO-данных | Подстановочные значения | Чтение/Запись (R/W) |
| Объекты данных идентификации      | Данные идентификации    | Чтение/Запись (R/W) |

| Элемент  | Функции   | Режим               |
|--|---|---------------------|
| Данные связей приложений (AR-Data)                   | Данные, характерные для приложения  | Чтение/Запись (R/W) |
| Лог-данные   | Лог-данные  | Чтение/Запись (R/W) |
| Данные физического устройства                        | Данные устройства   | Чтение/Запись (R/W) |
| Данные конфигурации                                  | Данные конфигурации   | Чтение/Запись (R/W) |
| Данные об ожидаемых и фактически вставленных модулях | Информация об отличиях между корректной конфигурацией и фактической конфигурацией | Чтение/Запись (R/W) |

### Коммуникационные связи IO-данных

Задача коммуникационных связей IO-данных (IO-Data CR) заключается в передаче I/O-данных. Обмен данными происходит в соответствии с моделью "провайдер / потребитель" ("provider / consumer") как в системе Profinet CBA. При установлении коммуникационных связей IO-данных (IO-Data CR) потребителем "consumer" передаются следующие параметры:

- список объектов IO-данных, которые должны передаваться, а также их структура;
- параметры интервала посылки: длительность передачи (send clock time), понижение частоты (scaling), фаза (phase) и последовательность (sequence);
- частота передачи (transfer frequency).

Число коммуникационных связей IO-данных (IO-Data CR), которые должны быть установлены, определяется в параметрах конфигурации устройства. Всегда устанавливаются два коммуникационных соединения IO-данных (IO-Data CR), направленных навстречу друг другу ("opposite" - "противоположные") - так обеспечивается двунаправленный обмен данными между IO-контроллером (IO-супервизором) и IO-устройством.

Данные циклически посылаются от провайдера потребителю (consumer) по линии связи в соответствии со сконфигурированной в параметрах частотой передачи (transfer frequency). Определенное квитирование передачи данных не выполняется. Тем не менее, данные квитуются неявным способом с помощью одновременно устанавливаемой встречной ("opposite") коммуникационной связи IO-данных (IOCS). I/O-данные передаются без формата и содержат информацию, разбитую по submodule. Состояние коммуникаций контролируется потребителем (consumer) также посредством проверки счетчика цикла - элемента RT-пакета.

Передаваемое значение объекта I/O-данных имеет консистентную длину. Консистентность значений одновременно для нескольких объектов I/O-данных не поддерживается. Максимально возможная консистентная длина значения I/O-данных составляет 240 байтов.

#### Длительность передачи (send clock time) и квота использования канала (bandwidth)

Длительность передачи (send clock time) - это временной интервал, во время которого с заданным циклом данные передаются посредством коммуникационной связи IO-данных (IO-Data CR). Длительность передачи зависит от IO-прибора и определяется как интегральная сумма базовых единиц времени (имеет величину 31.25 микросекунд (мкс)). Длительность передачи обычно задается пользователем при конфигурировании.

*Длительность передачи = Коэффициент длительности • 31.25 мкс*

Коэффициент длительности (send clock factor) имеет значение от 1 до 128. Значению 32 коэффициента длительности соответствует длительность передачи, равная 1 миллисекунде (мс).



- RT Cyclic real-time data - циклически передаваемые данные реального времени
- RTA Acyclic real-time data - ациклически передаваемые данные реального времени
- NRT Non-real-time data - данные, не привязанные ко времени

Basic time unit (базовая единица времени): 31.25 мкс

Send clock time (длительность передачи):  $t_{\text{sendclock}} = n \cdot \text{базовая единица времени}$ ;  
 $n$  = коэффициент длительности

Send clock factor (коэффициент длительности): здесь обозначен как "n"

Bandwidth (квота использования канала):  $\text{Bandwidth}_{\text{RT}} = (t_{\text{RT}} + t_{\text{RTA}}) / t_{\text{sendclock}}$

$\text{Bandwidth}_{\text{NRT}} = t_{\text{NRT}} / t_{\text{sendclock}}$

Рис. 4.6 Длительность передачи и квота использования канала

Время длительности передачи (send clock time) разбивается на интервалы для передачи данных реального времени и данных, несвязанных со временем, (например, по протоколам TCP/IP). Соотношение этих периодов дает соответствующие значения относительного времени (квоты) использования канала в процентах в соответствующих режимах (см. рис. 4.6).

#### *Коэффициент замедления (Reduction ratio)*

Так как обычно высокоскоростная передача требуется не для всех данных, то сконфигурированные частоты передачи для IO-устройств могут отличаться. Тем не менее, иногда при высокоскоростной передаче данных "самые медленные" коммуникационные станции не могут обработать все принимаемые данные. По этой причине данные, не требующие использования высокоскоростной передачи, передаются с пониженной частотой (scaling) относительно длительности передачи (send clock time):

*Интервал передачи (Send interval) = send clock time • 2<sup>n</sup>*

2<sup>n</sup>: коэффициент понижения частоты (scaling),

n: степень понижения частоты (scaling ratio)

#### *Фаза (Phase)*

Интервал "длительность передачи" (send clock time) может быть разбит на так называемые фазы (phase). В процессе конфигурирования параметров в системе проектирования в зависимости от понижения частоты передачи отдельных циклически передаваемых данных соответствующие циклические данные распределяются по отдельным фазам внутри коммуникационных связей IO-данных (IO-Data CR). Такое распределение данных обеспечивает оптимальное распределение квот использования канала при обмене данными с IO-контроллером.

#### *Цикл передачи (Send cycle)*

Данным с наиболее низкой частотой передачи (scaling) в IO-контроллер соответствует временной период, называемый циклом передачи (send cycle). В течение данного цикла все IO-устройства должны принять новые данные из IO-контроллера, в свою очередь все IO-устройства должны успеть передать свои последние данные в IO-контроллер.

#### *Смещение пакета внутри интервала "длительность передачи" (Frame send offset)*

Для дополнительной оптимизации передачи данных возможно предварительное распределение пакетов (фреймов) по фазам. Смещение пакета внутри интервала "длительность передачи" (Frame send offset) - это параметр, определяющий смещение пакета с шагом 250 наносекунд относительно начала интервала "длительность передачи", в котором данный пакет передается (см. рис. 4.7).

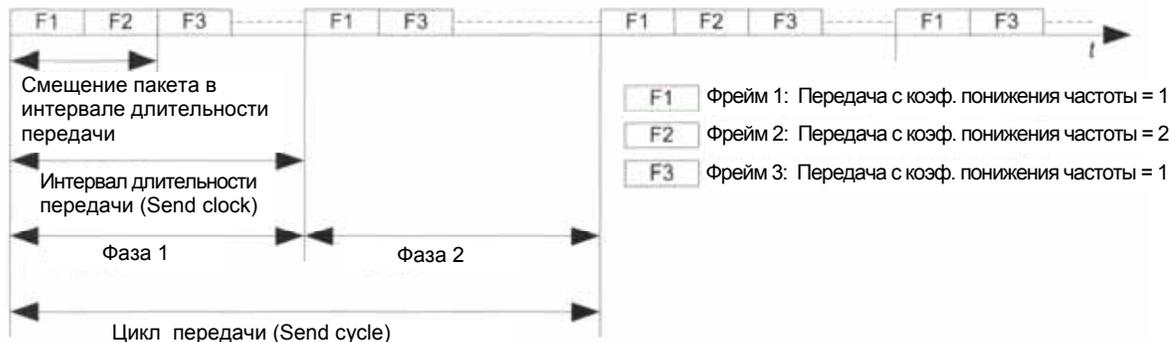


Рис. 4.7 Передача пакетов (фреймов) в Profinet IO

### Коммуникационные связи сигналов (Alarm CR)

IO-устройство передает сигналы в IO-контроллер с помощью коммуникационной связи для сигналов Alarm CR. Сигналы относятся к ациклически передаваемым данным, которые должны квитироваться в течение определенного времени на уровне протокола и на уровне пользователя. Пользователь имеет возможность задать количество сигналов, которые могут быть посланы до того, как явным образом будет выполнено квитирование сигнала. Так как "ациклические службы" не поддерживают сегментирование, то все сигналы должны передаваться внутри одного фрейма.

При конфигурировании коммуникационных связей сигналов Alarm CR определяются конечные источники или конечные приемники сигналов. Оба - и IO-контроллер, и IO-устройство могут выступать в качестве конечного источника и конечного приемника сигналов.

IO-контроллер определяет приоритет, с которым должен передаваться сигнал. Так, один сигнал с низким приоритетом и один сигнал с высоким приоритетом могут передаваться посредством одной и той же коммуникационной связи для сигналов Alarm CR (см. таблицу 4.6). При этом сигналы с высоким приоритетом всегда должны обрабатываться с настолько большой скоростью, насколько это возможно. Сигналы с низким приоритетом не должны вызывать сколько-нибудь значительную задержку в обработке сигналов с высоким приоритетом.

Таблица 4.6 Сигналы Profinet IO и их размещение в программе пользователя Simatic S7

| Приоритет сигнала (Alarm priority) | Сигнал (Alarm)  | Тип аппаратного прерывания Simatic S7                                      | Организационный блок |
|------------------------------------|---|--|----------------------|
| High (Высокий)                     | Process (Процесс)   |  |                      |
| Low (Низкий)                       | Diagnosis (Диагностика) приходящее / уходящее событие       | Diagnostics interrupt (UP/DOWN)<br>Диагностическое прерывание (вверх/вниз) | OB 82                |
|                                    | Pull (Удаление)   | Remove module interrupt (Прерывание удаления модуля)                       | OB 83                |
|                                    | Plug (Вставка)  | Insert module interrupt (Прерывание вставки модуля)                        |                      |
|                                    | Plug_wrong (Вставка - ошибка)                               | Insert module interrupt (Прерывание вставки модуля)                        |                      |
|                                    | Return of submodule (Возврат модуля)                        | Insert module interrupt (Прерывание вставки модуля)                        |                      |
|                                    | Controlled (Есть управление)                                | Control interrupt (Прерывание управления)                                  |                      |
|                                    | Released (Нет управления)                                   | Release interrupt (Прерывание отключения)                                  |                      |
|                                    | -   | Station failure interrupt (Прерывание ошибки станции)                      |                      |
|                                    | -   | Station return interrupt (Прерывание восстановления работы станции)        |                      |
|                                    | Status (Состояние)  | Status interrupt (Прерывание состояния)                                    | OB 55                |
|                                    | Update (Обновление)   | Update interrupt (Прерывание обновления)                                   | OB 56                |
|                                    | Manufacturer-specific (Определено производителем)           | Manufacturer-specific interrupt (Прерывание, определенное производителем)  | OB 57                |
|                                    | Profile specific (Определено профилем)                      | Manufacturer-specific interrupt (Прерывание, определенное производителем)  |                      |
| Redundancy (Резервирование)        | I/O redundancy error (Прерывание ошибки резервирования I/O) | OB 70  |                      |

## 4.1.8 Сервисы и протоколы

Ниже представлены различные сервисы, используемые в Profinet IO. Мы не будем здесь подробно рассматривать структуру протокола. Для получения подробных сведений по данному вопросу рекомендуется ознакомиться с книгой авторов Попп (Poppe) и Вебер (Weber) [44].

### Циклические I/O-данные

После запуска системы начинается циклический обмен I/O-данными между IO-контроллером и IO-устройством. Каждая порция I/O-данных содержит два атрибута: IOPS (IO Provider Status - состояние IO-провайдера) и IOCS (IO Consumer Status - состояние IO-потребителя), которые дают разрешение IO-контроллеру и IO-устройству на проверку соответствия переданных данных (см. рис. 4.8).

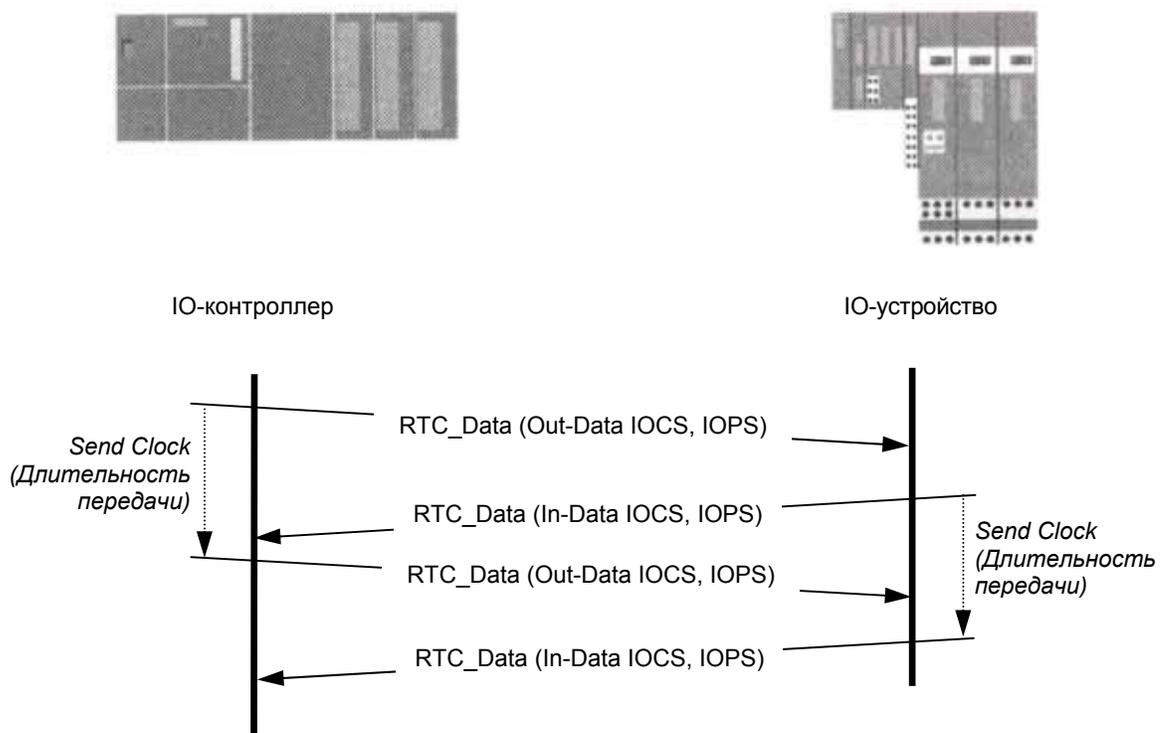


Рис. 4.8 Последовательность процедуры передачи циклических данных с RT-протоколом в Profinet IO

Таблица 4.7 Значения атрибутов IOPS и IOCS для IO-контроллера и IO-устройства

| Данные            | IOPS   | IOCS  |
|-------------------|--|---|
| Входные (Input)   | <p>Атрибут IOPS описывает состояние провайдера входных данных, и его значение передается IO-устройством вместе с текущими данными в IO-контроллер.</p> <p>Атрибут IOPS упрощает идентификацию некорректных входных значений для экземпляров в канале передачи, например, submodule, модуля, IO-устройства или собственно IO-контроллера.</p> <p>Приложение управления IO-контроллера может обрабатывать данные только при IOPS=GOOD (нет ошибок). Значения, для которых IOPS=BAD (есть ошибки), должны быть заменены соответствующими значениями, принятыми по умолчанию, а соответствующий submodule должен быть обозначен, как отказавший.</p> | <p>Атрибут IOCS описывает состояние потребителя (consumer) входных данных, и его значение передается от IO-контроллера в IO-устройство.</p> <p>Атрибут IOCS помогает IO-устройству распознать проблемы в коммуникациях, и обеспечивает информацией о том, обрабатывает IO-контроллер текущие входные данные или нет (например, если IO-контроллер находится в режиме STOP).</p> <p>Реакция IO-устройства на состояние атрибута IOCS=BAD (есть ошибки) определяется поставщиком.</p>   |
| Выходные (Output) | <p>Атрибут IOPS описывает состояние провайдера выходных данных, и его значение передается IO-контроллером вместе с текущими данными в IO-устройство.</p> <p>Атрибут IOPS помогает распознать проблемы в коммуникациях, и обеспечивает IO-устройство информацией о том, может ли IO-контроллер установить выходные значения или нет (например, если IO-контроллер находится в режиме STOP).</p> <p>IO-устройство может обрабатывать данные только при IOPS=GOOD (нет ошибок). Значения, для которых IOPS=BAD (есть ошибки), должны быть заменены соответствующими значениями, принятыми по умолчанию.</p>   | <p>Атрибут IOCS описывает состояние потребителя входных данных, и его значение передается от IO-устройства в IO-контроллер.</p> <p>Атрибут IOCS помогает IO-контроллеру распознать проблемы в коммуникациях, и обеспечивает информацией о том, может ли IO-устройство пропустить выходные значения в процесс (например, если модуль был удален из модульного IO-устройства).</p> <p>Атрибут IOCS может быть установлен любыми участниками канала передачи, submodule, модулем, IO-устройством или самим IO-контроллером.</p> <p>Реакция IO-контроллера на состояние атрибута IOCS=BAD (есть ошибки) определяется поставщиком. В Simatic S7 CPU submodule должен быть обозначен, как отказавший.</p> |

