

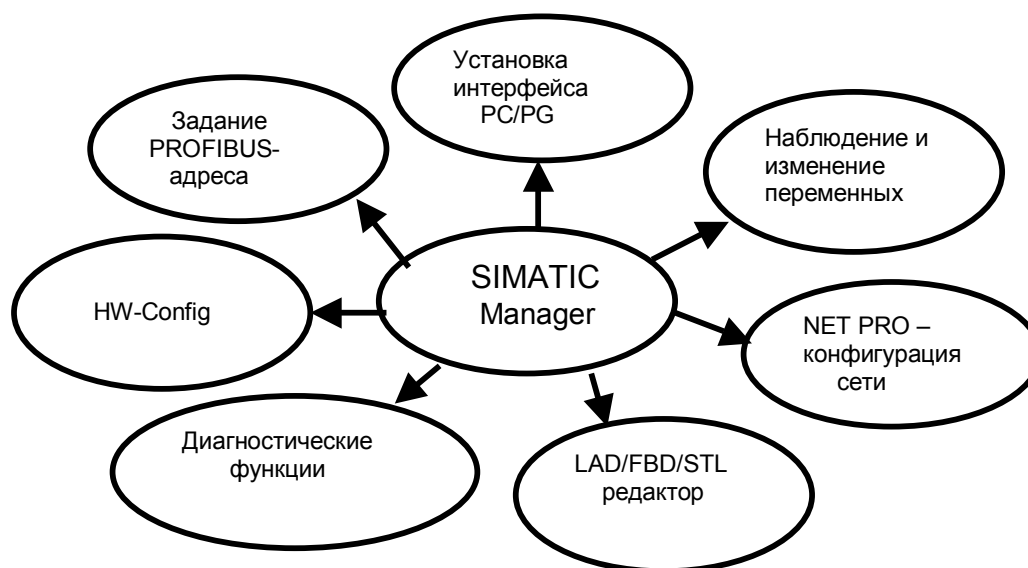
## 4. Программирование и проектирование PROFIBUS-DP с помощью STEP 7

### Введение

Программный пакет STEP 7 – базовое программное обеспечение для программирования и проектирования систем SIMATIC S7. Эта глава описывает основные средства базового пакета STEP 7, применяемые к PROFIBUS-DP.

Предпосылки: установленный на PG или PC программный пакет STEP 7 и соответствующие знания работы под Win95 или WinNT.

Базовый пакет STEP 7 состоит из различных приложений (рис. 4.1).



**Рис.4.1** Важные для PROFIBUS-DP STEP7-приложения, вызываемые из SIMATIC Manager

Они применяются для:

- Конфигурирования и параметрирования аппаратуры
- Конфигурирования сетей и соединений
- Загрузки и тестирования пользовательской программы

Благодаря ряду дополнительных пакетов, например, таких, как языки программирования SCL, S7GRAPH или HiGraph, базовый пакет STEP 7 расширяется для соответствующих приложений. С помощью центрального инструмента SIMATIC Manager все необходимые приложения могут быть вызваны в графическом виде. Все данные и установки для системы автоматизации структурированы внутри проекта и представлены в виде объектов. Пакет STEP 7 снабжен обширной online-помощью вплоть до контекстной помощи для указанного контейнера, объекта и появляющегося сообщения об ошибке.

## 4.1 Основы STEP 7

### 4.1.1 Объекты STEP 7

Рис. 4.2 показывает, из каких контейнеров и объектов состоит проект STEP 7. Внешний вид окна похож на Windows Explorer. Под контейнером здесь понимается объект, который в свою очередь может содержать контейнеры и/или объекты.

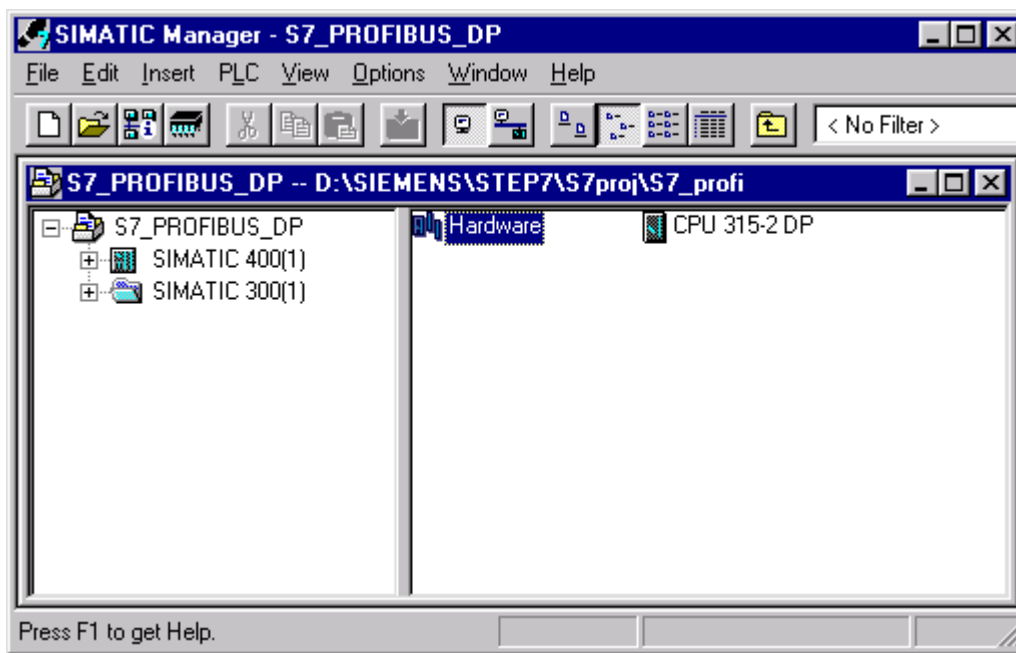


Рис 4.2 Пример контейнера и структуры объектов STEP 7

### Объектно-ориентированная работа со STEP 7

При обработке объектов различных типов в SIMATIC Manager автоматически вызывается соответствующее приложение. Эта зависящая от типа связь объекта с соответствующим приложением делает возможным очень простой и сквозной образ действий при обработке проекта STEP 7. Все приложения, связанные с типом объекта, можно запустить или через вызов обрабатываемого объекта, или через контекстное меню "Open" (Открыть) (подвести указатель на объект в SIMATIC Manager и нажать правую клавишу мыши).

### 4.1.2 Проект STEP 7

Главный объект в SIMATIC Manager – проект. Внутри проекта все данные и программы, которые нужны для выполнения задачи автоматизации, представлены в виде древовидной структуры (проектной иерархии) (рис. 4.3). Внутри проекта объединяется следующая информация:

- Конфигурационные данные для структуры аппаратной части
- Параметры для установленных модулей
- Проектные данные для сетей и коммуникаций
- Программы для программируемых модулей