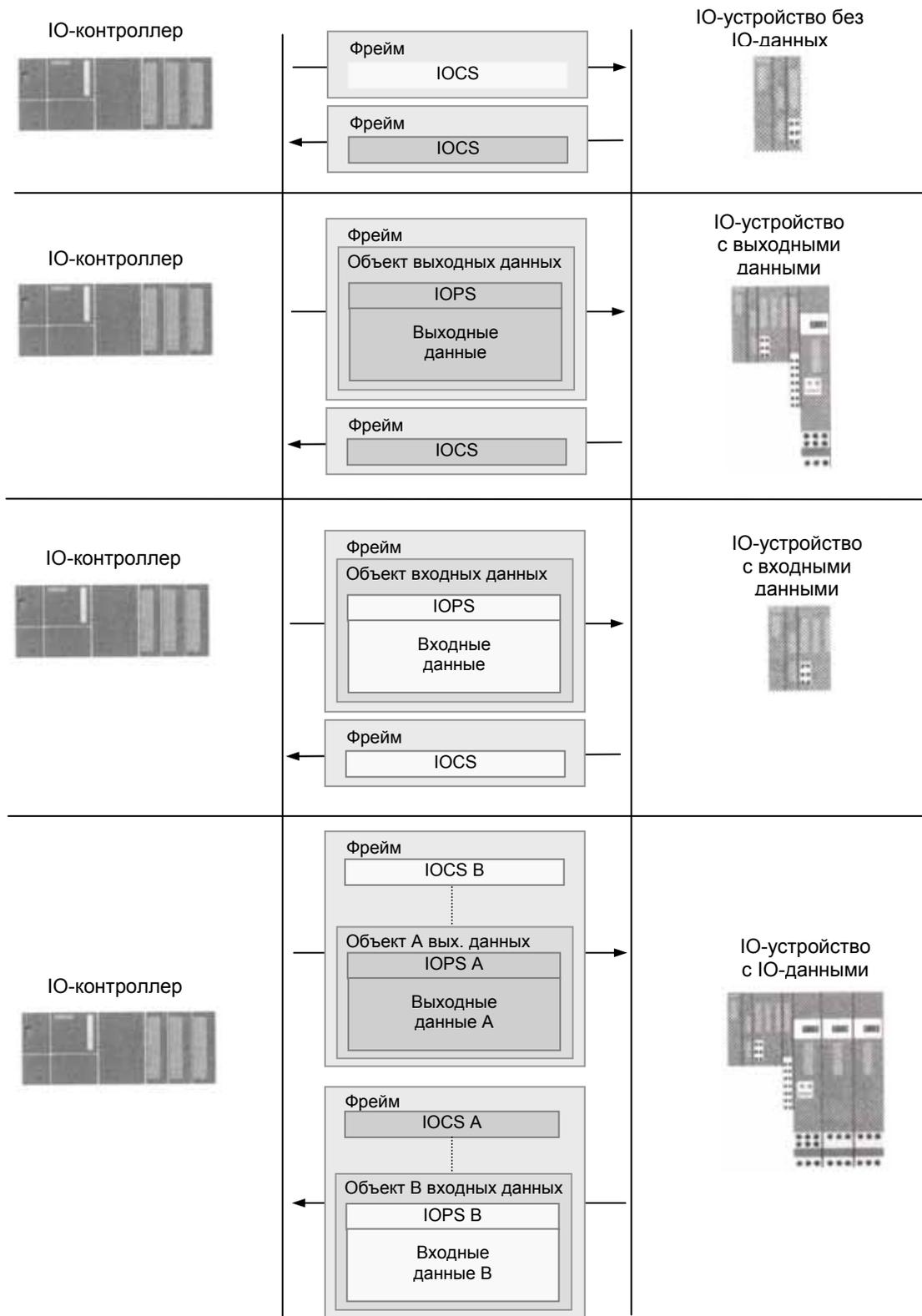


Рис. 4.9 Атрибуты IOPS и IOCS для IO-контроллера и IO-устройства

Атрибут IOPS передается провайдером одновременно с данными и, следовательно, является валидным (консистентным) относительно этих данных. С другой стороны, атрибут IOCS может быть возвращен провайдеру от потребителя (consumer) только после получения данных. Следовательно, атрибут IOCS и значения данных не являются консистентными (см. таблицу 4.7 и рис. 4.9).

Атрибуты IOCS и IOPS могут иметь значения GOOD и BAD, при этом значение BAD может соответствовать различным ошибкам (отказам) (BAD\_BY\_CONTROLLER, BAD\_BY\_DEVICE, ...).

### Сигналы (Alarms)

Для любых событий, возникающих в процессе с конфигурацией Profinet IO, должны генерироваться соответствующие сигналы (см. таблицы 4.8, 4.9 и рис. 4.10). Передача таких сигналов выполняется с помощью протокола ациклических сигналов реального времени (real time acyclic protocol - RTA-протокола). IO-устройство передает сигналы с приоритетом как сообщения реального времени. Оба сигнала UP и DOWN должны быть квитированы IO-контроллером.

Таблица 4.8 Типы сигналов

| Тип сигнала   | Событие, вызывающее соответствующий сигнал  |
|---|---|
| Process alarm<br>(Сигнал процесса)  | Сигнал от приборов процесса предупреждает о случившемся событии в процессе, например, о нарушении температурного режима.  |
| Diagnosis appears/<br>disappears alarm<br>(Диагностический<br>сигнал: приходящее /<br>уходящее событие) | Сигнал от системы диагностики предупреждает о приходе/уходе диагностического события в IO-устройстве, связанного с подключенными компонентами, например, разрыв цепи. |
| Pull alarm<br>(Удаление устройства)   | Для модульных IO-устройств: сигнал предупреждает об удалении модуля/субмодуля.  |
| Plug alarm<br>(Вставка устройства)  | Для модульных IO-устройств: сигнал предупреждает о вставке модуля/субмодуля. После вставки модуля/субмодуля вновь загружаются их параметры.                           |
| Plug wrong alarm<br>(Вставка устройства -<br>ошибка)  | Сигнал предупреждает о вставке несоответствующего модуля/субмодуля.   |
| Status alarm<br>(Сигнал состояния)  | Сигнал предупреждает об изменении состояния модуля/субмодуля.   |
| Update alarm<br>(Обновление)  | Сигнал предупреждает об изменении в параметрах модуля/субмодуля.  |
| Redundancy alarm<br>(Резервирование)  | Сигнал предупреждает резервный IO-контроллер об отказе основного IO-контроллера.  |

| Тип сигнала   | Событие, вызывающее соответствующий сигнал   |
|---|--|
| Controlled by supervisor alarm<br>(Есть управление от супервизора)                              | Сигнал предупреждает о том, что IO-супервизор принял на себя управление модулем/субмодулем.  |
| Released by supervisor alarm<br>(Нет управления от супервизора)                                 | Сигнал предупреждает о том, что управление модулем/субмодулем отключено от IO-супервизора, IO-контроллера или потерян локальный доступ к IO-устройству. За этим следует процедура протокола, как при сигнале, вызванном вставкой устройства. |
| Return alarm<br>(Сигнал восстановления)   | Сигнал предупреждает о том, что:<br>- IO-устройство вновь выдало валидные данные для отдельного входного элемента без повторной параметризации или<br>- выходной элемент вновь может обрабатывать принятые данные.                           |
| Return of submodule alarm<br>(Сигнал восстановления субмодуля)                                  | Сигнал предупреждает об изменениях входных или выходных данных провайдера или субмодуля потребителя (consumer) с состояния BAD (с ошибками) на GOOD (без ошибок).  |
| Profile specific alarm<br>(Определено профилем)   | Сигнал предупреждает о согласии IO-устройства с особыми профилями в соответствии с PNO profile guidelines.   |
| Multicast provider communication, stopped alarm<br>(Прекращение рассылки по превышению времени) | Сигнал предупреждает о превышении времени во время рассылки (широковещательной передаче) I/O-данных провайдером.   |
| Multicast provider communication, running alarm<br>(Восстановление рассылки провайдером)        | Сигнал предупреждает о восстановлении рассылки (широковещательной передаче) I/O-данных провайдером.  |
| Port data changed notification alarm<br>(Изменились данные порта)                               | Сигнал предупреждает об изменении данных порта.  |
| Sync data changed notification alarm<br>(Изменились данные синхронизации)                       | Сигнал предупреждает об изменении синхронизации времени.   |
| Isochronous mode problem alarm<br>(Проблемы в изохронном режиме)                                | Сигнал предупреждает о проблемах, возникших в работе приложений в изохронном режиме.   |

| Тип сигнала  | Событие, вызывающее соответствующий сигнал                   |
|--|--|
| Manufacturer-specific alarm<br>(Сигнал, определенный производителем) | Сигнал, в соответствии с типом, определенным производителем. |

Таблица 4.9 Сервисы для передачи сигналов

| Сервис                       | Функция  |
|------------------------------|--|
| RTA_DATA Request (alarm)     | Запись сигнала от IO-устройства в IO-контроллер.<br>Передаются следующие данные:<br>- Идентификатор сигнала (диагностики, процесса и т.д.)<br>- Информация адресации (слот, субслот, ID модуля)<br>- Основные параметры<br>- Для диагностики каналов: № канала, тип канала, тип отказа |
| RTA_DATA Request (Alarm_Ack) | Квитирование сигнала IO-контроллера на уровне приложения:<br>С точки зрения IO-устройства сигнал просто гарантированно сохраняется с последующим приемом сигнала квитирования.   |
| RTA_ACK                      | Квитирование пакета RTA_DATA на уровне протокола:<br>Пакет RTA_DATA принят, и ресурсы доступны для приема следующего пакета. Повторная передача пакета не требуется.   |

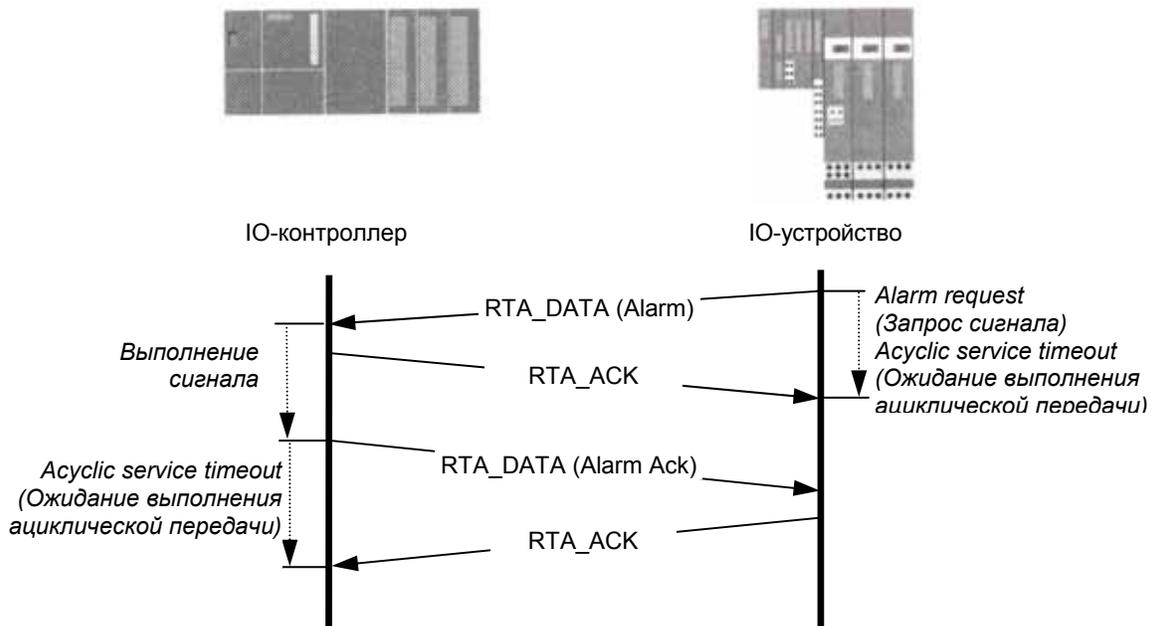


Рис. 4.10 Последовательность сервисов обработки сигналов в Profinet IO

## Ациклическая передача данных

Ациклическая передача данных используется для обмена данными, которые не являются критичными ко времени. При этом используются сервисы для чтения и записи. Обмен ациклическими данными происходит внутри коммуникационного канала (в NRT-части; NRT = non-real-time - не в реальном времени) с использованием удаленного вызова процедуры (RPC) на базе UDP/IP.

Процедуры чтения/записи (read/write) всегда включают запрос и последующую реакцию на запрос (см. рис. 4.11 и таблицу 4.10). Запросы на запись разрешены только для установленного коммуникационного соединения IO-Data CR, запросы на чтение могут выполняться также и без явно установленного коммуникационного соединения IO-Data CR.

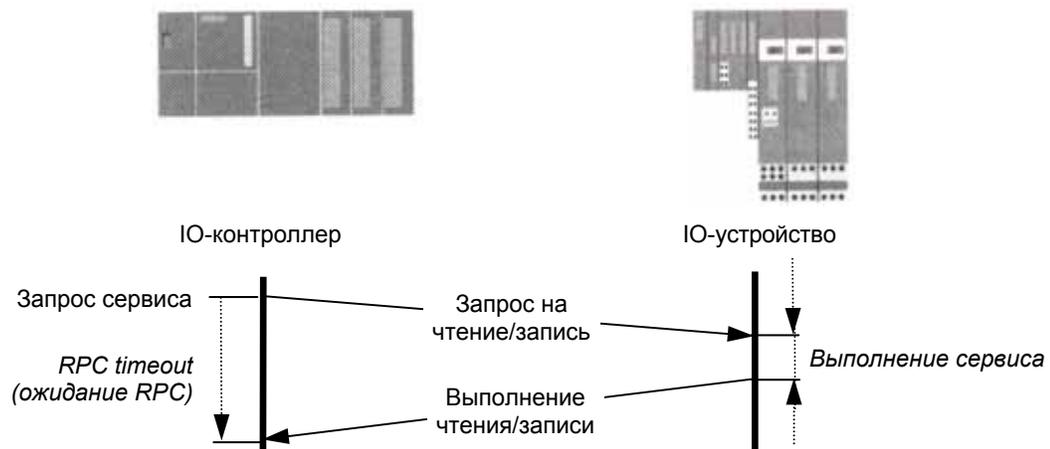


Рис. 4.11 Последовательность сервисов чтения/записи в Profinet IO

Таблица 4.10 Сервисы чтения/записи

| Сервис  | Функция   |
|---|---|
| Read Request<br>(Запрос на чтение)              | Запрос данных из IO-контроллера для IO-устройства |
| Read Response<br>(Реакция на запрос на чтение)  | Передача запрошенных данных в IO-контроллер       |
| Write Request<br>(Запрос на запись)             | Передача данных из IO-контроллера в IO-устройство |
| Write Response<br>(Реакция на запрос на запись) | Квитирование передачи данных IO-устройством       |

## Назначение имени IO-устройству

Перед установлением фактического соединения IO-устройствам назначаются имена. Имена устройств назначаются с использованием IO-супервизора и запоминаются в режиме сохранения в IO-устройстве (см. рис. 4.12). Имя предназначено для точной идентификации IO-устройства и может быть выбрано пользователем, при этом оно должно отвечать соглашениям DNS. В первой версии Profinet IO имена устройств назначаются с помощью DCP-протокола (**D**iscovery and **B**asic **C**onfiguration **P**rotocol - протокол обнаружения и создания базовой конфигурации) (см. табл. 4.11).

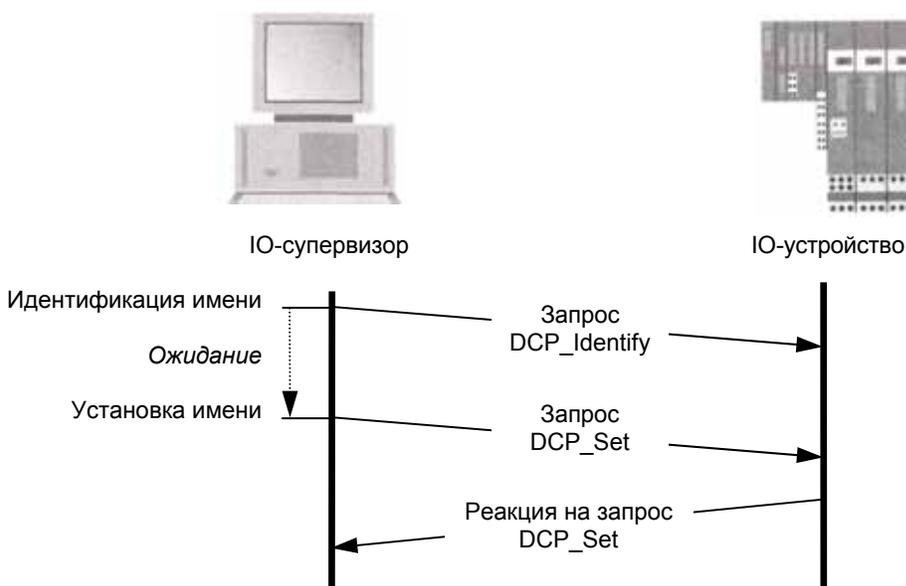


Рис. 4.12 Последовательность сервисов назначения имени IO-устройству

Таблица 4.11 Сервисы назначения имен для IO-устройств

| Сервис   | Функция  |
|--|--|
| Identify Request<br>(Запрос на идентификацию)    | Запрос IO-устройств на поиск по определенному критерию (в данном случае - по имени устройства (device name)) IO-супервизором или IO-контроллером.  |
| Set Request<br>(Запрос на установку)             | Запись параметра (в данном случае - имени устройства) в IO-устройство:<br>Имена устройств должны отвечать соглашениям DNS:<br>- не должны превышать 240 символов (букв, цифр и тире);<br>- не должны содержать специальных символов. |
| Set Response<br>(Реакция на запрос на установку) | Квитирование запроса на установку.   |

## Назначение IP-адреса IO-устройству

### Назначение адреса с использованием DCP

Во время запуска системы IO-контроллер назначает для IO-устройства IP-адрес, который является действительным во время режима выполнения (runtime). В дополнение к сервису ARP (ARP = **A**ddress **R**esolution **P**rotocol - протокол разрешения адресов), известному из области IT-технологий, в первой версии Profinet IO также используются сервисы DCP (см. рис. 4.13 и таблицу 4.12).

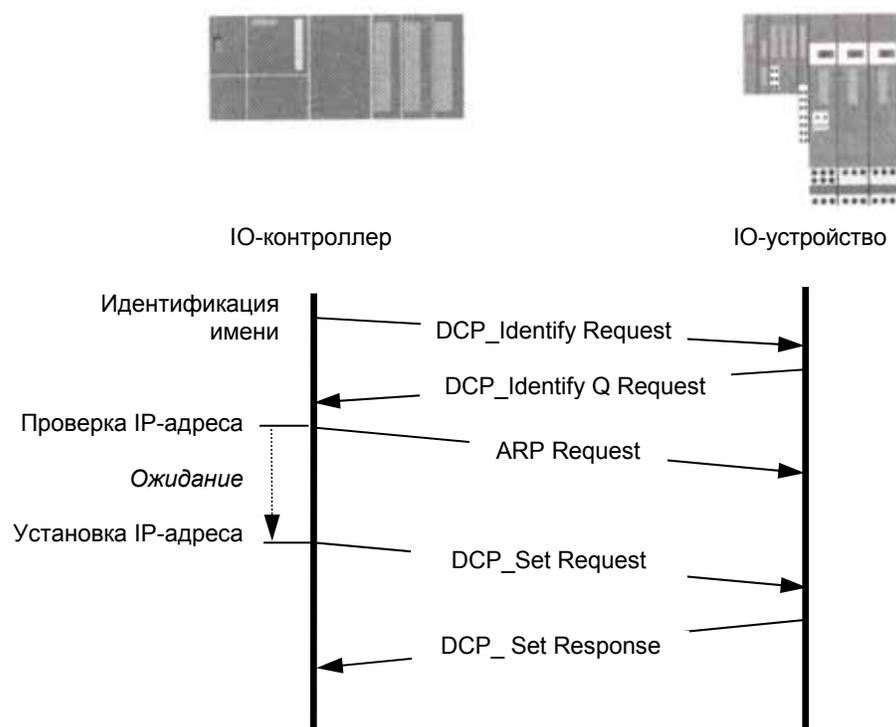


Рис. 4.13 Последовательность сервисов назначения IP-адреса IO-устройству с использованием DCP

Таблица 4.12 Сервисы назначения IP-адреса IO-устройству с использованием DCP

| Сервис  | Функция   |
|---|---|
| Identify Request<br>(Запрос на идентификацию)             | Запрос IO-устройств на поиск по заданному критерию (в данном случае - по имени устройства) IO-супервизором или IO-контроллером. |
| Identify Q Request<br>(Отклик на запрос на идентификацию) | Отклик на запрос IO-устройств:<br>Объект по заданному критерию найден.  |

| Сервис                                       | Функция  |
|--|--|
| ARP Request<br>(ARP-запрос)                  | <p>Определение MAC-адреса (Ethernet-адреса), соответствующего IP-адресу:</p> <p>ARP - это протокол, применяемый в IT-технологиях. Он является типичным компонентом набора протоколов TCP(UDP)/IP. ARP-запрос посылается всем устройствам в Ethernet-подсети и используется Profinet IO для поиска IP-адресов. Если не получено откликов на ARP-запрос, это означает, что не существует или нет активного устройства с запрошенным IP-адресом в соответствующей Ethernet-подсети.</p> |
| Set Request<br>(Запрос установки)            | Запись параметра (IP-адреса в данном случае) в IO-устройство.  |
| Set Response<br>(Отклик на запрос установки) | Квитирование запроса на установку.   |

#### Назначение адреса с использованием DHCP

Profinet IO опционально поддерживает назначение IP-адресов IO-устройствам с использованием DHCP (DHCP = **D**ynamic **H**ost **C**onfiguration **P**rotocol - протокол динамической конфигурации хоста) (см. рис. 4.14 и таблицу 4.13). При использовании DHCP отдельный DHCP-сервер управляет назначением IP-адресов в сети. В таком случае IO-устройство активно запрашивает IP-адрес от сервера.

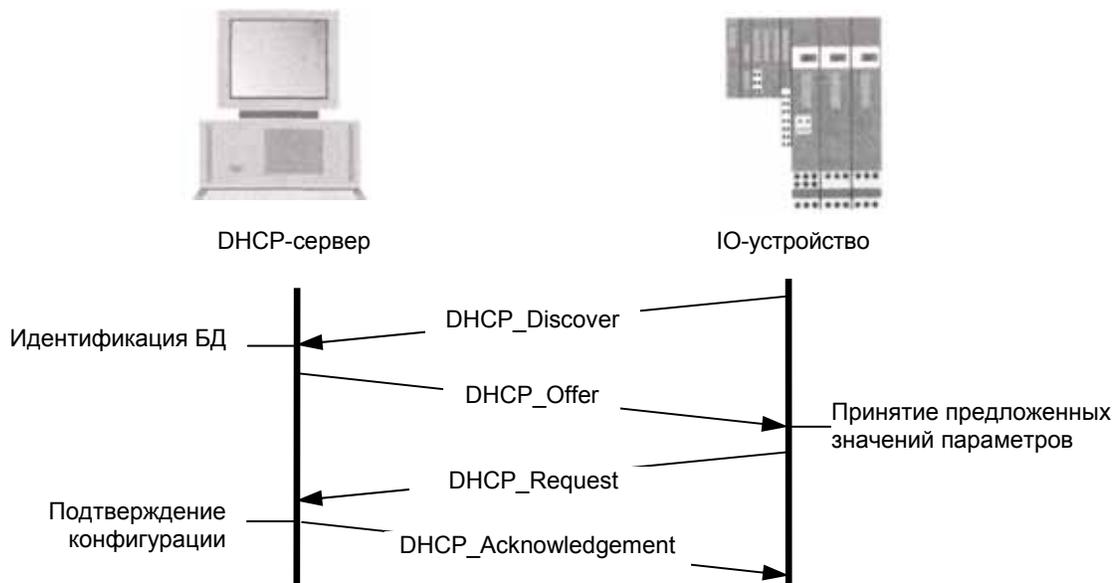


Рис. 4.14 Последовательность сервисов назначения IP-адреса IO-устройству с использованием DHCP

Таблица 4.13 Сервисы назначения IP-адреса IO-устройству с использованием DHCP

| Сервис                            | Функция   |
|-----------------------------------|---|
| Discover<br>(Обнаружение)         | Запрос устройства ко всем DHCP-серверам в Ethernet-подсети для назначения IP-адреса.  |
| Offer<br>(Предложение)            | Передача IP-адреса от DHCP-сервера запрашивающему устройству:<br>Кроме соответствующего IP-адреса пакет содержит другие параметры IP-адреса, например, маску подсети.     |
| Request<br>(Запрос)               | Обратная связь устройства с DHCP-сервером:<br>Что касается этого пакета, устройство подтверждает параметры IP-адреса. IP-адрес фиксируется DHCP-сервером как назначенный. |
| Acknowledgement<br>(Квитирование) | Подтверждение IP-адреса и параметров, выбранных устройством с помощью DHCP-сервера: теперь к устройству возможен доступ по его IP-адресу.                                 |

### Установка соединения

Коммуникационное соединение IO-Data CR устанавливается в процессе выполнения последовательности сервисов по установлению связи между IO-контроллером и IO-устройством. Последующий запрос на запись (Write Request) инициирует его параметризацию, который в свою очередь завершается последующим запросом DControl Request. После положительного отклика на запрос CControl Request, посланный IO-устройством, установка коммуникационного соединения IO-Data CR завершена.

На рис. 4.15 показаны основные процедуры для установления соединения между IO-контроллером и IO-устройством. В таблице 4.14 объясняются соответствующие процедуры.

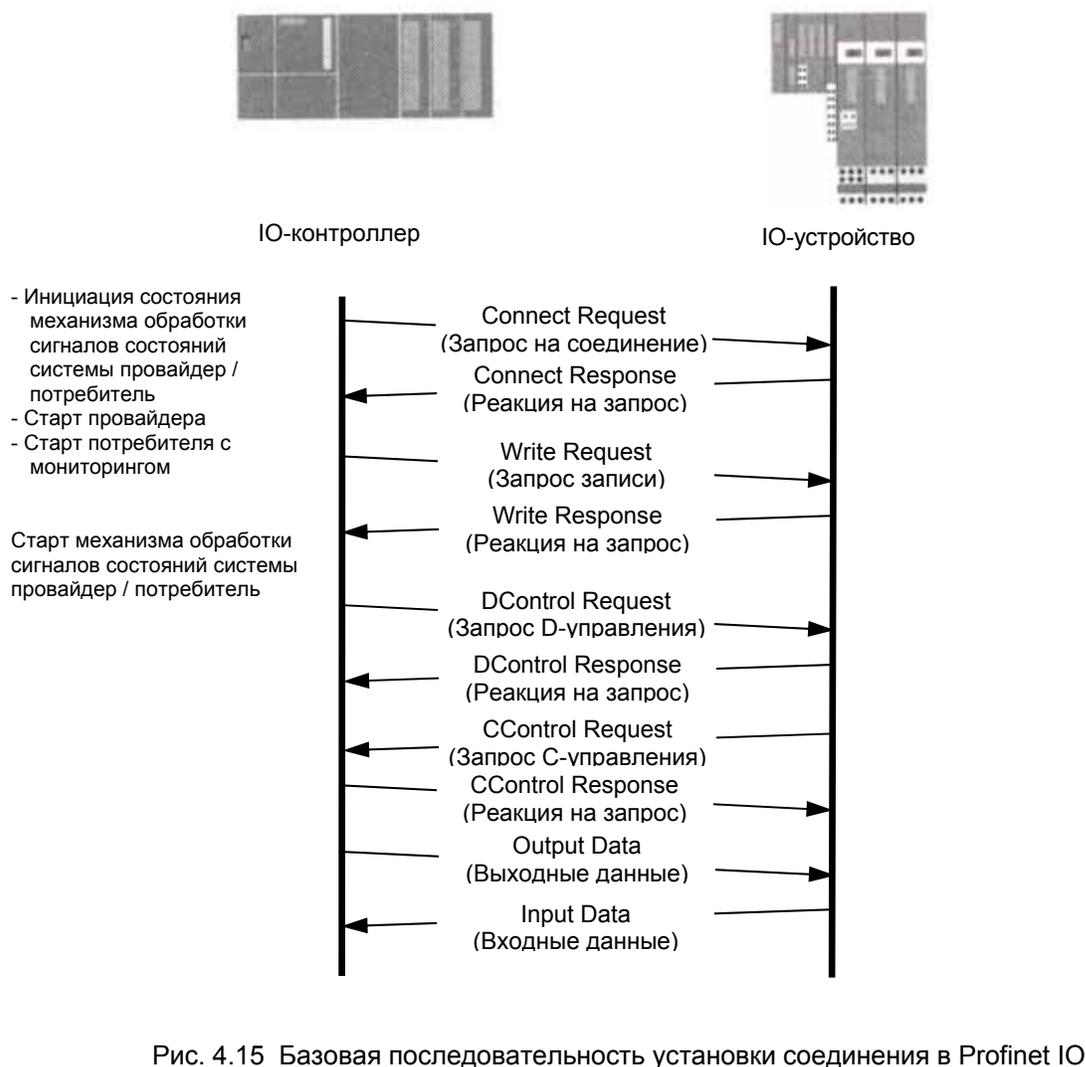


Таблица 4.14 Сервисы для установки соединения между IO-контроллером и IO-устройством

| Сервис  | Функция   |
|---|---|
| Connect Request<br>(Запрос на соединение)             | Инициация установления соединения:<br>Установка всех необходимых AR-соединений и CR-соединений. Установление соединений необходимо всегда, кроме случаев, когда используются сервисы исключительно для чтения данных. |
| Connect Response<br>(Реакция на запрос на соединение) | Ответ IO-устройства на запрос на установление соединения:<br>Ответный сигнал отправляется только тогда, когда соединение гарантированно может быть установлено.   |

| Сервис  | Функция   |
|---|---|
| Write Request<br>(Запрос записи)                      | Передача данных из IO-контроллера в IO-устройство:<br>Передача данных параметров для отдельных submodule в IO-устройстве. Отдельные записи определены для каждого модуля / submodule и передаются в собственных запросах Write Request. |
| Write Response<br>(Реакция на запрос записи)          | Квитирование передачи данных IO-устройством:<br>Вслед за откликом на запрос Write Response могут быть передаваться другие данные.   |
| DControl Request<br>(Запрос D-управления)             | Сигнал об окончании передачи параметров IO-контроллером.  |
| DControl Response<br>(Реакция на запрос D-управления) | Квитирование IO-устройством запроса DControl Request.<br>Установление соединения завершено после обработки данного пакета.  |
| CControl Request<br>(Запрос C-управления)             | Подтверждение установления соединения IO-устройством.   |
| CControl Response<br>(Реакция на запрос C-управления) | Квитирование IO-контроллером запроса CControl Request.  |
| Input / Output Data<br>(Входные / Выходные данные)    | Обмен пользовательскими данными:<br>Обмен циклическими IO-данными с использованием RT-протокола (real-time protocol).   |

#### Идентификация Profinet IO-устройства

Profinet IO-устройство однозначно идентифицируется идентификатором устройства (device ID) (см. таблицу 4.15). При запуске системы IO-устройство проверяет идентификацию себя IO-контроллером по собственному фиксированному параметру ID.

Таблица 4.15 Структура идентификации устройства

| Идентификация устройства | Vendor_ID<br>(16 битов)  | Device_ID<br>(2 байта)   |
|--------------------------|--|--|
| Значение                 | Идентификация, назначенная PNO как однозначная ссылка на производителя. Например, идентификатор Vendor_ID для Siemens имеет значение 42. | Данный идентификатор, определенный производителем, служит для более детальной идентификации IO-устройства. |

### 4.1.9 От конфигурации к работающей системе

IO-устройство не получает имени при поставке. IO-контроллер может получить доступ к IO-устройству только при условии, что данному устройству будет назначено соответствующее имя (device name) IO-супервизором. На рис. 4.16 и в таблице 4.16 показаны шаги, которые необходимы при использовании Simatic совместно с STEP 7.

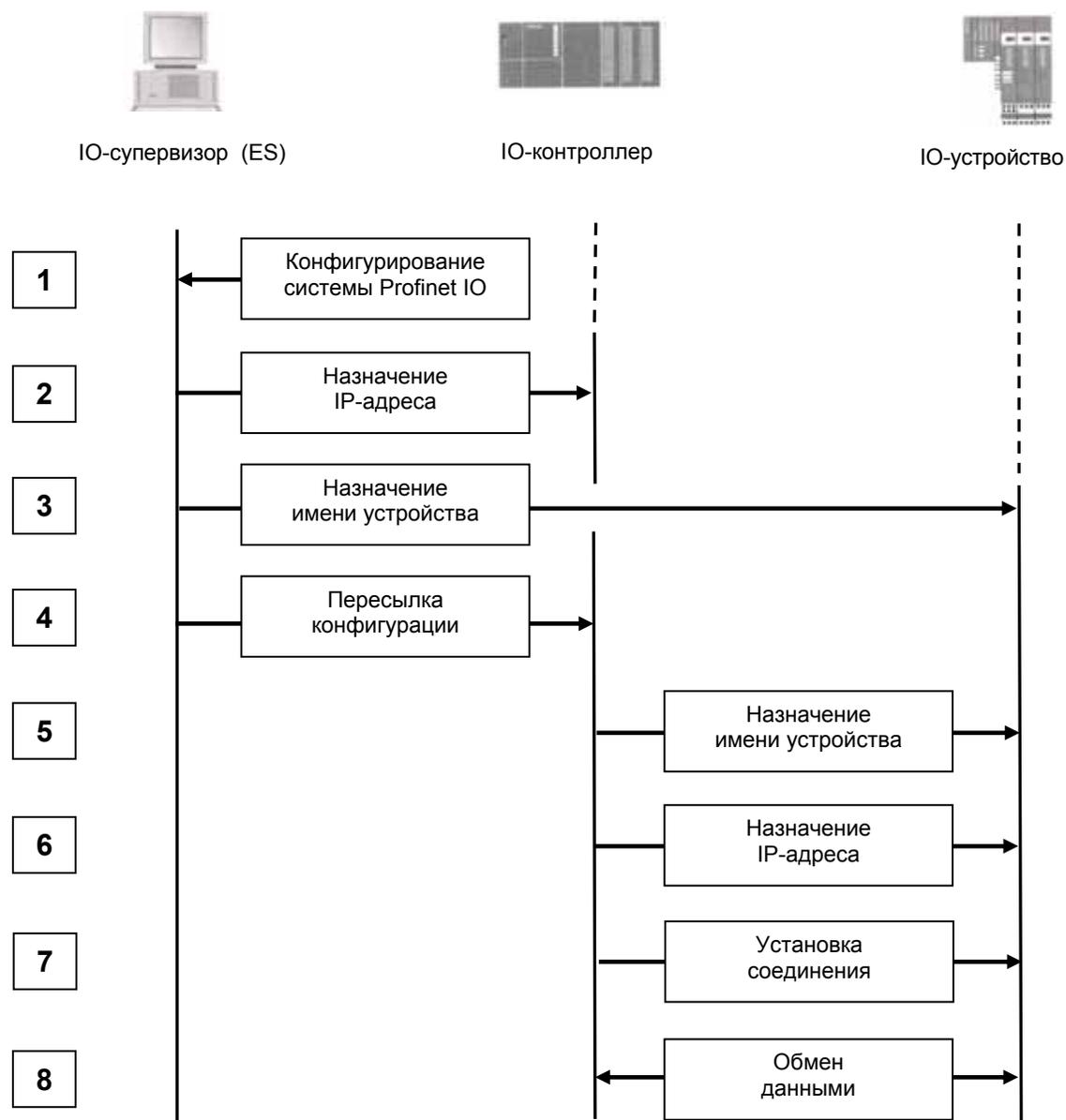


Рис. 4.16 Шаги от конфигурирования до запуска системы

Таблица 4.16 Шаги от конфигурирования до запуска системы

| Шаг | Функция   |
|-----|---|
| 1   | Конфигурирование Profinet IO-System посредством утилиты HW-Config.                            |
| 2   | Назначение IP-адреса IO-контроллеру.  |
| 3   | Назначение имен сконфигурированным IO-устройствам.  |
| 4   | Передача Profinet IO -конфигурации в IO-контроллер  |
| 5   | Проверка имен сконфигурированных IO-устройств   |
| 6   | Назначение сконфигурированных IP-адресов для сконфигурированных IO-устройств                  |
| 7   | Инициация установления соединения между IO-контроллером и сконфигурированными IO-устройствами |
| 8   | Циклический обмен IO-данными между IO-контроллером и сконфигурированными IO-устройствами      |