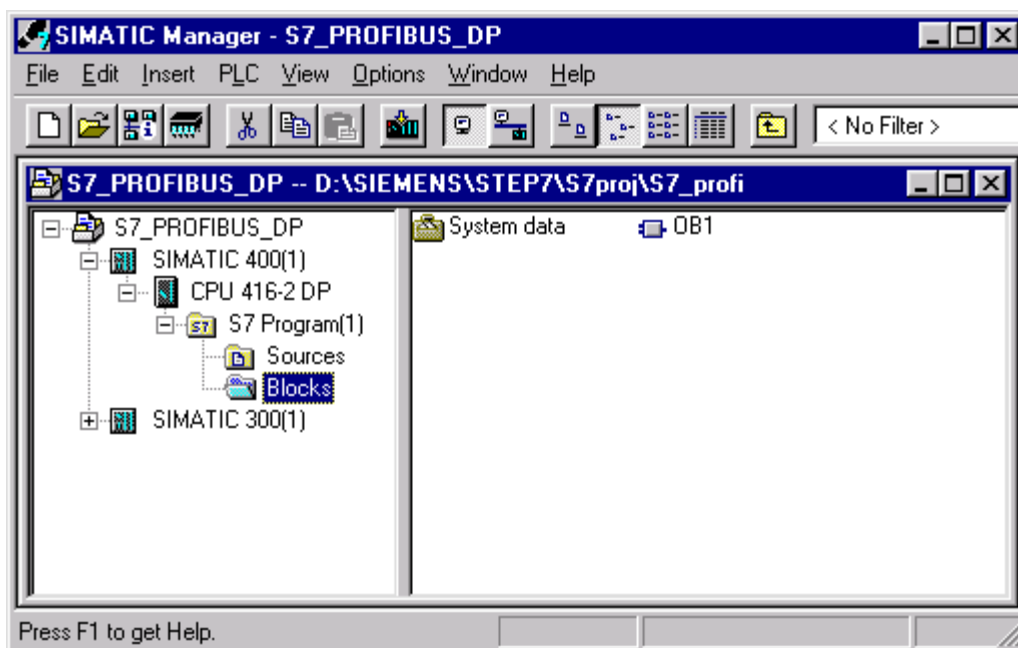


Рис. 4.3 Иерархия объектов в проекте STEP 7

## 4.2 Пример проекта с PROFIBUS-DP

В этой главе с помощью примера-проекта обсуждаются утилиты STEP 7, важные для связи с PROFIBUS-DP. В основном это *STEP 7 Manager* и *HW-Config*. Представляемый здесь способ действий при работе с проектом SIMATIC S7 должен помочь Вам просто и быстро начать работать с проектом.

В описанном ниже примере-проекте применяется станция S7-400 с CPU 416-2DP. Через встроенный DP-интерфейс подключены DP-Slave'ы – ET200B-16DI/16DO, ET200M и S7-300/CPU 315-2. Скорость передачи выбрана 1500 кбит/с.

### 4.2.1 Создание проекта STEP 7

При создании нового проекта внутри SIMATIC-Manager Вы можете поступать следующим образом:

- Через *File->New (Файл->Новый)* Вы получаете окно для создания нового проекта
- Через кнопку выбора “*New Project*”(“*Новый проект*”) Вы выбираете установку для создания нового проекта
- Вы задаете желаемое имя для нашего проекта, например, S7-PROFIBUS-DP и покидаете маску через ОК.

После ухода из окна с помощью ОК Вы попадаете опять в главное меню SIMATIC Manager. В проекте автоматически создается объект MPI (Multi Point Interface), который виден в правом окне проекта. Объект MPI создается в STEP7

автоматически и представляет стандартный интерфейс для PG и коммуникационный интерфейс для CPU.

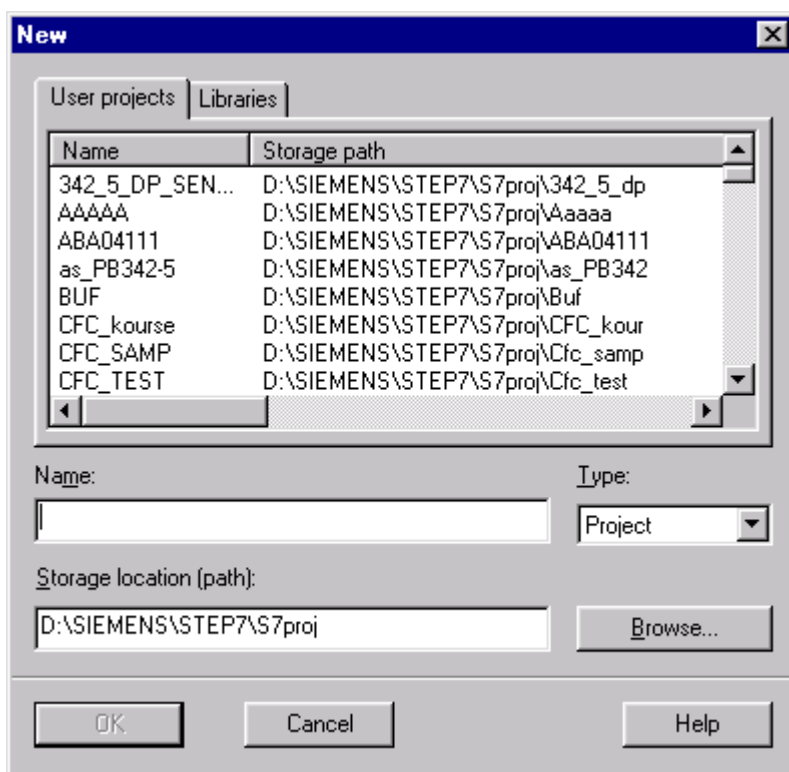


Рис 4.5 Окно для создания нового проекта

#### 4.2.2 Вставка объекта в проект STEP 7

Выделите (маркируйте) проект и откройте с помощью правой клавиши мыши контекстное меню. Выберите через *Insert new object* (*Вставить новый объект*) SIMATIC 400 Station. Вновь вставленный объект появляется в правой половине проектного окна. Вы можете здесь, так же, как у всех других объектов, присвоить специфическое имя объекту. Затем Вы можете установить дальнейшие данные для каждого объекта через *Object properties* (*Свойства объекта*). Вставьте объект PROFIBUS в проекте, созданном в разделе 4.2.1.

#### 4.2.3 Установки сети PROFIBUS

С помощью контекстного меню *“Open Object”* (*“Открыть объект”*) открывается утилита для проектирования NetPro. В ней Вы при выбранной подсети входите с помощью контекстного меню *“Object properties”* (*Свойства объекта*) в изображенную на рис.4.5 закладку *“Network Settings”* (*“Установки сети”*). Внутри этой закладки Вы можете сделать все основные сетевые установки для подсети PROFIBUS. Для проекта-примера подтвердите установки, предложенные по умолчанию с помощью кнопки ОК.

На закладке *“Network Settings”* окна *“Properties PROFIBUS”* (*“Свойства PROFIBUS”*) можно установить следующие параметры:

## Highest PROFIBUS Address (наивысший адрес PROFIBUS)

Этот параметр, обозначаемый в EN 50170 как HSA (Highest Station Address),

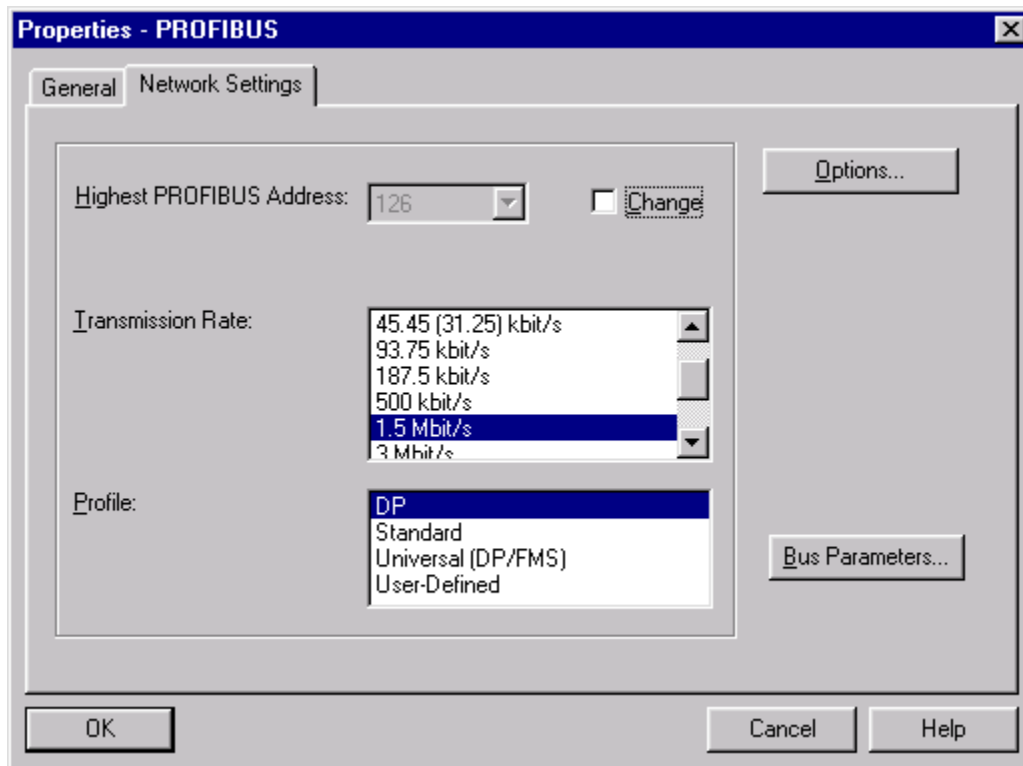


Рис. 4.5 Сетевые установки для PROFIBUS

служит для оптимизации управления доступом к сети в шинных конфигурациях с несколькими Master'ами. В шинной конфигурации PROFIBUS-DP с одним Master'ом установка по умолчанию не должна изменяться (HSA=126).

## Transmission Rate (скорость передачи)

Устанавливаемая здесь скорость передачи имеет силу для всей подсети PROFIBUS. Это означает, что все участники, которые функционируют на этой PROFIBUS-подсети, должны поддерживать выбранную скорость. Может быть выбрана скорость передачи от 9,6 до 12000 кбит/с. В качестве установки по умолчанию предлагается величина 1500 кбит/с.

## Profile (Профиль)

Профиль шины представляет собой стандартный набор шинных параметров для различных применений PROFIBUS. После установки профиля шины становятся доступными и могут быть изменены параметры шины PROFIBUS, которые зависят от конфигурации в STEP 7, профиля и скорости передачи. Шинный параметр справедлив для всех участников, подключенных к подсети PROFIBUS.

Для специальных применений существует возможность выбрать профиль “**User-Defined**” и после этого изменить все параметры шины. Однако пользоваться этой возможностью рекомендуется только специалисту. Устанавливаемый шинный профиль зависит от конфигурации PROFIBUS. При этом существуют следующие возможности:

### **Профиль “DP”**

Этот профиль выбирается исключительно для “чистых” конфигураций SIMATIC S7 и SIMATIC M7 PROFIBUS, как Mono-Master, так и Multi-Master. Оптимально вычисленные для этого профиля шинные параметры учитывают также коммуникационную нагрузку для возможных позже коммуникационных связей, таких, как подключение PG на шину, В&В-службы (Bedienung&Beobachtung – нем.- обслуживание и наблюдения), а также ациклических FDL, FMS и S7-соединений.

При этом шинном профиле принимаются во внимание только те участники PROFIBUS, которые известны внутри соответствующей подсети PROFIBUS (проекта STEP 7), то есть которые запроектированы.

### **Профиль “Standard”**

При этом профиле существует возможность с помощью кнопки “Options...” (см. рис.4.5) учесть шинные параметры других участников, спроектированных не с помощью STEP 7 или не принадлежащих актуальному проекту STEP 7.

Пока не выбрана опция “*Include network configuration below*” (Принять во внимание следующую сетевую конфигурацию) (см. рис.4.9), параметры будут вычисляться по такому же, как в профиле “DP” оптимальному алгоритму. При выбранной опции параметры вычисляются по упрощенному алгоритму.

Таким образом, профиль “Standard” применяется для всех шинных конфигураций, охватываемых проектом STEP 7, а также специально для всех других многомастерных шинных конфигураций SIMATIC S7 и SIMATIC M7 (DP/FMS/FDL).

### **Профиль “Universal (DP/FMS)”**

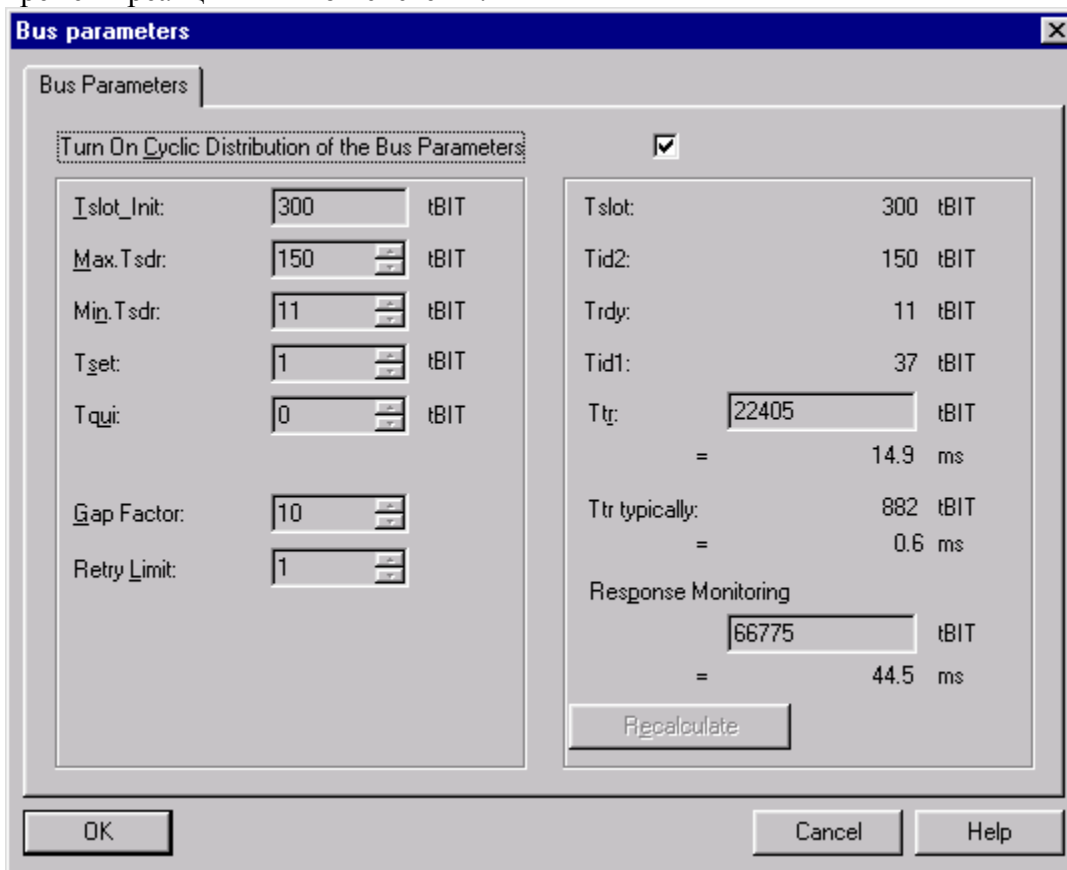
Этот профиль предназначен для установки параметров компонентов PROFIBUS из семейства SIMATIC S5, как, например, CP5431 или AG95U и должен выбираться тогда, когда должны одновременно использоваться в подсети PROFIBUS участники SIMATIC S5 и SIMATIC S7.