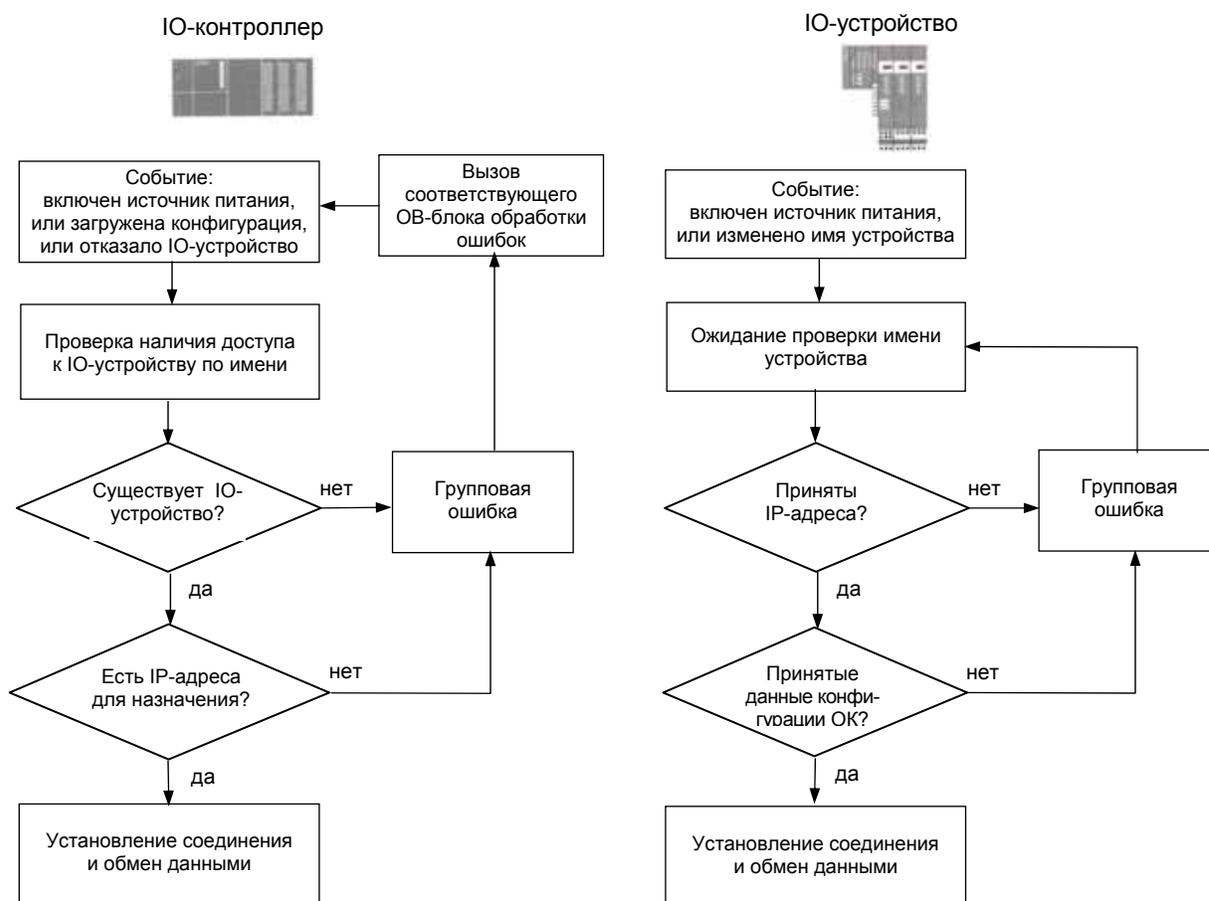


Рис. 4.17 Поведение устройств Simatic Profinet IO при запуске

#### 4.1.10 Функции Proxy в Profinet IO

Аналогичным образом как в системе Profinet CBA полевые приборы могут быть интегрированы в коммуникационную систему Profinet IO для циклического обмена данными с использованием так называемой технологии проху в Ethernet. С точки зрения коммуникаций технология проху позволяет представить полевые приборы как IO-устройства и соответствует использованию шлюза между сетью Ethernet и полевой шиной с точки зрения данных процесса.

Обмен данными с полевым прибором с помощью проху происходит таким образом, что данные передаются с помощью протокола для соответствующей полевой шины в полевой прибор или считываются из него. Функции проху с точки зрения Profinet IO - это свойство Profinet IO-контроллера с дополнительными функциями для полевой шины, например, с функциями ведущего Profibus DP-устройства (Profibus DP master).

Проху в Profinet CBA и Profinet IO в основном выполняют одинаковую задачу, обеспечивая интеграцию полевых устройств, но при этом не совместимы, так как используют различные коммуникационные сервисы в Ethernet (см. рис. 4.18).

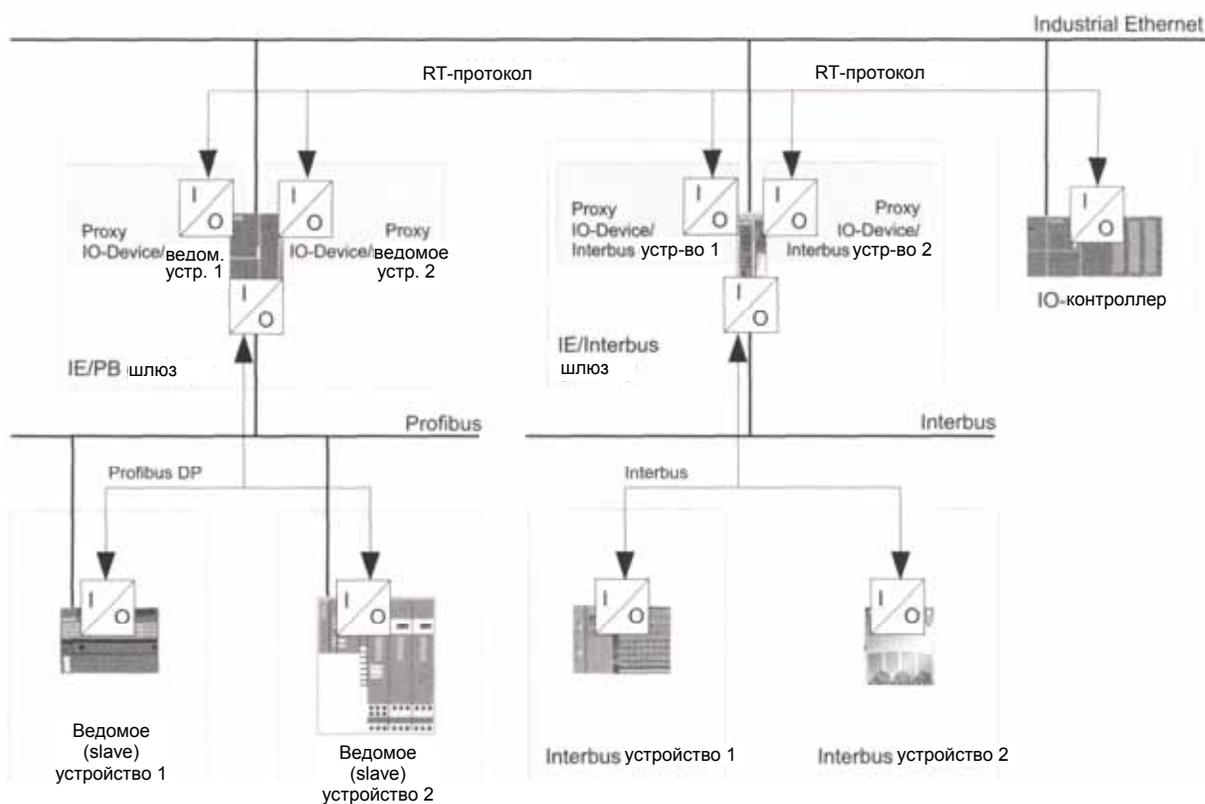


Рис. 4.18 Принцип использования прокси-функций в Profinet IO

#### 4.1.11 Интеграция Profibus-устройств

IO-контроллеры с функциями ведущего DP-устройства (DP master) поддерживают одновременную работу систем Profibus и Profinet IO. С другой стороны существует возможность интеграции ведомых Profibus DP-устройств (Profibus DP slave) как IO-устройств посредством Profinet IO с функциональностью проху. На рис. 4.19 и в таблице 4.17 показаны поддерживаемые конфигурации.



Рис. 4.19 Интеграция Profibus и Profinet IO

Таблица 4.17 Конфигурации с интеграцией Profibus в Profinet IO

| Profinet IO - устройство | Конфигурация   |
|--------------------------|--|
| 1                        | Profinet IO Link Simatic Net IE/PB-Link PN10 в качестве проху для Profibus   |
| 2                        | Simatic S7 CPU 31x-2PN/DP в качестве IO-контроллера с одновременным использованием подсети Profibus.                         |
| 3                        | Simatic S7 CPU 41x с Simatic Net-CP 443-1 Advanced в качестве IO-контроллера с одновременным использованием подсети Profibus |

## 4.2 От этапа планирования до эксплуатации установки

Процесс от планирования до эксплуатации автоматизированного решения на базе Profinet IO с Simatic STEP 7 может быть разбит на следующие шаги:

- Планирование установки.
- Конфигурирование установки с Simatic STEP 7. Сюда относится импорт GSD-файлов, необходимых для описания Profinet IO - устройств, вставка Profinet IO - устройств в проект, задание для них параметров и размещение в сети, программирование пользовательских программ, загрузка конфигурации и данных программы в контроллеры PLC, и, наконец, отладка и тестирование установки.
- Эксплуатация установки.

### 4.2.1 Проектирование Profinet IO в среде Simatic STEP 7

Проектирование систем Profinet IO производится аналогично проектированию систем Profibus DP. Profinet IO - устройства конфигурируются с использованием средств проектирования Simatic STEP 7 (см. табл. 4.18). Profinet IO - устройства выбираются в HW-Config из централизованной системы управления данными (data management) в каталоге модулей (module). Устройства, которых нет в базе, могут быть добавлены путем импорта соответствующих GSD-файлов. Соединения в системе Profinet IO и назначение параметров IP-адресации выполняются с использованием пользовательского графического интерфейса утилит HW-Config или Netpro.

STEP 7 автоматически проверяет все ли условия определены для аппаратной части в проекте; также проверяются консистентность конфигурации и отсутствие ошибок. После загрузки данных конфигурации в контроллеры PLC становится возможным доступ к данным процесса в любое время с помощью таблиц переменных, HMI-приложений, таких как Simatic ProTool/ProRT и Simatic WinCC flexible или других клиентских программ на базе OPC. Во время отладки и эксплуатации возможно выполнение сравнения автономной (offline) и онлайнной (online) конфигураций Profinet IO - устройств, может быть отображено текущее состояние устройств, а также могут сканироваться интерактивные (online) данные для обеспечения тестирования и диагностики. Переключатели Simatic Net интегрированы в концепцию диагностики Profinet IO; они могут быть сконфигурированы и продиагностированы как IO-устройства. На последнем этапе система STEP 7 обеспечивает автоматическое выполнение документирования полностью сконфигурированной установки, включая все ее устройства и соединения.

Таблица 4.18 Сравнение Profibus и Profinet IO в STEP 7

| Характеристика                                   | Profinet IO   | Profibus   |
|--|---|--|
| Имя подсети                                      | Ethernet  | Profibus   |
| Имя подсистемы                                   | Profinet IO system<br>(Система Profinet IO)   | DP master system<br>(Система ведущего DP-устройства)   |
| Каталог оборудования                             | Profinet IO   | Profibus DP  |
| Назначение номера (соответствует номеру станции) | Device number<br>(Номер устройства)   | Profibus address<br>(Profibus-адрес)   |
| Рабочие параметры и диагностический адрес        | Могут быть назначены и считаны с использованием окна свойств объекта (object properties) интерфейса модуля в слоте 0. | Могут быть назначены и считаны с использованием окна свойств объекта (object properties) станции |

## 4.2.2 Планирование установки

Перед началом проектирования разработчик установки должен решить два основных вопроса:

- Какие функции должны выполняться?
- Какие PLC и полевые приборы должны быть использованы? (см. рис. 4.20 и табл. 4.19)

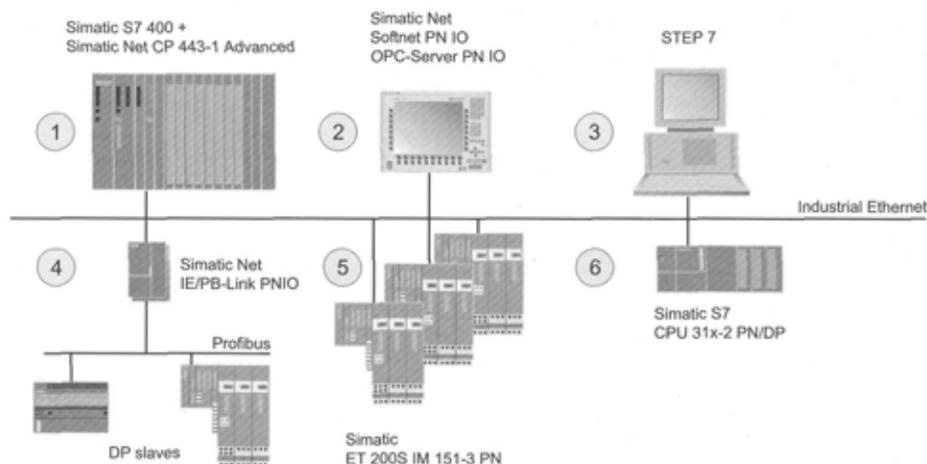


Рис. 4.20 Типичная конфигурация установки с Simatic-устройствами для Profinet IO

Таблица 4.19 Описание устройств

| Компонент Profinet | Тип                           | Конфигурация  |
|--------------------|-------------------------------|---|
| 1                  | IO-Controller (IO-контроллер) | Simatic Net-CP 443-1 Advanced работает как IO-контроллер и имеет коммуникационную связь с различными IO-устройствами.   |
| 2                  | IO-Controller (IO-контроллер) | Simatic Net CP, например, Ethernet CP 1616 для ПК работает как Profinet IO-контроллер и имеет коммуникационную связь с различными IO-устройствами.  |
| 3                  | IO-Supervisor (IO-супервизор) | ПК работает с средствами разработки Simatic STEP 7 как IO-супервизор.   |
| 4                  | IO-Device (IO-устройство)     | Simatic Net IE/PB-Link PN IO работает как прокси для подключенных ведомых Profibus DP-устройств (Profibus DP slaves). С точки зрения IO-контроллера каждое ведомое Profibus-устройство рассматривается как IO-устройство (IO-Device). |
| 5                  | IO-Device (IO-устройство)     | Станции Simatic ET 200S IM 151-3 PN работают как IO-устройства и назначаются (различным) IO-контроллерам.   |
| 6                  | IO-Controller (IO-контроллер) | Simatic S7 31X-2 PN/DP CPU работает как IO-контроллер и имеет коммуникационную связь с различными IO-устройствами.  |

### 4.2.3 Конфигурирование установки с Simatic STEP 7

Задачей разработчика установки является создание полной конфигурации установки в STEP 7. Начинается процедура конфигурирования с создания проекта (project), а заканчивается отладкой установки, последующим документированием и архивацией данных проекта (см. табл. 4.20).

Табл. 4.20 Базовая процедура конфигурирования установки с Simatic STEP 7

| Шаг | Действие   |
|-----|--|
| 1   | Создание нового или открытие существующего проекта (project)                       |
| 2   | Опционально: импортирование новых Profinet IO-устройств с использованием GSD-файла |
| 3   | Конфигурирование IO-контроллера  |

| Шаг | Действие   |
|-----|--|
| 4   | Конфигурирование Profinet IO-системы                             |
| 5   | Вставка и конфигурирование IO-устройств                          |
| 6   | Назначение Profinet IO-устройств (имена/проверка имен устройств) |
| 7   | Создание пользовательской программы                              |
| 8   | Загрузка данных конфигурации и пользовательской программы        |
| 9   | Документирование и архивирование проекта                         |

### Создание нового или открытие существующего проекта

Станция Simatic 300 вставляется в Simatic Manager как новый объект. С другой стороны такая станция может быть расширена Profinet IO-системой (см. рис. 4.21).