### **Bus Parameters (шинные параметры)**

При нажатии на кнопку “Bus Parameters...” (“Шинные параметры”) (см. рис. 4.5) показываются шинные параметры, вычисленные STEP 7. При помощи известной из проекта шинной конфигурации и числа участников STEP 7 вычисляет значение для шинного параметра “Ttr” (Time target rotation) – заданного времени обращения маркера (токена) и параметр “Response

monitoring” (контроль ответа), который важен для PROFIBUS DP-Slave’ов (см. ниже).

Шинный параметр “Ttr”, вычисленный STEP 7 и представленный здесь, определяет не реальное время обращения маркера, а допустимое максимальное значение этого времени и, таким образом, не может использоваться для оценки времени реакции шинной системы.



**Рис. 4.6** Установки для шинных параметров

Показанные на рис.4.6 значения могут изменяться только при выбранном профиле протокола “User-Defined”. Это рекомендуется делать только экспертам, так как надежное выполнение функций PROFIBUS будет только в том случае, если эти параметры установлены правильно.

Все значения для шинных параметров даются в единицах tBIT (time Bit/время передачи бита)

В табл. 4.1 представлены времена передачи бита в зависимости от скорости передачи, они вычисляются по следующей формуле:

$$tBIT [\mu s] = 1 / \text{Mbit/s}$$

**Табл.4.1** Время передачи бита в зависимости от скорости

Скорость передачи, кбит/с	tBIT [ $\mu$ s]
9,6	104,167
19,2	52,083
45,45	22,002
93,75	10,667
187,5	5,333
500	2,000
1.500	0,667
3.000	0,333
6.000	0,167
12.000	0,083

Опция *“Turn On Cyclic Distribution of the Bus Parameters”* (*“Циклически устанавливать шинные параметры”*) означает следующее:

при ее активизации установленные шинные параметры соответствующей подсети PROFIBUS циклически посылаются в определенные временные интервалы ко всем участникам данной сети. Передача данных происходит при этом через службу уровня 2 SDN (Send Data with No Acknowledge) с DSAP (Destination Service Access Point) 63 как Multicast-телеграмма.

Эта функция позволяет очень просто и комфортабельно подключать устройства программирования к сети PROFIBUS даже в том случае, если параметры сети не известны пользователю (см. также раздел 7.2 *“Установка online-интерфейса PG/PC”*).

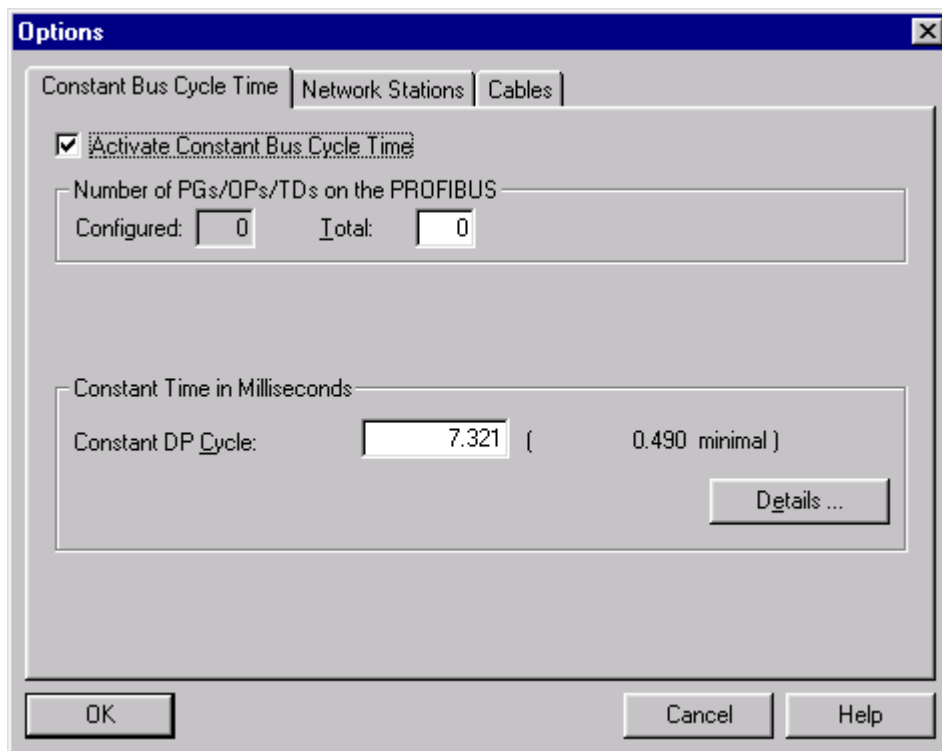
Эта функция не должна быть активизирована, если выбран эквидистантный режим работы или на сети находятся другие участники, использующие DSAP 63 для Multicast-функций.

### **Options...Constant Bus Cycle Time (эквидистантность)**

Эта опция поддерживается не каждым DP-Master'ом. Например, CPU 417-4 v1.0 имеет ее. Она служит для установки эквидистантного способа работы сети PROFIBUS.

Опция может быть вызвана с помощью кнопки *“Options...”* (см. рис.4.5) и выбора в открывшемся окне *“Options”* закладки *“Constant Bus Cycle Time”* (*“Постоянный шинный цикл”*) (эта закладка как раз и существует только у тех Master'ов, которые поддерживают эту опцию) (см. рис.4.7).





**Рис. 4.7** Установки значений времени для постоянного по времени DP-цикла (основные значения)

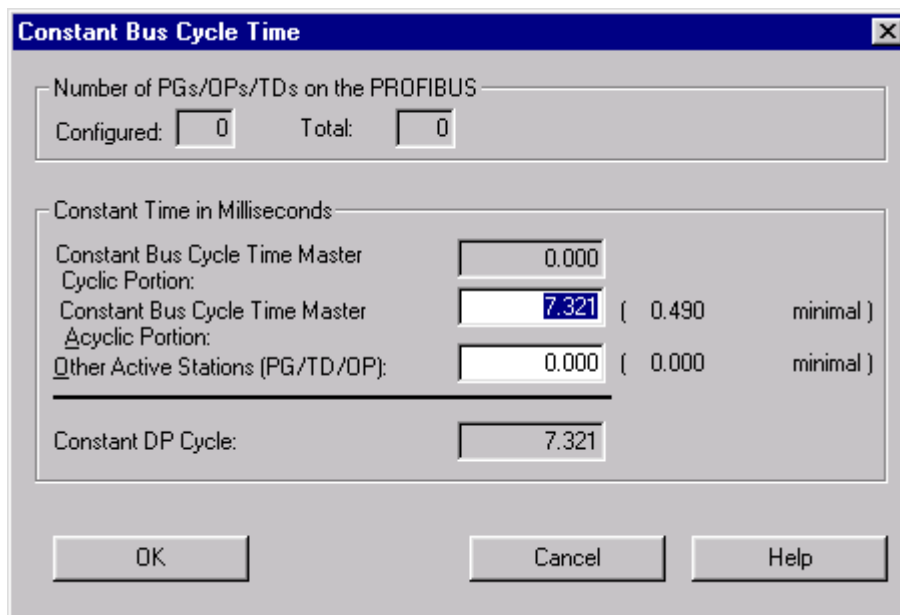
Благодаря установке контрольного бокса *“Activate Constant Bus Cycle Time”* (*“Установить постоянный по времени цикл шины”*), Вы устанавливаете для подсети PROFIBUS постоянный цикл шины (см. раздел 2.3.3 *“Эквидистантный PROFIBUS-цикл”*). Это означает, что временные интервалы следующих друг за другом разрешений на посылки для DP-Master’a постоянны.

Пока проектирование эквидистантного шинного цикла возможно только в системе с одним мастером (класса 1). DP-Master’a (класса 1) - DP-Master’a, которым поставлены в соответствие DP-Slave’ы для циклического обмена входными/выходными данными.

Для спроектированной соответствующим образом с помощью STEP 7 конфигурации установки вычисленного и предустановленного значения времени для эквидистантного DP-цикла достаточно, чтобы развить внутри предоставленного времени циклический обмен пользовательскими данными с DP-Slave’ами и ациклический обмен данными для функционирования PG, OP и TD. В представленной на рис.4.7 закладке Вы можете через параметр *“Number of PGs/Ops/TDs on the PROFIBUS”* (*“Число PG/OP/TD на PROFIBUS”*) создать резерв для подключаемых позднее PG, OP и TD. Предлагаемое STEP 7 на этой закладке эквидистантное время может быть изменено. Причем увеличение предлагаемого времени не проблематично. При уменьшении до указанного в скобках минимального значения времени эквидистантного цикла, Вы должны понимать, что могут произойти ошибки, например, при выходе из строя DP-

Slave может произойти превышение установленного времени эквидистантного цикла за счет повторных посылок запросов к этому Slave. Далее, при такой установке другие активные участники, например, PG, сокращают до минимума предоставленное им время для ациклического обмена данными. Это может в неблагоприятных случаях привести к задержкам или отмене ациклических коммуникаций.

Кнопкой “Details...” (см. рис.4.7) Вы вызываете представленную на рис.4.8 маску для подробных установок.

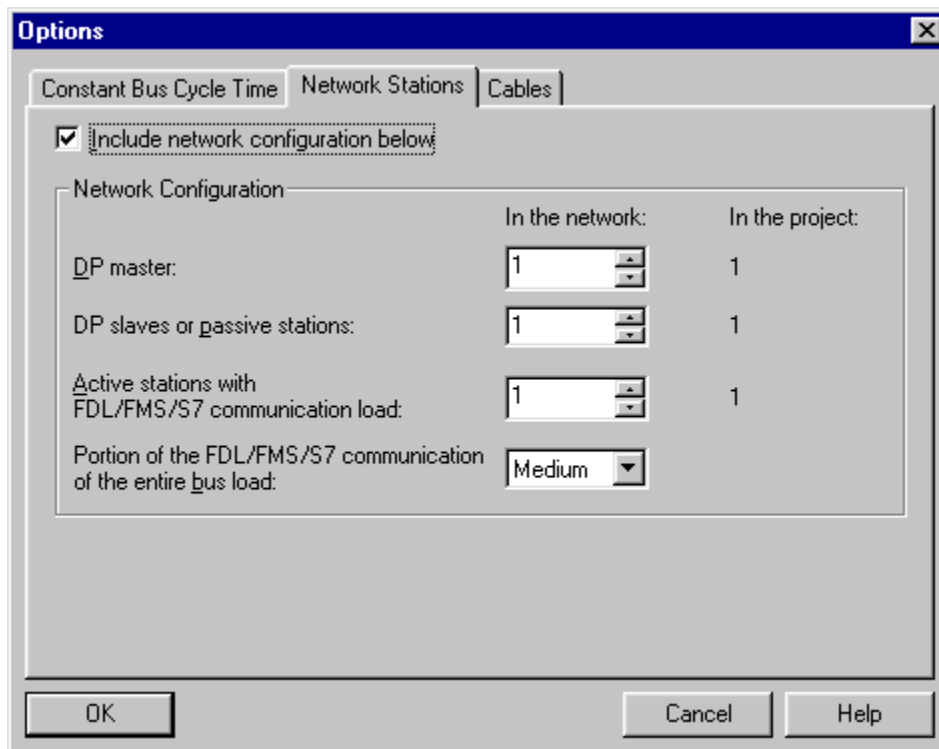


**Рис. 4.8** Установки значений времени для постоянного по времени DP-цикла (детальные значения)

Здесь показаны отдельные интервалы времени, из которых состоит представленное эквидистантное время. Показанное время для циклической части постоянно и не может быть изменено. Однако здесь имеется возможность изменять ациклическую временную часть и часть, предоставляемую в распоряжение PG, OP и TD.

### Options...Network Stations

Иногда невозможно зарегистрировать всех участников установки PROFIBUS в проекте STEP 7. Существует возможность учитывать остальных активных и пассивных участников на закладке, показанной на рис.4.9. Эта опция не возможна при выбранном профиле DP.



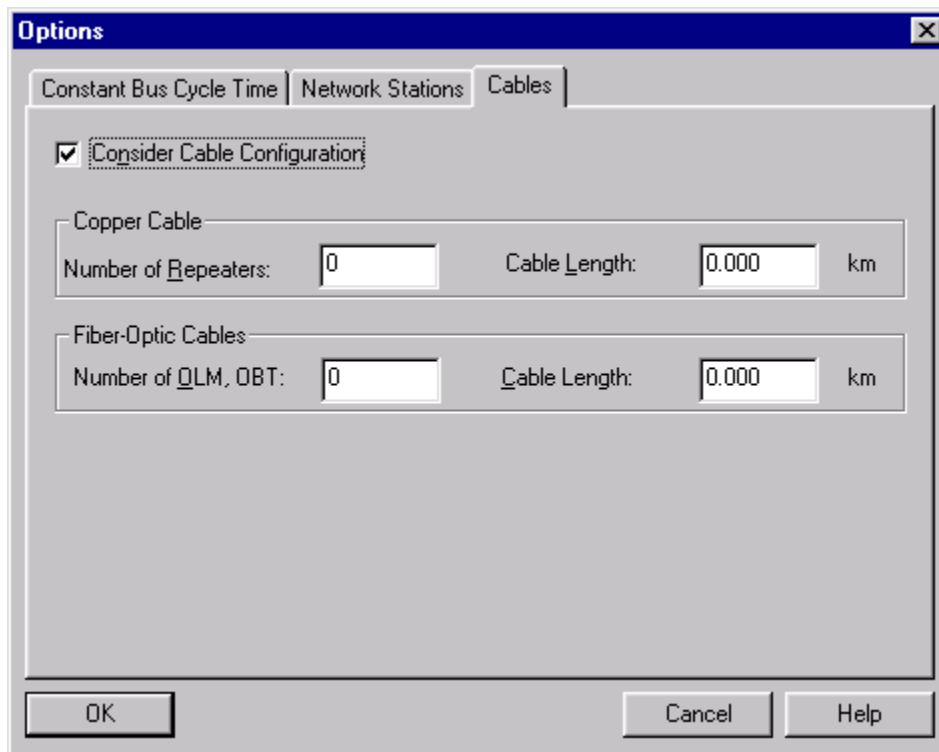
**Рис. 4.9** Регистрация других участников для подсети PROFIBUS

### Options...Cables

На вычисление параметров шины вместе с длиной проводов имеет влияние также использование RS-485 – повторителей или оптических соединительных модулей (OLM – Optical Link Module) при использовании световодной техники. С помощью закладки “Cables” (“Кабели”) Вы получаете маску для задания соответствующих величин (рис. 4.10).