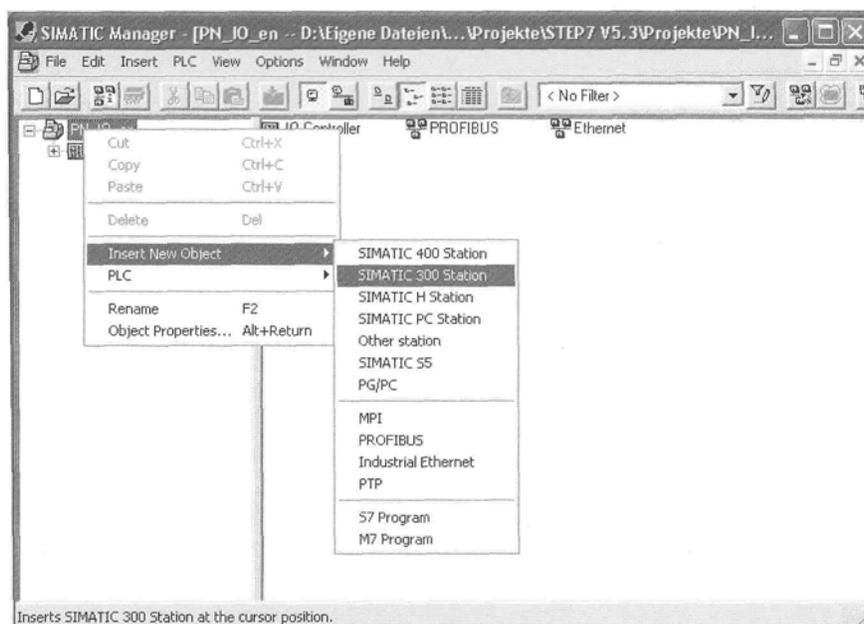


Рис. 4.21 Создание нового проекта

### Импортирование Profinet IO-устройств

Так же как в Profibus в системе Profinet IO-устройства могут импортироваться с использованием файлов описания основных данных устройства (GSD-файлов) в каталог модулей STEP 7 (см. рис. 4.22). Если для Profinet IO-устройства имеется несколько GSD-файлов, то во внимание берется его последняя по времени версия. GSD-файл содержит всю информацию для конфигурирования устройства.

### GSD-файл

Каждый поставщик Profinet IO-устройств должен обеспечить соответствующий данному устройству GSD-файл. Данный файл описывает свойства для системы Profinet IO-устройств так же как для Profibus DP. В отличие от него, тем не менее, такой файл имеет XML-формат вместо формы с ключевыми словами. В связи с этим для Profinet IO используется язык разметки GSDML (Generic Station Description Markup Language).

XML - это метаязык, узаконенный консорциумом W3C (World Wide Web Consortium), и обеспечивающий определение языков разметки. Структура GSD соответствует стандарту ISO 15745 проект "Open Systems Application Integration Framework", и основывается на профилях устройств, здесь определенных.

Структура и правила для GSD-файла для системы Profinet IO описываются GSDML-схемой. Данная схема описывает правила, которые, например, позволяют выполнить проверку синтаксиса GSD-файла. Следовательно, производитель GSD-файла должен обладать информацией о том, какие данные и в каком формате должны в нем содержаться. GSDML-схемы контролируются организацией Profibus International. Проверка может осуществляться с помощью программы синтаксического анализа XML. Файлы с GSDML-схемами должны иметь расширение ".xsd". Спецификации для создания XML-схем можно найти по адресу: "[http:// www.w3 .org/XML/Scheme](http://www.w3.org/XML/Scheme)".

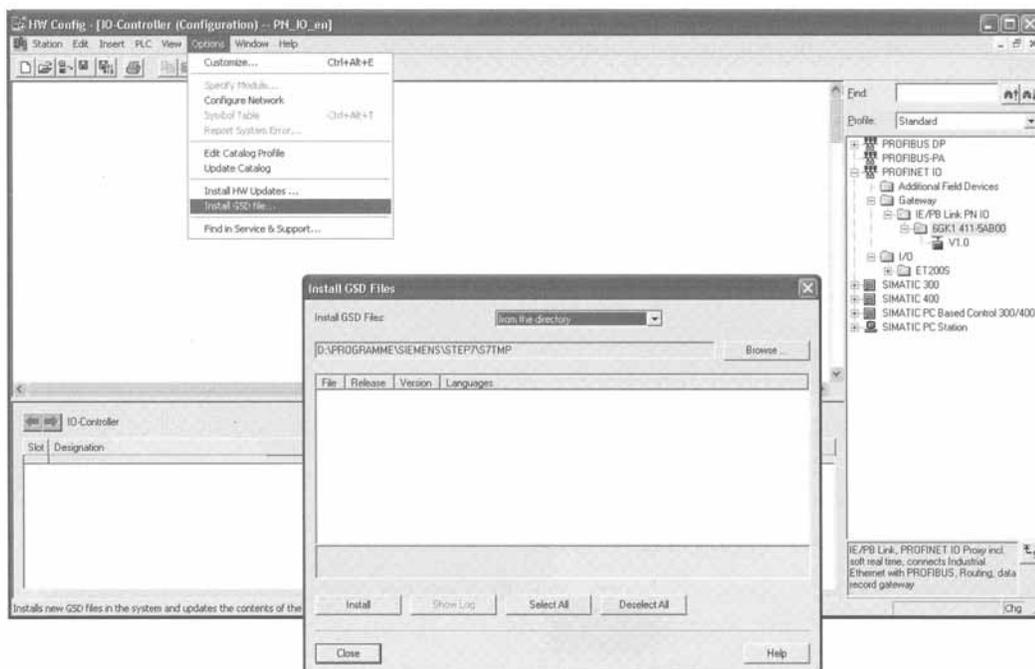


Рис. 4.22 Установка Profinet IO-устройств с помощью GSD-файла

Функциональные изменения в среде Profinet IO всегда влияют на спецификации GSDML и соответствующие схемы, и вызывают необходимость обновления версий описаний и схем (см. рис. 4.23).

Обозначение версии GSD-файла состоит из двух компонентов данных:

- Версия используемой GSDML-схемы: она определяет предметную область языка GSD-файла.
- Дата последней версии: дата обновляется, если, например, была устранена ошибка или расширены функциональные возможности.

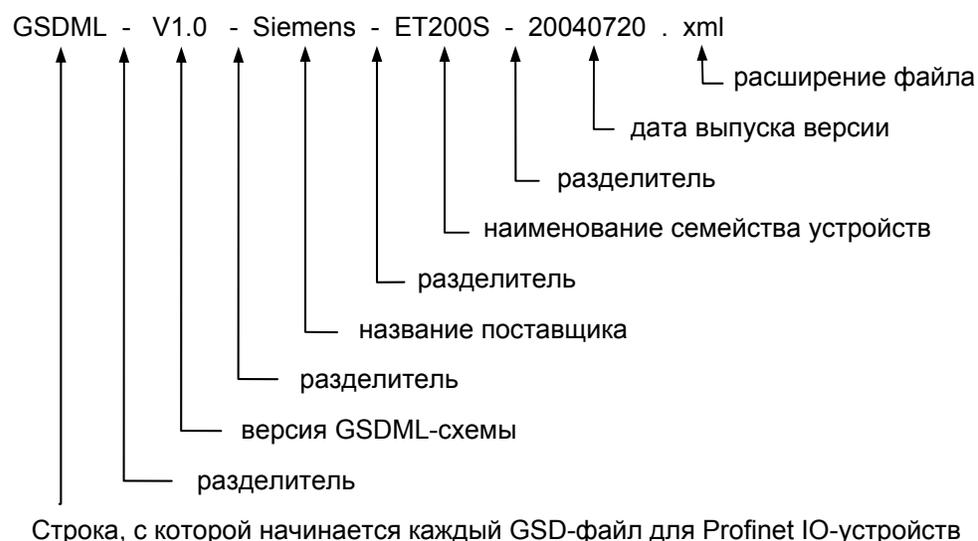


Рис. 4.23 Имя схемы GSD-файла, рассматриваемого в качестве примера: GSDML-V1.0-Siemens-ET200S-20040720.xml

## Конфигурирование IO-контроллера

В качестве IO-контроллера могут использоваться следующие модули:

- Simatic S7 CPU с интегрированным или встроенным интерфейсом Profinet (пример с интегрированным интерфейсом Profinet: CPU 317-2PN/DP),
- Simatic Net CP (CP 443-1 Advanced) совместно с подходящим Simatic S7 CPU,
- PC-станция (например, с CP 1612).

IO-контроллер выбирается из каталога оборудования и устанавливается в подходящий ряд субстойки (subrack) с использованием метода drag&drop.

### Конфигурация PN IO - интерфейса IO-контроллера

Profinet IO-система подключается к PN IO - интерфейсу IO-контроллера аналогично конфигурации Profibus. Конфигурирование PN IO-интерфейса выполняется в первую очередь (см. рис. 4.24 - 4.27 и табл. 4.21 - 4.23).

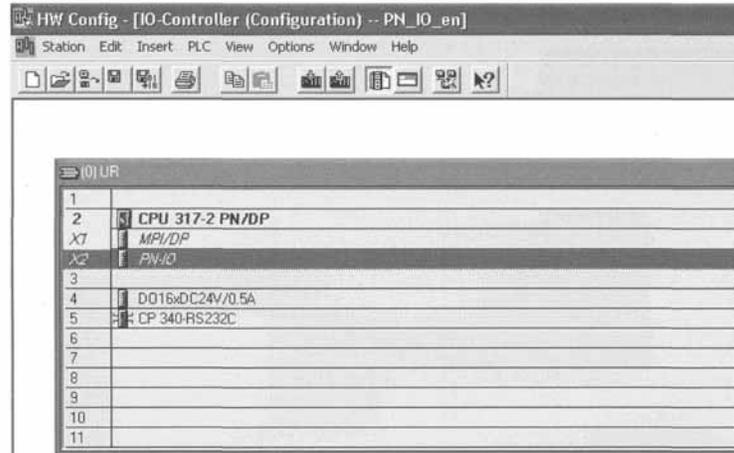


Рис. 4.24 PN IO - интерфейс с Simatic S7 317-2PN/DP

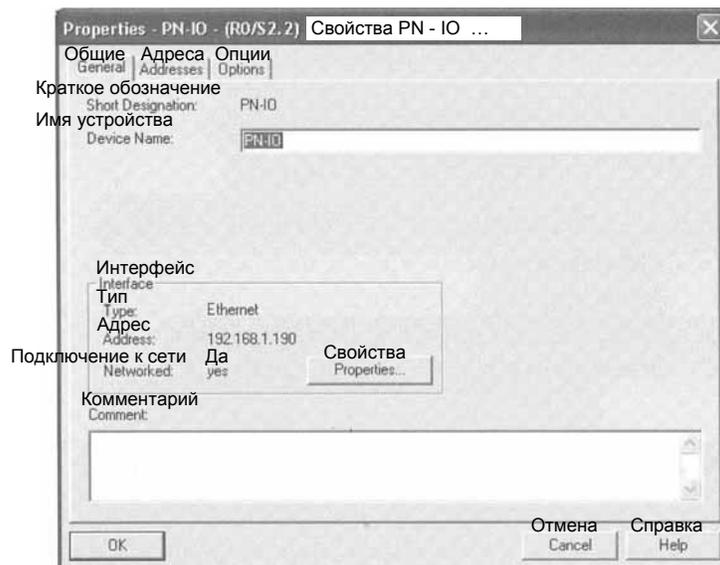


Рис. 4.25 Основные настройки PN IO - интерфейса (вкладка "General")

Таблица 4.21 Параметры на вкладке "General" ("Общие")

| Параметр                                   | Значение  |
|--|---|
| Short Designation<br>(Краткое обозначение) | Обозначение IO-контроллера. В случае интегрированного Profinet-интерфейса всегда используется аббревиатура "PN-IO".   |
| Device Name<br>(Имя устройства)            | Однозначное имя устройства в подсети Ethernet, удовлетворяющее соглашениям по DNS.<br>В случае встроенного Profinet-интерфейса в имени устройства учитывается аббревиатура.   |
| Interface<br>(Интерфейс)                   | В поле "Interface" ("Интерфейс") содержатся данные по типу (type) и адресу (address) интерфейса в данной подсети.<br>В подсети Ethernet - это IP-адрес.<br>Пункт "Networked" ("Подключение к сети") показывает, был ли модуль подключен к сконфигурированной подсети (варианты: yes [да] / no [нет]).<br>Кнопка "Properties" ("Свойства") может быть использована для изменения свойств подсети, для создания новой подсети или для выбора различных подсистем. |
| Comment<br>(Комментарий)                   | Комментарий для интерфейса Profinet IO  |

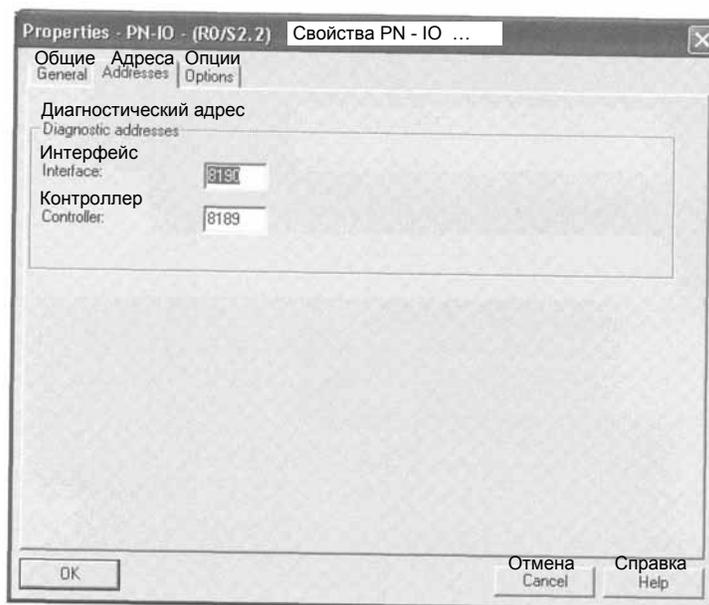


Рис. 4.26 Задание адресов для PN IO - интерфейса

Таблица 4.22 Параметры на вкладке "Addresses" ("Адреса")

| Параметр   | Значение   |
|--|--|
| Diagnostic addresses<br>(Диагностические адреса) | <p>"Interface" ("Интерфейс"):<br/>С помощью диагностического адреса, заданного в окне "Interface" ("Интерфейс"), операционная система сигнализирует CPU о событиях, связанных с данным интерфейсом, например, об отказе. В то же время данный адрес может использоваться для считывания информации о состоянии (status) из списка системных состояний (SSL - system status list). Необходимым для этого условием является, чтобы интерфейс был сконфигурирован независимо от возможного приложения.</p> <p>"Controller" ("Контроллер"):<br/>С помощью диагностического адреса, заданного в окне "Controller" ("Контроллер") операционная система сигнализирует CPU о событиях, связанных с функционированием IO-контроллера.</p> |

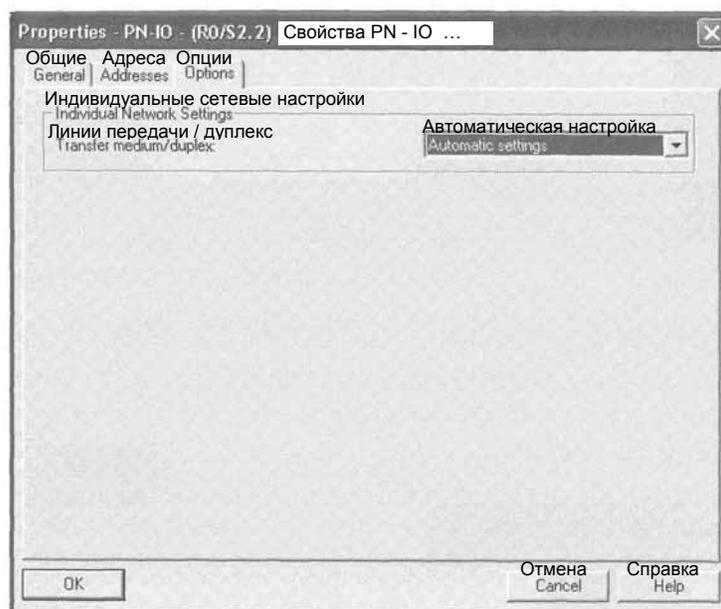


Рис. 4.27 Задание опций для PN IO - интерфейса на вкладке "Options" ("Опции")

Таблица 4.23 Параметры на вкладке "Options" ("Опции")

| Параметр  | Значение  |
|---|---|
| Individual network settings<br>(Индивидуальные сетевые настройки) | <p>Transfer medium/duplex (Линии передачи / дуплекс):<br/>(TP = кабели типа "витая пара", ITP = предварительно подготовленные кабели типа "промышленная витая пара")</p> <p>Если это необходимо, то могут быть выполнены фиксированные сетевые настройки. По умолчанию установлено: "Automatic settings" ("Автоматическая настройка"), при этом гарантируется бесперебойное поддержание коммуникаций в стандартных конфигурациях.</p> <p>Если возникают проблемы в коммуникациях (не устанавливаются соединения, часто происходят сетевые ошибки), то это может быть вызвано неправильным выбором сетевых настроек.</p> |

### Конфигурирование Profinet IO-системы

Обозначение Profinet IO-систем имеет похожую структуру, аналогичную обозначению систем ведущих (master) DP-устройств. Первая часть имени идентифицирует подсеть Ethernet и заканчивается двоеточием. Вторая часть имени содержит обозначение "IO-System", за которой в скобках следует номер IO-системы. Тогда как номера систем ведущих (master) DP-устройств начинаются с "1", STEP 7 для Profinet IO-систем назначает номера, начинающиеся с "100" (см. рис. 4.28...4.30 и табл. 4.24, 4.25).