#### 4.2.4 Проектирование аппаратной конфигурации с помощью HW-Config

На следующем шаге проектирования примера (см. раздел 4.2.1) создается аппаратная часть системы автоматизации S7-400. Для этого Вы открываете в левой половине проекта контейнер S7-PROFIBUS-DP (название проекта). Затем пометьте объект SIMATIC 400(1) и запустите приложение HW-Config через контекстное меню Open Object или с помощью двойного “клика” на объекте Hardware в правой половине окна проекта. Вначале возникает разделенное пополам пустое окно станции для конфигурирования аппаратуры у станции SIMATIC S7.



**Рис 4.10** Маска “ Cables” для учета повторителей, OLM и длины проводов

### Проектирование носителя модулей

В HW-Config откройте Catalog (View->Catalog или соответствующая кнопка в панели инструментов). В каталоге откройте раздел SIMATIC 400, а в нем – раздел RACK-400. Выберите носитель модулей согласно заказному номеру и установите его в станцию методом Drag&Drop (перетащите его в верхнее или нижнее окно утилиты).

В появившемся носителе модулей на первое место (в первый слот) установите методом Drag&Drop источник питания. Источники питания находятся в разделе PS-400, выберите источник питания согласно заказному номеру.

Далее в третий слот установите CPU из раздела CPU-400. В нашем примере выберем CPU 416-2DP с заказным номером “6ES7 416-2XK00-0AB0”. Так как выбранный CPU имеет встроенный интерфейс DP, то Вам будет предложено назначить ему подсеть PROFIBUS и назначить адрес PROFIBUS (см. рис. 4.11). Сделайте это и перейдите в главное окно HW-Config с помощью кнопки ОК.

#### 4.2.5 Проектирование DP-Slave’ов

Рис.4.12 показывает окно станции HW-Config для спроектированной нами станции.

Спроектируем теперь DP-Slave’ы.

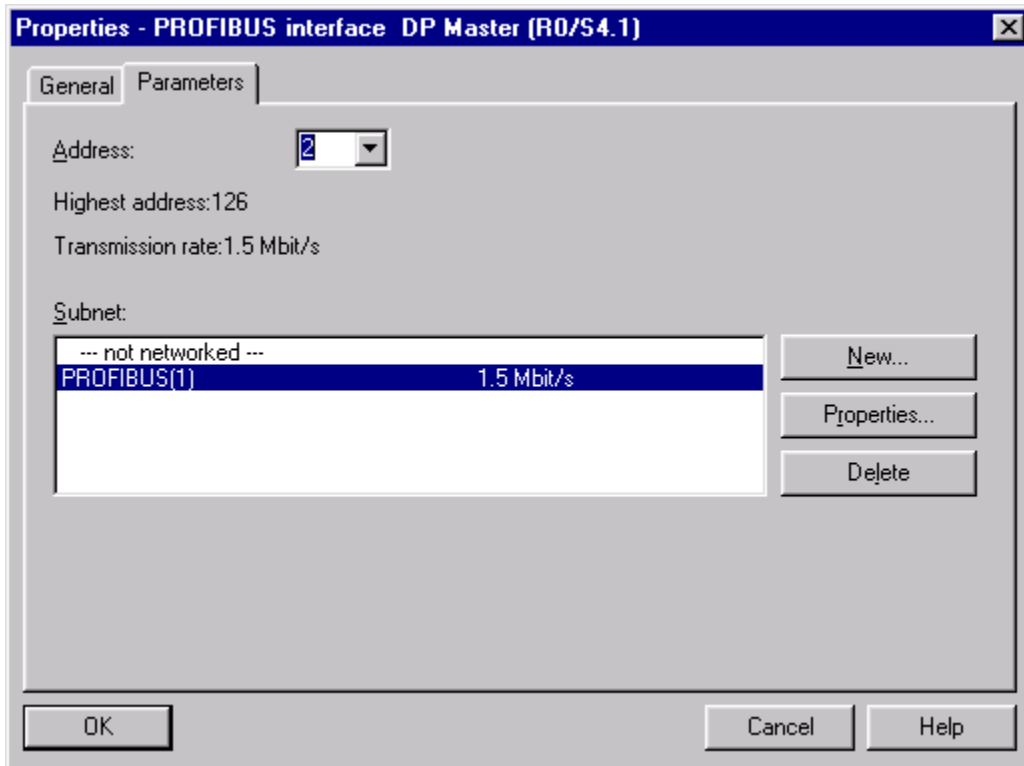


Рис. 4.11 Назначение адреса CPU

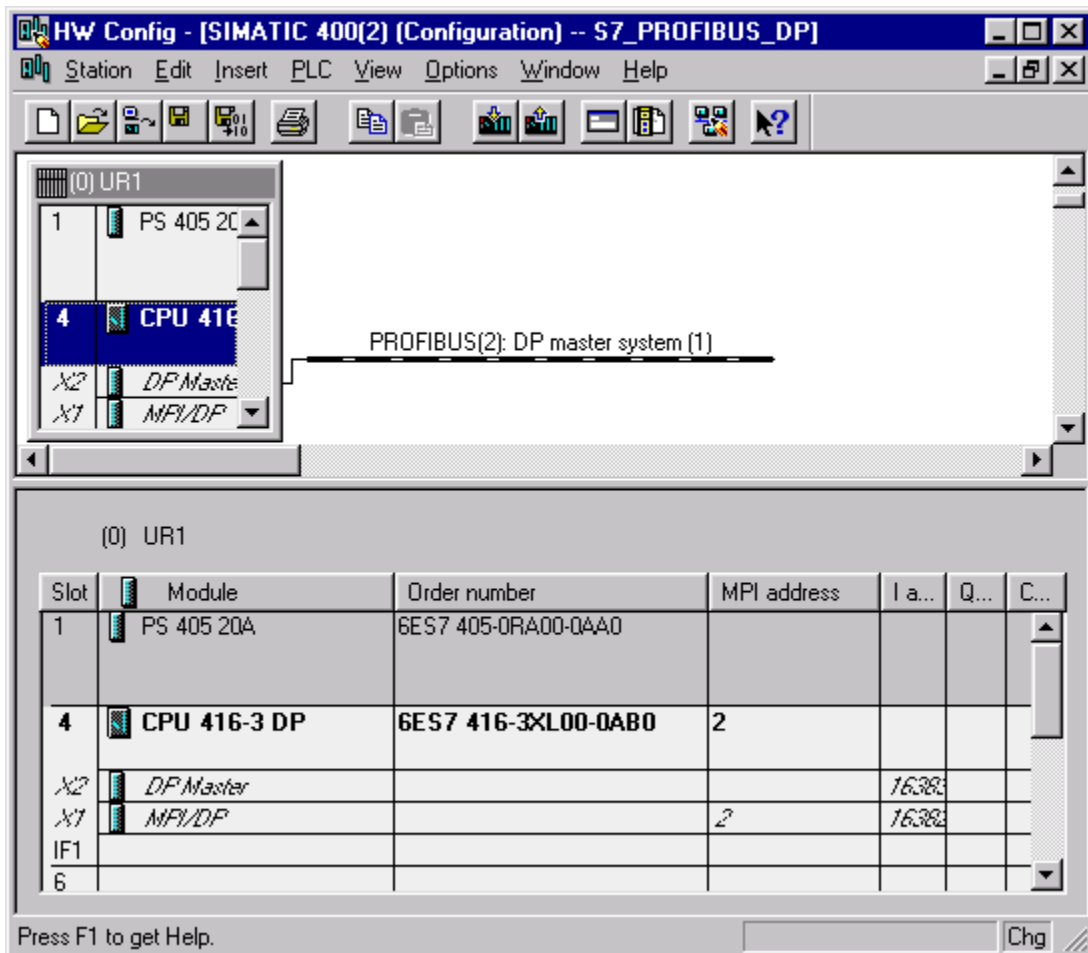


Рис. 4.12 Окно станции в HW-Config для системы DP-Master

## Станция ET 200B

В разделе каталога PROFIBUS DP найдите раздел ET 200B, а в нем – соответствующий модуль, например, 16DI/16DO. Перетяните его на изображение подсети. При этом Вам будет предложено задать PROFIBUS-адрес станции.