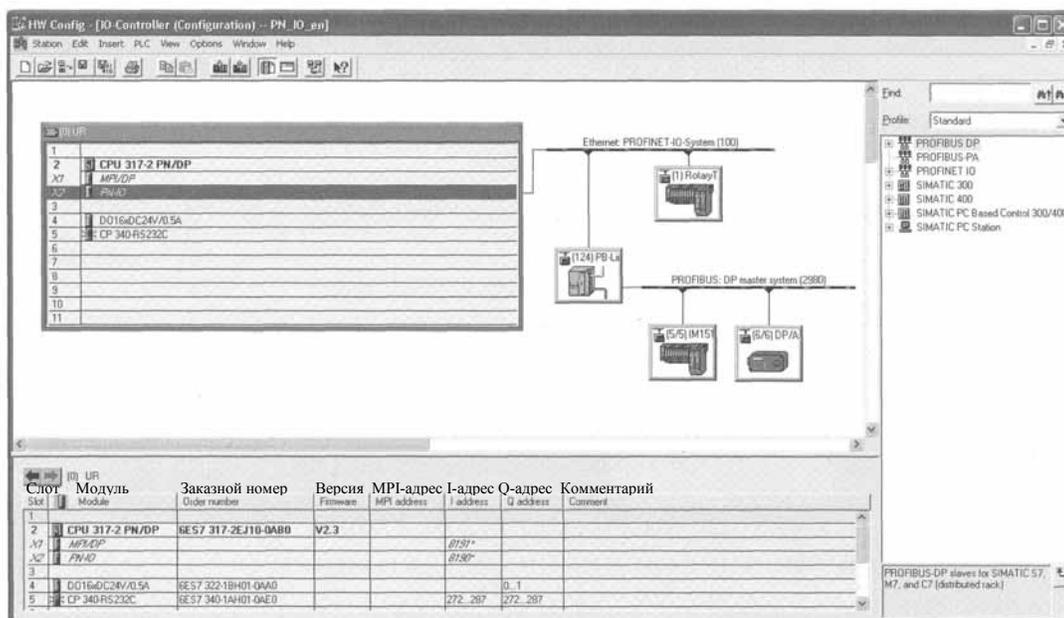


Рис. 4.28 PROFINET IO-система в окне утилиты HW Config

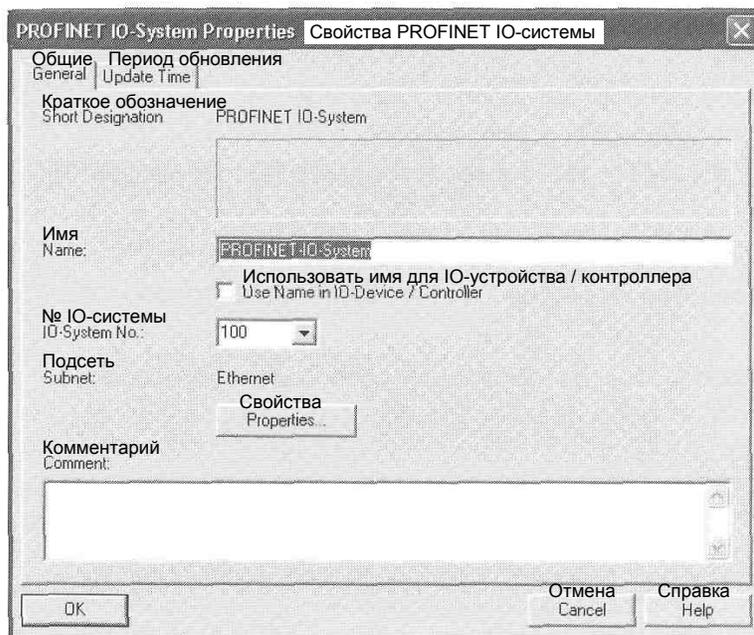


Рис. 4.29 Основные настройки PROFINET IO-системы (вкладка "General" ("Общие"))

Таблица 4.24 Параметры на вкладке "General" ("Общие")

| Параметр   | Значение   |
|--|--|
| Short Designation<br>(Краткое обозначение)   | Заданное краткое обозначение PROFINET IO-системы.  |
| Name<br>(Имя)  | Конфигурируемое имя PROFINET IO-системы.   |
| Use Name in IO Device / Controller<br>(Использовать имя для IO-устройства / контроллера) | При использовании систем разработки автоматизированных систем обеспечивается возможность задания имени PROFINET IO системы как компонента имени устройства. Имя для IO-контроллера как устройства, например, может иметь следующий формат:<br>[краткое обозначение].[Имя IO-системы] |
| IO-System No.<br>(№ IO-системы)  | Номер Profinet IO-системы.<br>Допустимые номера начинаются с 100, так как более мелкие номера используются для идентификации диапазона, например для SFC 71 "LOG_GEO"  |

| Параметр                 | Значение   |
|--------------------------|--|
| Subnet<br>(Подсеть)      | Имя подсети, к которой относится Profinet IO-система.<br>Кнопка "Properties" ("Свойства") может быть использована для изменения свойств подсети, для создания новой подсети или для выбора другой подсети. |
| Comment<br>(Комментарий) | Комментарий для PROFINET IO-системы  |

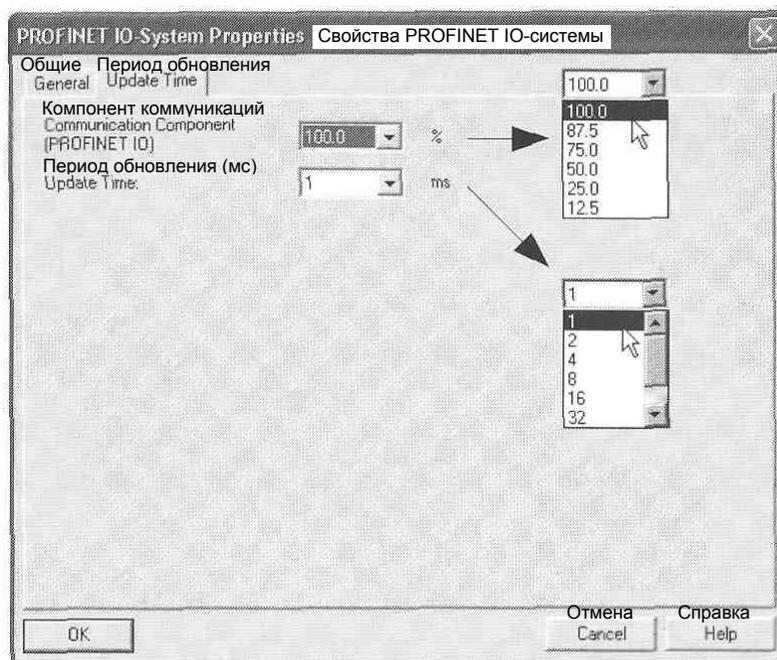


Рис. 4.30 Настройка периода обновления для PROFINET IO-системы на вкладке "Update Time" ("Период обновления ")

Таблица 4.25 Параметры на вкладке "Update Time" ("Период обновления ")

| Параметр   | Значение   |
|--|--|
| Communication Component (Profinet IO)<br>(Использование подсети системой Profinet IO в общей коммуникационной системе) | <p>В случае обмена циклическими данными посредством Profinet IO и Profinet CBA в одной и той же подсети Ethernet должен быть определен процент использования подсети системой Profinet IO в общей коммуникационной системе (Profinet IO + Profinet CBA).</p> <p>Параметр "Communication Component (Profinet IO)" относится только к обмену циклическими данными. Изменение этого параметра может сказаться на значении периода обновления.</p> <p>При задании для данного параметра значения 100% вся пропускная способность канала связи отдается системе обмена данными Profinet IO.</p> <p>Компонент коммуникаций для обмена ациклическими данными (например, операции доступа с использованием программатора PG) здесь не рассматривается, так как для него в системе зарезервировано достаточное количество ресурсов.</p>   |
| Update time<br>(Период обновления)   | <p>Система STEP 7 автоматически рассчитывает значение для периода обновления (update time) с учетом существующей конфигурации аппаратной части и фактического периода генерации циклических данных, с учетом свойств модулей и выделенного ресурса канала связи для Profinet IO.</p> <p>Данное рассчитанное значение для периода обновления может быть увеличено вручную, но не может быть уменьшено.</p> <p>Все IO-устройства в Profinet IO-системе должны снабжаться IO-контроллером новыми данными (выходными) в течение заданного периода обновления, а также все IO-устройства должны передавать свои последние сигналы (входные) в IO-контроллер. Последовательность операций при обмене циклическими данными (момент времени передачи данных, распределение данных, и т.д.) автоматически определяется системой STEP 7 и загружается в IO-контроллер вместе с другими данными конфигурации.</p> <p>Значения для периода обновления (Update time) могут быть заданы только с определенным шагом по времени, и обязательны для всех устройств Profinet IO-системы. Эти возможные значения определяются системой STEP 7 с учетом свойств (записанных в GSD-файлах) используемых Profinet IO-устройств.</p> |

## Вставка IO-устройств

Выбор и встраивание в систему IO-устройств с использованием утилиты HW-Config выполняется так же как в системе Profibus DP. Перед вставкой Profinet IO-система должна существовать и быть открытой в окне станции.

IO-устройства представлены в разделе "Profinet IO" в каталоге оборудования (hardware catalog) (см. рис. 4.31). Они связываются с IO-системой с использованием метода drag&drop или двойным щелчком левой кнопки манипулятора "мышь". Если подключается модульное IO-устройство, то необходимые модули должны быть последовательно сконфигурированы в IO-устройстве.

Символьное представление IO-устройств в окне станции аналогично представлению ведомых DP-устройств (DP slaves) в системе Profibus. При этом отображаются номера и имена устройств (возможно, в сокращенном виде).

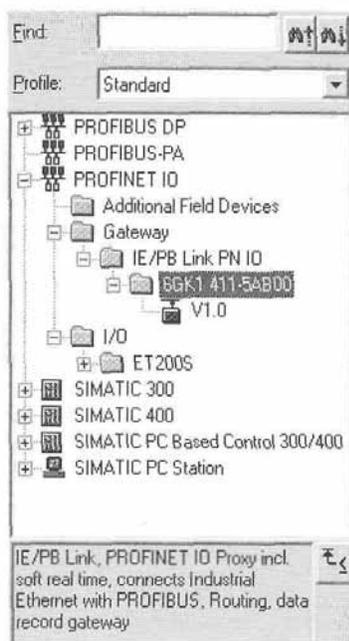


Рис. 4.31 PROFINET IO-устройства в каталоге оборудования

## Конфигурирование IO-устройств

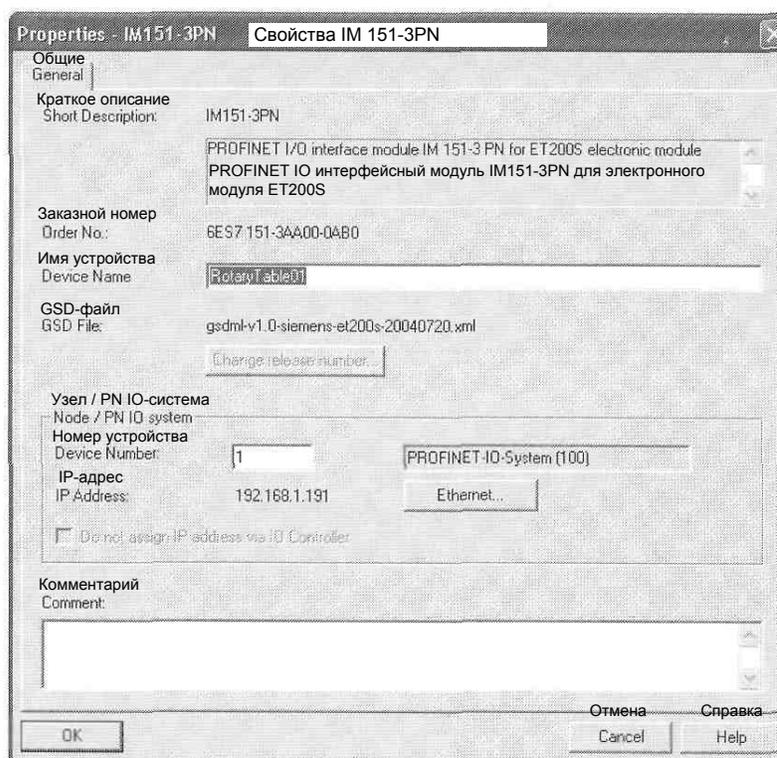


Рис. 4.32 Основные настройки IO-устройства (вкладка "General" ("Общие"))

Таблица 4.26 Параметры на вкладке "General" ("Общие")

| Параметр                                | Значение   |
|---|--|
| Short Description<br>(Краткое описание) | DNS-совместимое наименование PROFINET IO-устройства из GSD-файла.<br>Если оно сохранено в GSD-файле, то краткое описание доступно для прочтения под кратким наименованием (см. рис. 4.32).   |
| Order No.<br>(Заказной номер)           | Заказной номер устройства.   |
| Device Name<br>(Имя устройства)         | Однозначно определенное имя устройства в Ethernet-сети совместимое с соглашениями по DNS.<br>Имена назначаются Profinet IO-устройствам на этапе отладки.<br>По умолчанию назначаются имена из GSD-файла (см. параметр "Short designation" ("Краткое обозначение")).<br>Для интегрированных Profinet-интерфейсов имена назначаются с учетом краткого обозначения. |

| Параметр   | Значение   |
|--|--|
|  | <p>Если несколько устройств встраиваются в одну и ту же Profinet IO-систему, то система STEP 7 автоматически назначает для них имена из GSD-файла с последовательно нарастающим номером. Второе устройство получает дополнительный номер "-1", третье устройство получает дополнительный номер "-2" и т.д.</p> <p>Если имя устройства было назначено произвольно, то оно должно учитывать расположение Profinet IO-устройства, например, "RotaryTableOI".</p>  |
| GSD File (GSD-файл)                                    | <p>Имя GSD-файла используется STEP 7 для представления IO-устройства и его свойств.</p> <p>Если несколько GSD-файлов для различных версий и релизов присутствуют в системе управления данными STEP 7, то в каталог оборудования всегда встраивается устройство со GSDML-схемой последней версии или последнего выпуска. Используя кнопку "Change release number" ("Изменение номера выпуска") возможно получить доступ к другим версиям или выпускам GSD-файлов, что обеспечивает возможность конфигурирования устройств более ранних выпусков.</p>  |
| Node / Profinet IO system (Узел / Profinet IO-система) | <p>"Device Number" ("Номер устройства"):<br/>         Однозначно определенный номер Profinet IO-устройства, который в отличие от имени устройства, отображается в пользовательской программе. Он может использоваться в программе пользователя (например, для SFC 71 "LOG_GEO") для идентификации прибора. Кроме номера устройства отображается соответствующая IO-система. Имя и номер Profinet IO-системы могут быть изменены с использованием диалогового окна свойств Profinet IO-системы.</p> <p>"IP-адрес" ("IP address"):<br/>         IP-адрес для IO-устройств обычно автоматически назначается системой STEP 7 с учетом IP-адреса IO-контроллера. Этот четко определенный IP-адрес загружается в IO-контроллер вместе с конфигурацией оборудования. IO-контроллер назначает данный IP-адрес IO-устройству при запуске.</p> <p>"Do not assign IP-address via IO-Controller" ("Не назначать IP-адрес с использованием контроллера"):<br/>         Если элемент "чекбокс" активирован, то IO-устройство должно получать IP-адрес от другого устройства (не от IO-контроллера), а например, от DHCP-сервера. При этом IO-контроллер и IO-устройство должны поддерживать такой механизм.</p> <p>Если элемент "чекбокс" не активирован, то IO-устройство должно получать IP-адрес от IO-контроллера при запуске.</p> |
| Comment (Комментарий)                                  | Комментарий для PROFINET IO-устройства   |

## Конфигурирование шлюза Simatic Net IE/PB-Link PN IO

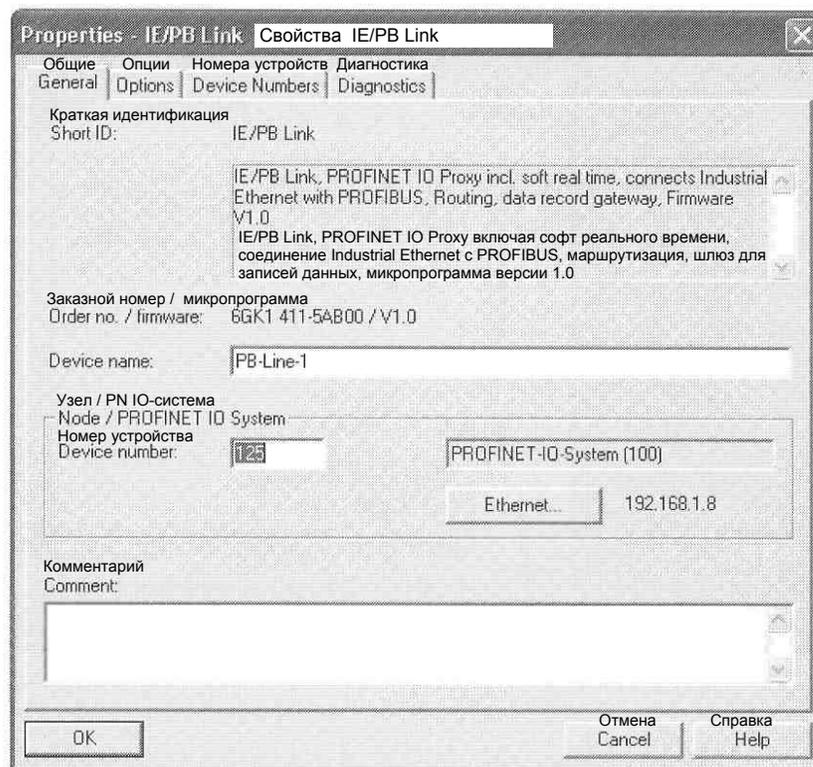


Рис. 4.33 Основные настройки для шлюза Simatic Net IE/PB-Link PN IO (вкладка "General" ("Общие"))

Таблица 4.27 Параметры шлюза Simatic Net IE/PB-Link PN IO на вкладке "General" ("Общие")

| Параметр  | Значение   |
|---|--|
| Short Description<br>(Краткое описание)                         | В соответствии с конфигурацией для IO-устройств.       |
| Order No. /<br>Firmware<br>(Заказной номер /<br>Микропрограмма) | Заказной номер и версия микропрограммы для устройства. |
| Device Name<br>(Имя устройства)                                 | В соответствии с конфигурацией для IO-устройств.       |

| Параметр  | Значение  |
|---|---|
| GSD File<br>(GSD-файл)                                    | В соответствии с конфигурацией для IO-устройств.  |
| Node / Profinet IO system<br>(Узел / Profinet IO-система) | В соответствии с конфигурацией для IO-устройств.<br>Номера для ведомых (slave) DP-устройств, подключенных к системе ведущего (master) DP-устройства, должны быть уникальными во всей Profinet IO-системе. |
| Comment<br>(Комментарий)                                  | В соответствии с конфигурацией для IO-устройств.  |

Ведомые (slaves) DP-устройства адресуются IO-контроллером как IO-устройства с использованием номера Profinet IO-устройства. Номера устройств, первоначально назначаемые автоматически, могут быть изменены на вкладке "Device Numbers" ("Номера устройств").

При размещении ведомых DP-устройств (DP slaves) в системе ведущего DP-устройства (DP master system) STEP 7 пытается назначать одинаковые численные значения номерам устройств и Profibus-адресам. Если аналогичное назначение номера невозможно, то в качестве номера устройства берется вакантное значение. Такая ситуация может быть в случае, если номера устройств были заняты другими IO-устройствами, подключенными к PN IO-системе.

Все назначенные номера устройств должны быть уникальными во всей Profinet IO-системе. Повторно используемые номера устройств могут возникнуть в случае, когда, например, производится переназначение Profibus-адреса и при этом активируется автоматическое распределение номеров устройств. Однозначное назначение номеров может быть обеспечено при проверке консистентности с помощью утилиты HW-Config.

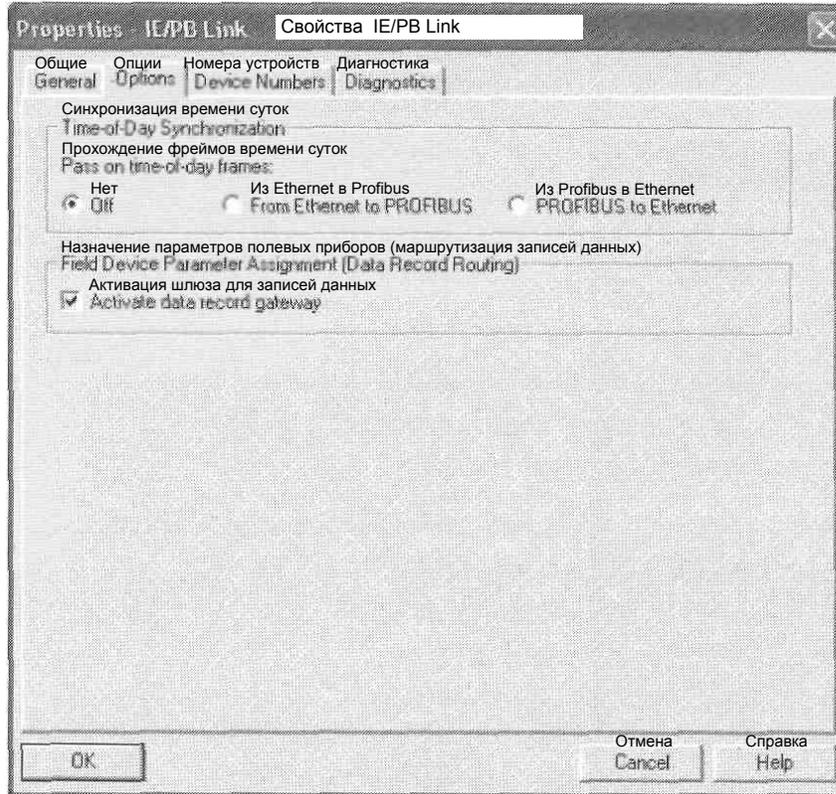


Рис. 4.34 Настройка опций для шлюза Simatic Net IE/PB-Link PN IO (вкладка "Options" ("Опции"))

Таблица 4.28 Параметры на вкладке "Options" ("Опции")

| Параметр  | Значение   |
|---|--|
| Time-of-Day Synchronization (Синхронизация времени суток)   | <p>Возможность установки: будет ли шлюз IE/PB-Link пропускать фреймы синхронизации времени суток (time-of-day frames) от устройства, передающего точное время, или нет.</p> <p>Возможные направления:</p> <p>"Off" ("Выключено"): фреймы синхронизации времени суток не пропускаются</p> <p>"From Ethernet to Profibus" ("из Ethernet в Profibus"): пропуск фреймов синхронизации времени суток из сети Ethernet в сеть Profibus.</p> <p>"Profibus to Ethernet" ("из Profibus в Ethernet"): пропуск фреймов синхронизации времени суток из сети Profibus в Ethernet.</p> <p>Если эта опция включена, то IE/PB-Link также принимает данные от устройства, передающего точное время, для отметок времени записей в диагностический буфер. В другом случае используются показания внутренних системных часов.</p> |
| Field Device Parameter Assignment (Data Record Routing)<br>Назначение параметров полевых устройств (Маршрутизация записей данных) | <p>Шлюз IE/PB-Link может использоваться как маршрутизатор для записей, направляемых приборам полевого уровня. Это означает, что инструментальные средства или устройства, которые напрямую не подключены к Profibus, могут, тем не менее, передавать данные полевым приборам Profibus. Simatic PDM (Process Device Manager - менеджер приборов процесса) - это пример инструментария, который генерирует подобные записи для параметризации полевых приборов.</p> <p>По умолчанию данная функция активирована, но при этом требуются дополнительные ресурсы памяти. Функция может быть отключена, если ресурсы шлюза IE/PB-Link уже перегружены в соответствии с текущей конфигурацией (подключения и т.д.) или если маршрутизация записей данных не требуется.</p>  |

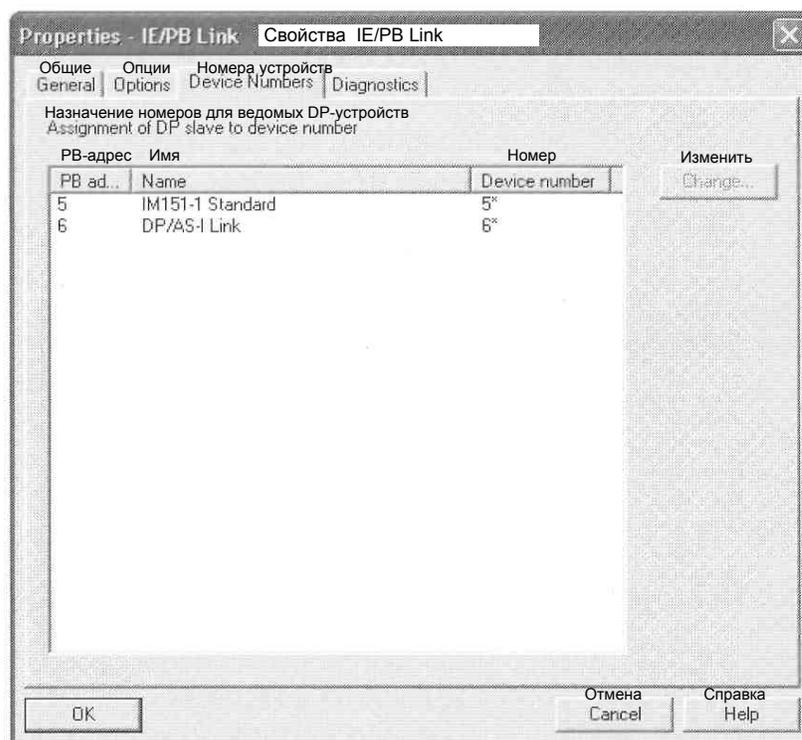


Рис. 4.35 Задание номера устройства для шлюза Simatic Net IE/PB-Link PN IO

Таблица 4.29 Параметры на вкладке "Device Numbers" ("Номера устройств")

| Параметр   | Значение  |
|--|---|
| Assignment of DP slave to device number<br>(Назначение номеров для ведомых DP-устройств) | <p>"PBadr.":<br/>Profibus-адрес, который был определен в диалоговом окне свойств (properties) для ведомого DP-устройства (DP slave).</p> <p>"Name" ("Имя"):<br/>Имя устройства, которое было задано в диалоговом окне свойств (properties) для ведомого DP-устройства (DP slave). Имена для ведомых DP-устройств не имеет иного значения, кроме идентификации их как Profinet IO-устройств. Решающее значение имеет номер устройства.</p> <p>"Device number" ("Номер устройства"):<br/>Номер устройства для Profinet IO-устройств - в данном случае для ведомого DP-устройства (DP slave) как Profinet IO-устройства. Значок "*" означает, что для соответствующего ведомого DP-устройства задание номера устройства должно производиться, исходя из его Profibus-адреса. Изменение Profibus-адреса ведомого DP-устройства при автоматическом распределении номеров устройств приведет к изменению номера устройства в соответствии с новым Profibus-адресом.</p> |

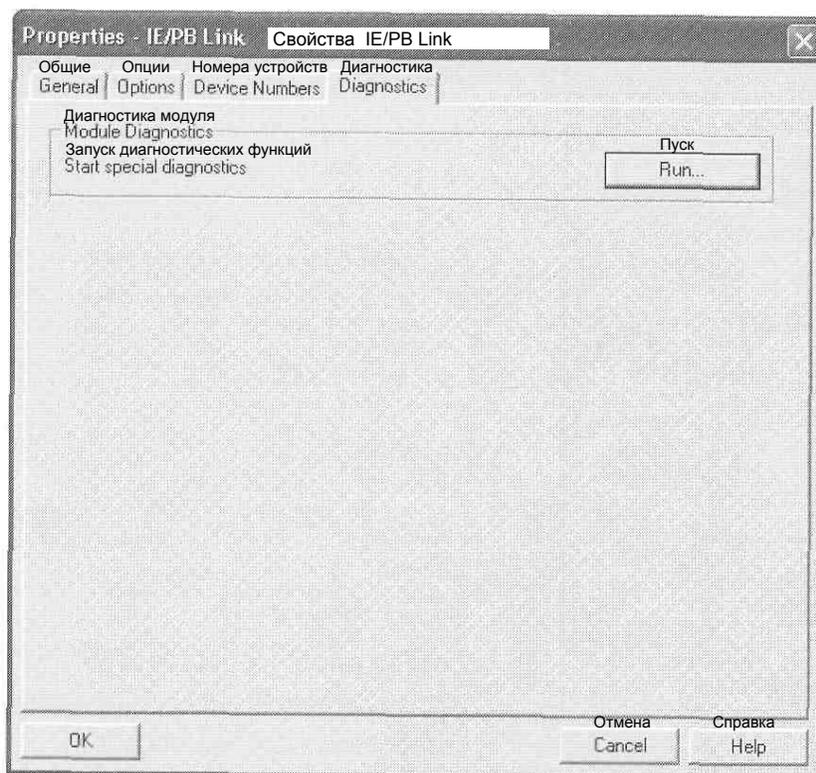


Рис. 4.36 Настройка специальных диагностических функций для шлюза Simatic Net IE/PB-Link PN IO

Таблица 4.30 Параметры на вкладке "Diagnostics" ("Диагностика")

| Параметр                                   | Значение   |
|--|--|
| Module Diagnostics<br>(Диагностика модуля) | "Starting of diagnostics" (Запуск диагностических функций):<br>Диагностические функции NCM-S7 для шлюза Simatic Net IE/PB-Link вызывается щелчком на кнопке "Run" ("Пуск").<br>Диагностические функции NCM S7 обеспечивает динамическую информацию о состоянии коммуникационных функций модулей, подключенных в режиме онлайн (online).<br>Чтобы осуществлять диагностику, необходимо, чтобы шлюз Simatic Net IE/PB-Link PN IO был доступен для ПК станции проектирования/техобслуживания по сети. |

## Назначение IP-адреса для IO-контроллера

Перед первой загрузкой в общем случае IO-контроллер не имеет IP-адреса. Прежде всего, для обеспечения доступа к нему по сети для него необходимо задать уникальный IP-адрес и другие IP-параметры (рис. 4.37).

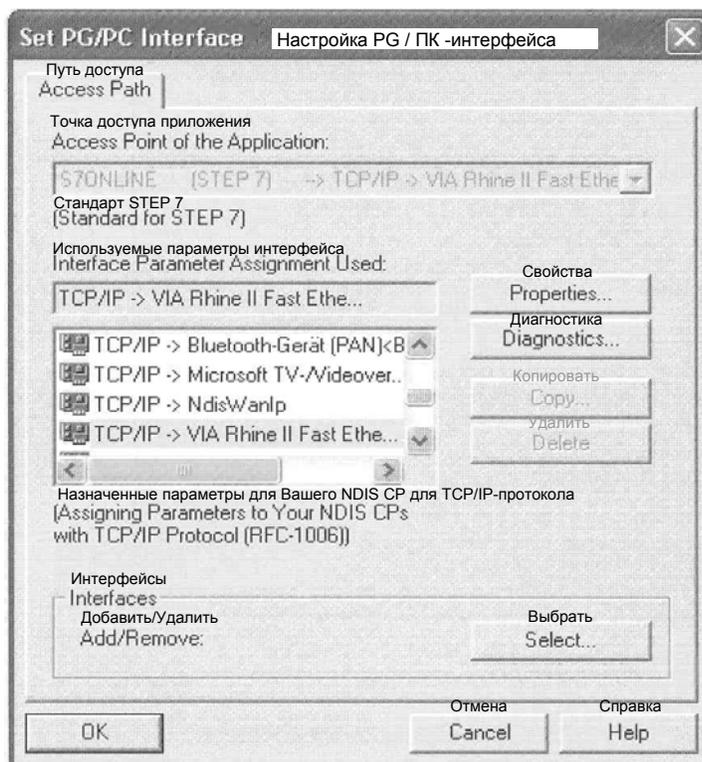


Рис. 4.37 Назначение параметров для интерфейса ПК/PG

Для назначения параметров IO-контроллер должен быть доступен в интерактивном режиме, то есть:

- Ethernet-интерфейс компьютера станции проектирования/техобслуживания STEP 7 должен быть доступен для STEP 7 / NCM PC. Для этого точка доступа для IE-модуля должна быть установлена в S7ONLINE в окне "Assign PG/PC interface" ("Назначение параметров для интерфейса ПК/PG").
- И IO-контроллер, и компьютер станции проектирования/техобслуживания STEP 7 должны быть подключены к Ethernet.
- И IO-контроллер, и компьютер станции проектирования/техобслуживания STEP 7 должны быть подключены к одной Ethernet-подсети.

Назначение IP-адреса может быть выполнено с использованием HW-Config с помощью команды "Assign Ethernet address" ("Назначить Ethernet-адрес").