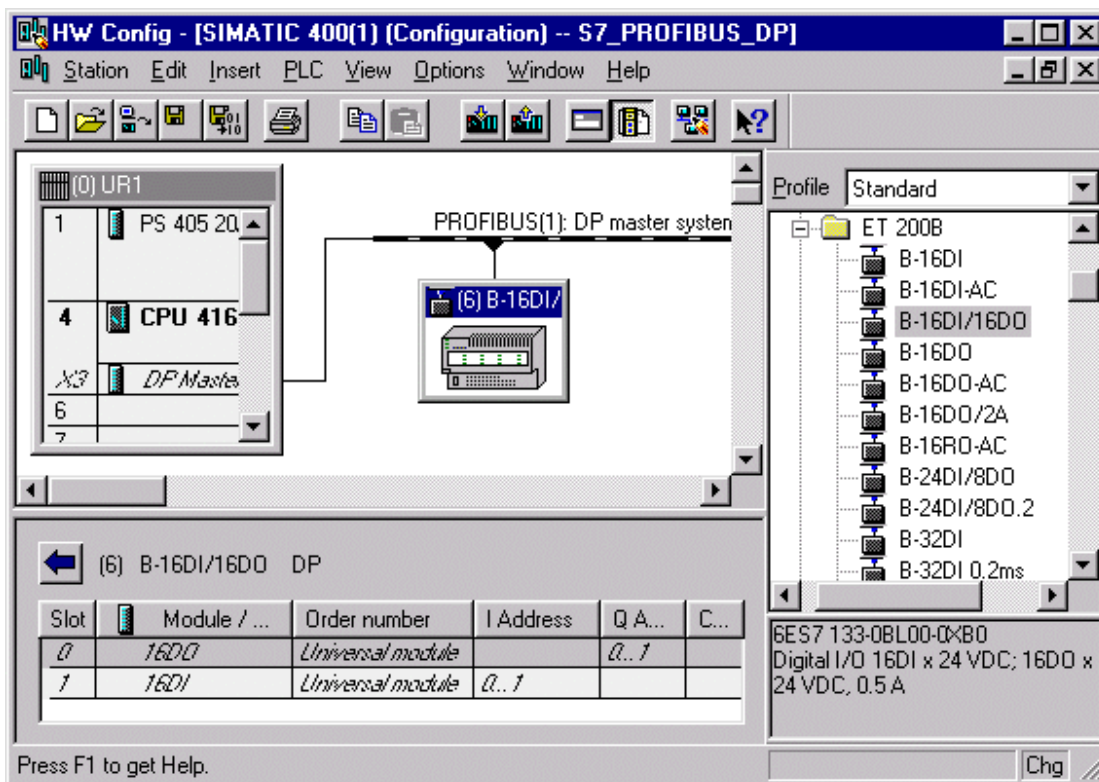


Рис.4.13 Окно HW-Config с ET200M DP-Slave

На рис.4.14 показано окно свойств DP-Slave. На этой закладке можно сменить PROFIBUS-адрес, диагностический адрес станции и т.д.

### Диагностический адрес

Через диагностический адрес CPU сообщает о выходе из строя данного DP-Slave'a при помощи организационного блока OB86 "Сбой носителя модулей/DP-Slave".

В дальнейшем можно под этим адресом считать диагностику DP-Slave'a.

### Способность SYNC/FREEZE

Здесь показывается, может ли выполнять DP-Slave команды DP-Master'a SYNC и/или FREEZE. Соответствующая информация берется инструментом проектирования из GSD-файла DP-Slave'a.

## Response Monitoring

При включенном *Response Monitoring* DP-Master реагирует при выходе из строя обмена данными с DP-Master'ом в течение запроецированного времени (см. рис.4.6). После этого времени DP-Slave переходит в безопасное состояние, то есть все выходы устанавливаются на значение "0" или, если DP-Slave это поддерживает, выдаются заменяющие значения.

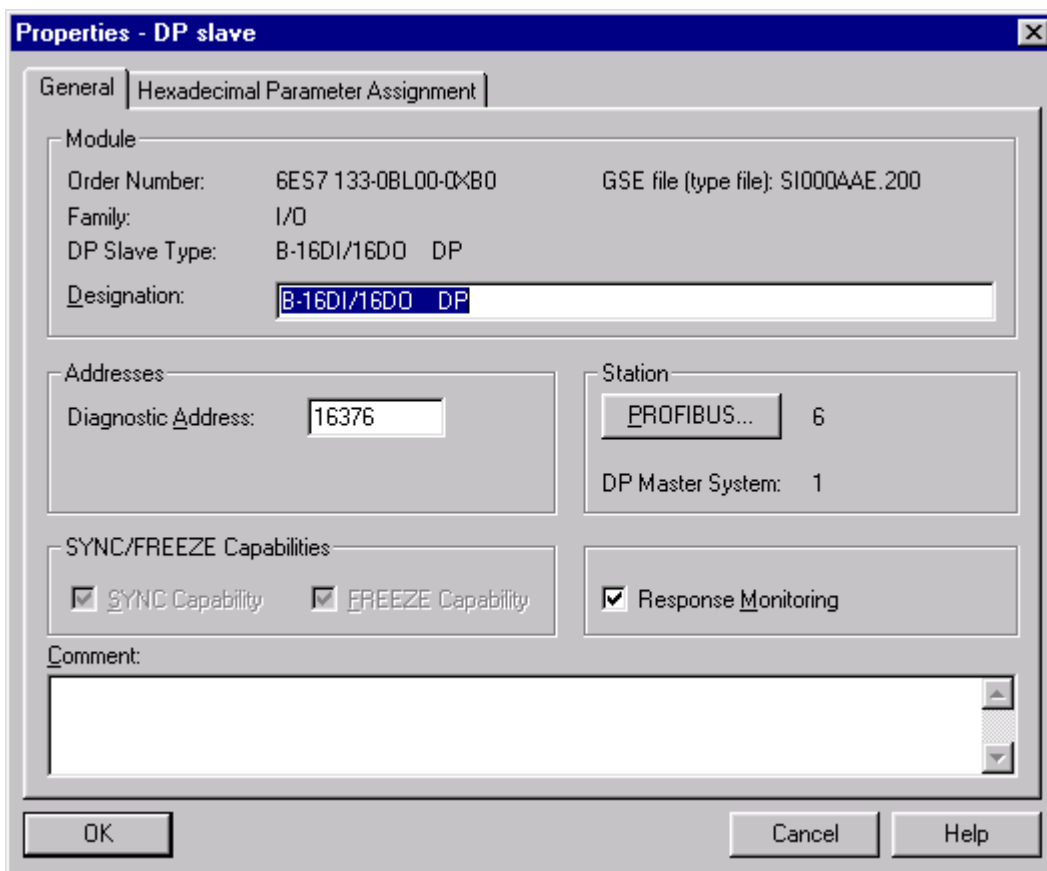


Рис.4.14 Маска свойств DP-Slave

Вы должны сознавать, что при выключенном *Response Monitoring* состояние установки может стать опасным. *Response Monitoring* может быть включено и выключено для каждого отдельного DP-Slave.