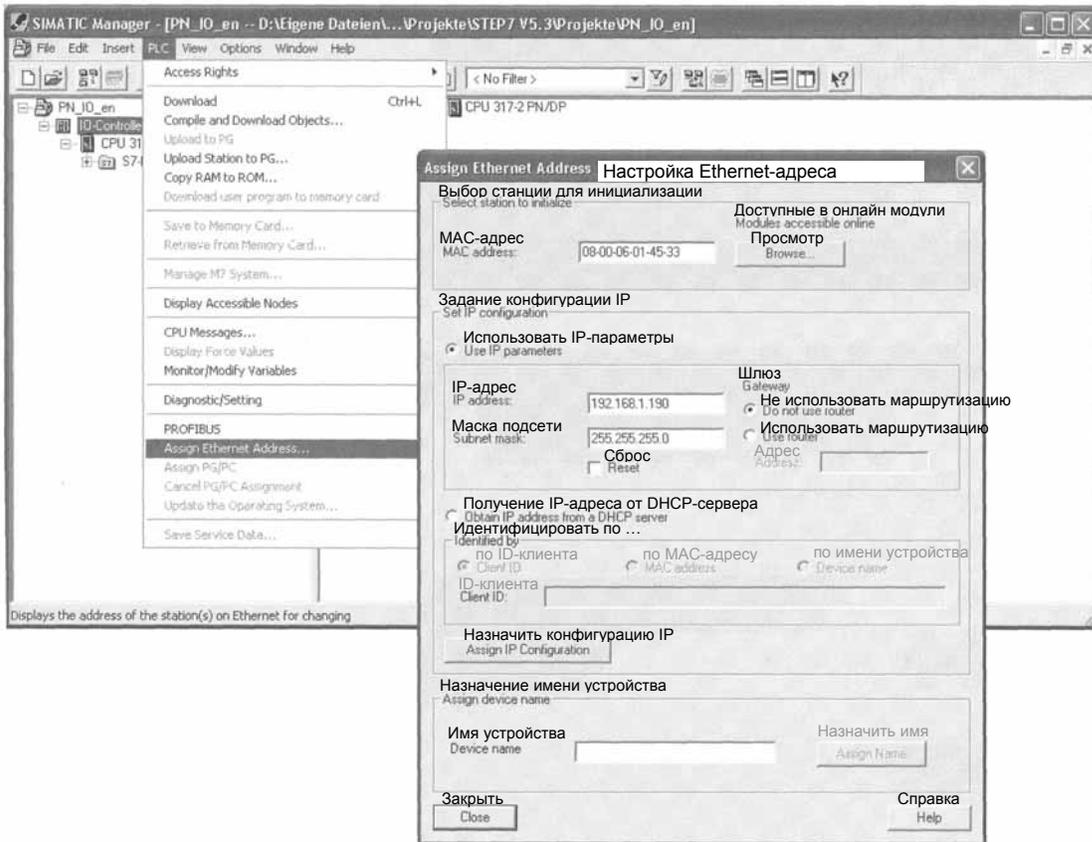


Рис. 4.38 Назначение Ethernet-адреса в Simatic Manager

Таблица 4.31 Параметры в диалоговом окне "Assign Ethernet address" ("Назначение Ethernet-адреса")

| Параметр  | Значение   |
|---|--|
| Select station to initialize<br>(Выбор станции для инициализации) | "MAC address:" ("MAC-адрес"):<br>Ethernet-адрес устройства должен быть введен в формате: aa-bb-cc-dd-ee-ff.<br>"Modules accessible online" ("Доступные в онлайн модули"):<br>Если Ethernet-адрес неизвестен, то станции, к которым необходим доступ в подсети Ethernet, к которой подключен компьютер с системой проектирования/техподдержки, могут быть выбраны с помощью щелчка на кнопке "Browse" ("Просмотр"). |

| Параметр  | Значение  |
|---|---|
| Set IP configuration<br>(Задание IP-конфигурации)   | <p>"Use IP parameters" ("Использовать IP-параметры"):</p> <p>Если для выбранного модуля было выбран данный контекстный диалог, то ранее назначенный IP-адрес может быть активирован. Кроме того, IP-адрес и маска подсети могут быть заданы в окнах данного поля.</p> <p>Группа "Gateway" ("Шлюз"):</p> <p>Опция "Do not use router" ("Не использовать маршрутизацию"): выбирайте данную настройку, если устройство должно поддерживать коммуникации только в собственной IP-подсети.</p> <p>Опция "Use router" ("Использовать маршрутизацию"): выбирайте данную настройку, если устройство должно поддерживать коммуникации с устройствами (в том числе с ES-станциями) не только в собственной IP-подсети, но и в других подсетях.</p> <p>В поле "Address" ("Адрес") в данном случае вводится IP-адрес сетевой карты маршрутизатора, находящегося в той же IP-подсети что и данное устройство.</p> <p>"Reset" ("Сброс"):</p> <p>При выборе данной опции параметры устройства сбрасываются в стандартные значения (принятые по умолчанию). При этом IP-адрес и данные конфигурации стираются. Дополнительная информация по выполнению сброса настроек может быть найдена в руководстве для устройства.</p> <p>"Obtain IP-адрес from a DHCP server" ("Получить IP-адрес от DHCP-сервера"):</p> <p>При выборе данной опции IP-адрес устройства получается от DHCP-сервера. В зависимости от выбранного варианта в данной группе управления DHCP-сервер получает или MAC-адрес ("MAC address") устройства CP, или имя устройства ("device name"), или клиентский идентификатор ("client ID"). Клиентский идентификатор (client ID) представляет собой строку символов с максимальной длиной в 63 символов.</p> <p>Если IP-адрес должен назначаться DHCP-сервером с использованием имени устройства ("device name"), то это имя должно быть предварительно и соответствующим образом задано.</p> |
| Assign device name<br>(Назначение имени устройства) | Касается только IO-устройств.   |



Рис. 4.39 Назначение Ethernet-адреса с помощью утилиты HW-Config

### Назначение имен для Profinet IO - устройств

Для того чтобы IO-контроллер мог назначать параметры для IO-устройств во время запуска системы, эти устройства должны иметь уникальные имена. Такие имена назначаются при конфигурировании IO-устройств с использованием утилиты HW-Config и затем передаются в IO-устройства. На рис. 4.40 и в табл. 4.32 разъясняется последовательность действий при назначении имен устройствам.

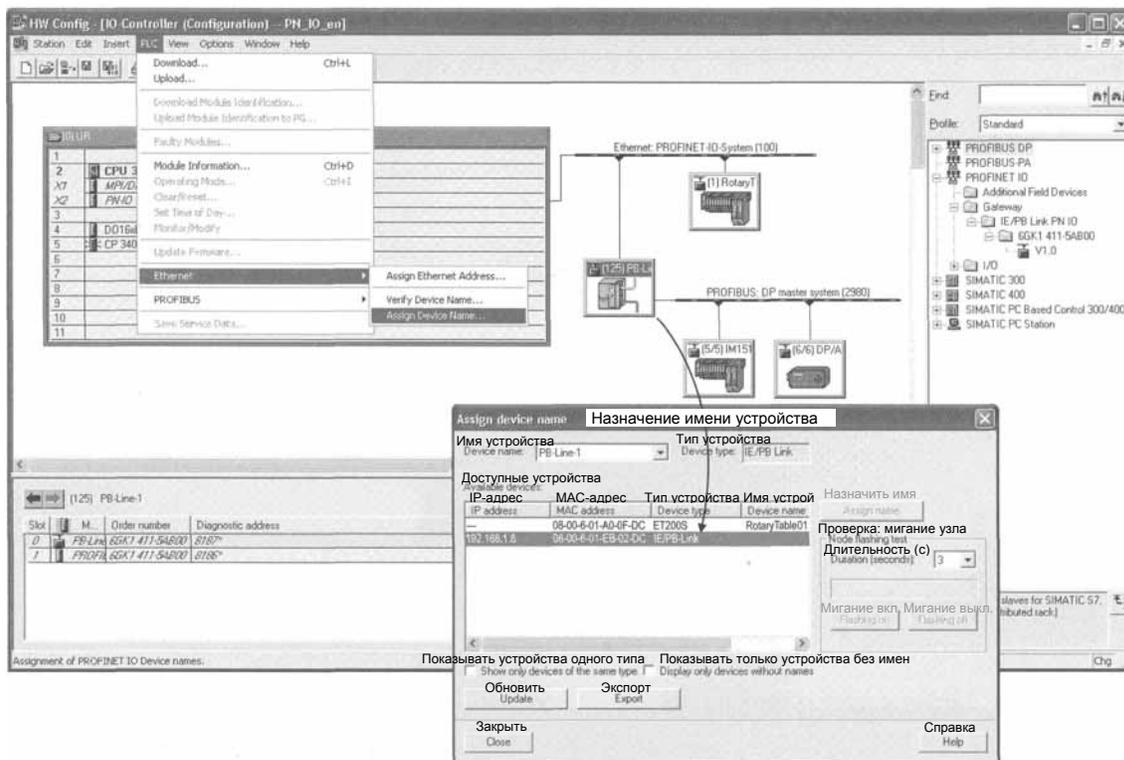


Рис. 4.40 Назначение имени устройства с использованием утилиты HW-Config

Таблица 4.32 Параметры в диалоговом окне "Assign Device Name" ("Назначение имени устройства")

| Параметр  | Значение   |
|---|--|
| Device name<br>(Имя устройства)   | Имя, которое должно быть назначено для выделенного устройства.   |
| Device type<br>(Тип устройства)   | Тип IO-устройства  |
| Available devices<br>(Доступные устройства)   | "IP address" ("IP-адрес"):<br>IP-адрес устройства (если уже назначен).<br>"MAC address" ("MAC-адрес"):<br>MAC-адрес устройства. Он обычно назначается производителем.<br>"Device type" ("Тип устройства"):<br>Тип устройства, например, IE/PB-Link.<br>"Device name" ("Имя устройства"):<br>Имя устройства (если уже назначено).   |
| Display only devices of the same type<br>(Отображать только устройства одного типа) | Фильтр для подавления отображения устройств других типов.  |
| Display only devices without names<br>(Отображать только устройства без имени)      | Фильтр для подавления отображения устройств, уже имеющих имена.  |
| Node flashing test<br>(Проверка: мигание индикаторов узла)                          | Проверка с использованием мигания узла позволяет идентифицировать доступное устройство, если устройство поддерживает данную функцию. Соответствующее устройство может быть распознано с помощью мигания индикаторов (светодиодов).<br>"Duration (seconds)" (Длительность в секундах):<br>длительность (от 3 до 60 секунд с шагом через 3 с).<br>"Flashing on" ("Мигание вкл") / "Flashing off" ("Мигание выкл"):<br>Функция активируется с помощью кнопки "Flashing on" ("Мигание вкл"). После этого индикатор узла начинает мигать. Выключить индикатор можно с помощью кнопки "Flashing off" ("Мигание выкл"). |
| Assign name<br>(Назначить имя)  | При щелчке на кнопке "Assign name" ("Назначить имя") имя для выбранного устройства пересылается в IO-устройство.   |
| Update<br>(Обновить)  | При щелчке на кнопке "Update" ("Обновить") в подсети Ethernet вновь идет поиск, обновляется список доступных устройств.  |
| Export<br>(Экспорт)   | Сохранение списка доступных устройств в виде CSV-файла (CSV: comma separated values - значения, разделенные запятой).  |

### Верификация имен Profinet IO-устройств

Если для IO-устройств были назначены имена, корректность назначения имен может быть проверена с использованием функции "Verify Device Name" ("Верификация имен устройств") (см. рис. 4.41).

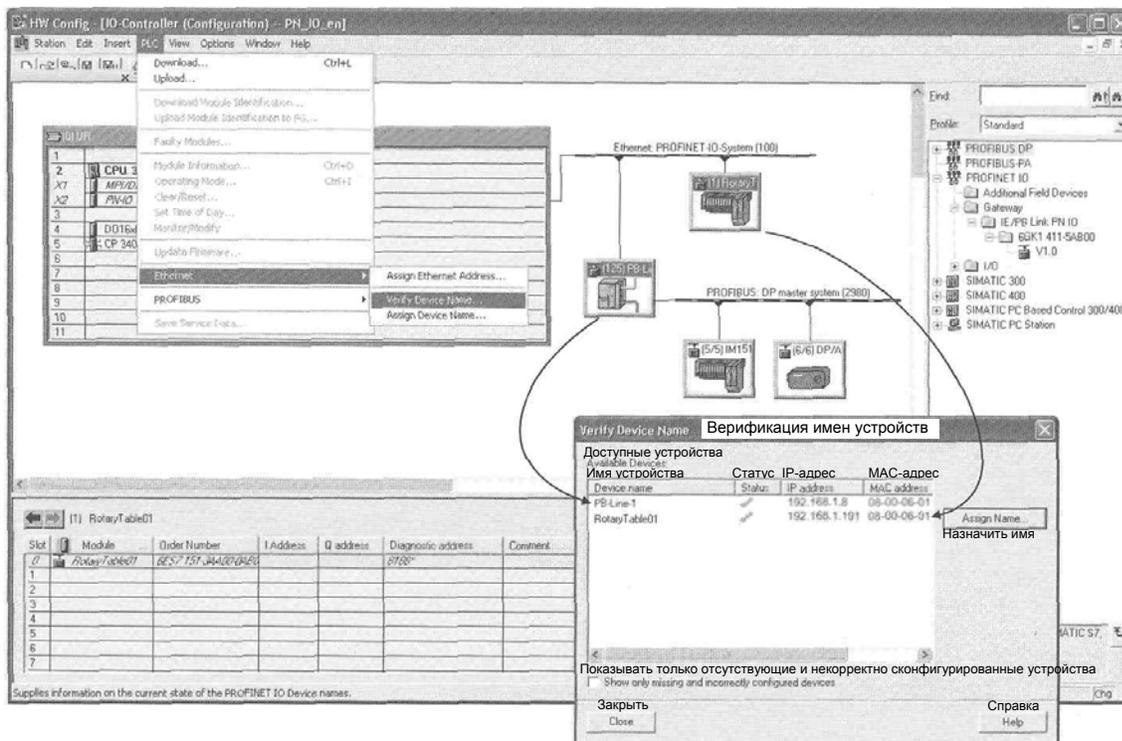


Рис. 4.41 Верификация имен устройств с использованием утилиты HW-Config

Таблица 4.33 Параметры в диалоговом окне "Verify Device Name" ("Верификация имен устройств")

| Параметр   | Значение  |
|--|---|
| Available Devices<br>(Доступные устройства)  | Имена устройств отображаются вместе с дополнительной информацией для всех IO-устройств, которые были ранее выбраны в HW-Config.<br>"Device name" ("Имя устройства"):<br>Имя устройства (если уже назначено).<br>"Status" ("Состояние"):<br>Значок в виде зеленой галочки означает, что устройство с заданным именем существует и тип соответствует сконфигурированному IO-устройству.<br>Значок в виде красного креста означает, что устройство с заданным именем существует, но тип не соответствует сконфигурированному IO-устройству.<br>В этом случае определенный тип также отображается.<br>Если устройство с заданным именем не найдено, то только состояние (X) отображается для данного имени устройства.<br>"IP address" ("IP-адрес"):<br>IP-адрес устройства (если уже назначен).<br>"MAC address" ("MAC-адрес"):<br>MAC-адрес устройства. |
| Show only missing or incorrectly configured devices<br>(Показывать только отсутствующие или неправильно сконфигурированные устройства) | Фильтр для подавления отображения корректно сконфигурированных устройств.   |
| Assign Name<br>(Назначить имя)   | Щелчок на данной кнопке открывает диалоговое окно "Assign device name" ("Назначить имя устройства").  |

### Создание пользовательской программы

Системой распределенных входов/выходов (I/O), подключенной к системе Simatic S7, управляют как централизованными I/O, с точки зрения программы пользователя. Profinet IO в этом отношении не отличается от Profibus DP, и пользовательская программа создается как для Profinet DP.

Дополнительную информацию по созданию пользовательской программы, а также по новым особенностям и расширенным возможностям при использовании Profinet IO Вы можете найти в главе 6.

## **Загрузка (Download) конфигурации и пользовательской программы**

Данные конфигурации должны быть загружены в контроллер перед загрузкой пользовательской программы. Данные конфигурации загружаются в IO-контроллер с помощью утилиты HW-Config. При этом конфигурация должна быть консистентной, а IO-контроллер должен быть доступен в подсети Ethernet.

В процессе запуска системы IO-контроллер распределяет IP-адреса и данные параметризации по соответствующим IO-устройствам, устанавливает все необходимые соединения с IO-устройствами. После этого начинается обмен циклическими данными по сети.

После успешного завершения тестирования установки выполняется архивация всех данных конфигурации проекта. На этом завершается фаза конфигурирования проекта.

### **4.2.4 Обслуживание установки**

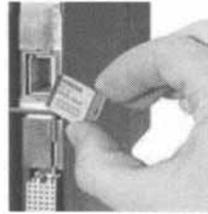
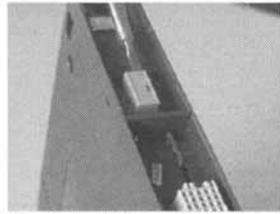
#### **Замена компонентов устройств Simatic Net Profinet**

Во многих устройствах Simatic Net Profinet используется сменный модуль - носитель данных конфигурации ("replaceable configuration plug", именуемый для краткости C-Plug). Модуль C-Plug располагается на передней (F) или задней (R) панелях устройств.

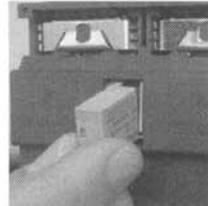
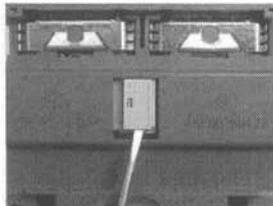
Примеры устройств, в которых используется модуль C-Plug:

- Simatic Net Profinet CP 343-1 (только IO-контроллер) (R)
- Simatic Net Profinet CP 443-1 Advanced (R)
- Simatic Net router IE/PB Link PN10 (R)
- Simatic Net router IWLAN/PB Link PN 10 (F)
- Simatic Net Scalance S-612 и S-613 (модуль безопасности) (R)
- Simatic Net Scalance X Switches (коммутаторы) серий X-200 ... X-400 (R)

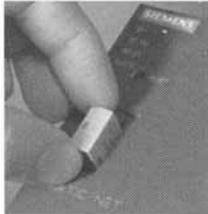
C-Plug обеспечивает сохранение данных конфигурации и программы при отключении питания. В "чистом" модуле C-Plug (состояние при поставке) все необходимые данные конфигурации автоматически сохраняются при запуске системы. Если конфигурация изменяется во время работы (runtime), то данные в C-Plug автоматически обновляются без участия оператора. При необходимости замены устройства Simatic Net Profinet простым переносом модуля C-Plug обеспечивается перенос данных конфигурации в запасное устройство без применения средств проектирования / отладки (рис. 4.42).



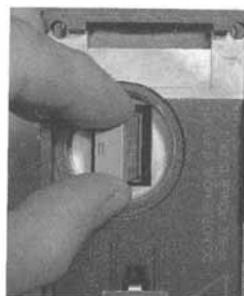
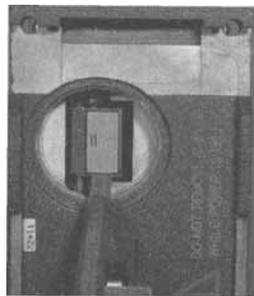
Замена модуля C-Plug в SIMATIC Net CP 443-1 Advanced



Замена модуля C-Plug в SIMATIC Net IE/PB Link PN IO и CP 343-1 (IO контроллер)



Замена модуля C-Plug в SIMATIC Net IWLAN/PB Link PN IO



Замена модуля C-Plug в SIMATIC Net Scalance S Security Module и в переключателе Scalance X-200

Рис. 4.42 Замена модуля C-Plug в устройствах Simatic Net Profinet