На закладке "Hexadecimal Parameter Assignment" окна "Properties – DP slave" задаются специфические для Slave данные параметрирования. Содержание и значение этих данных берется из документации на соответствующие DP-Slave'ы. Для ET 200B, спроектированной в примере, нет установок для данных параметров. Должно быть задано (установки по умолчанию) 5 байт с содержанием "0". Данные, сохраняемые здесь, передаются DP-Slave'у с помощью телеграммы параметрирования. У S7-DP-Slave'ов параметры задаются в 16-ичном формате. Соответствующие установки для данных телеграмм параметрирования осуществляются внутри утилиты HW-Config прямо при проектировании DP-Slave.

## Станция ET 200M

Для проектирования модульной станции ET 200M, содержащей 3 сигнальных модуля 8DI/8DO, AI2 x 12Bit и AO2 x 12Bit, сначала необходимо перетащить на шину PROFIBUS интерфейсный модуль IM153-2 и задать ему PROFIBUS-адрес. Далее отметить в верхнем окне IM153-2 и в нижнее окно установить методом Drag&Drop необходимые модули, содержащиеся в разделе каталога внутри раздела с названием соответствующего IM. Модули параметрируются обычным способом. На рис.4.15 показан результат.

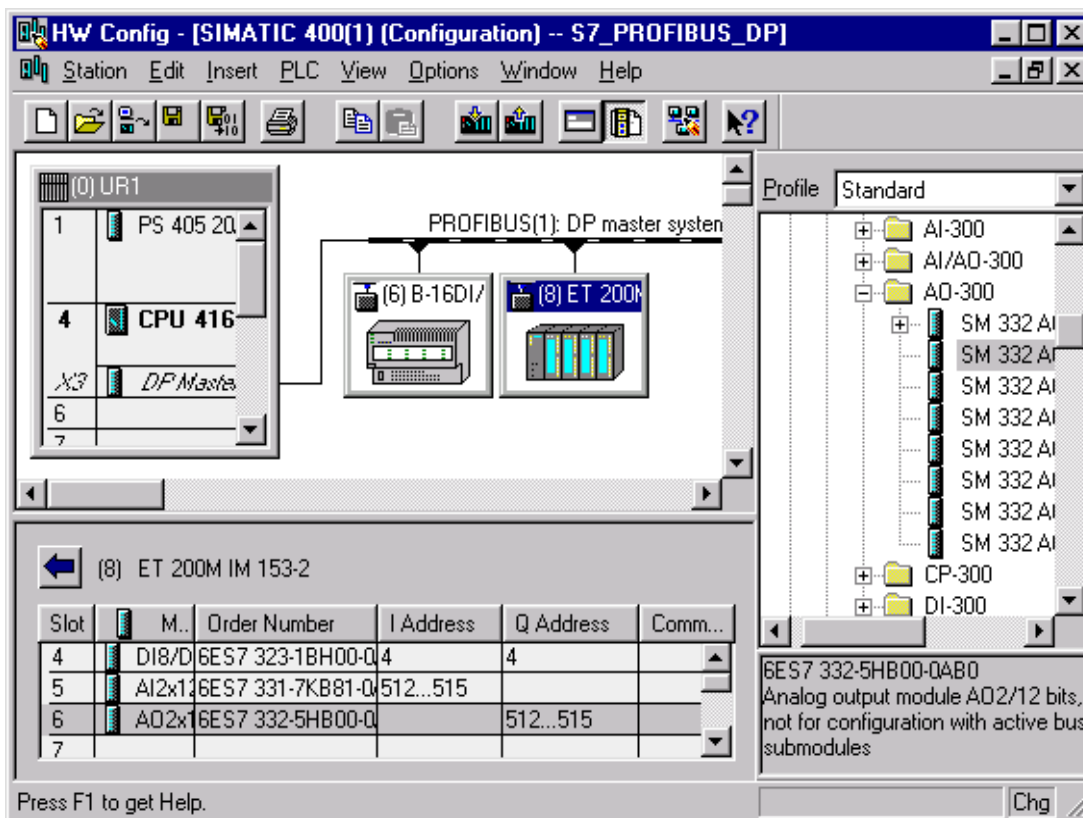
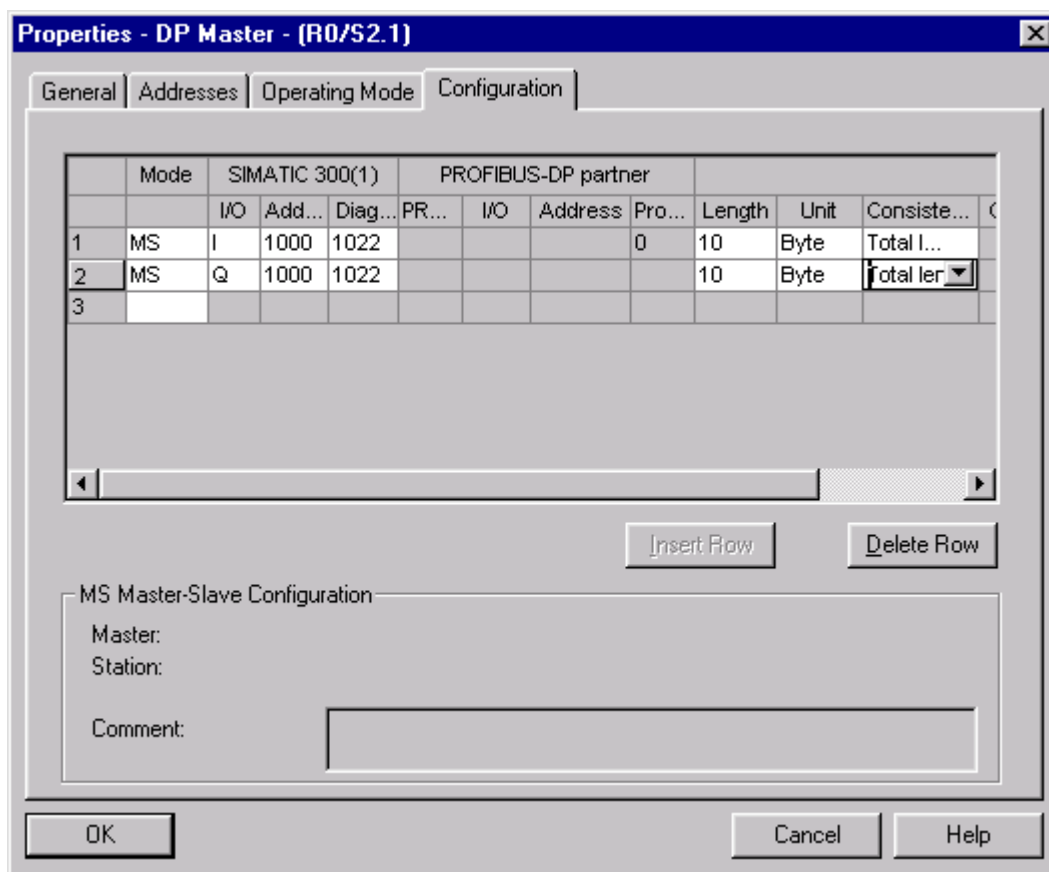


Рис. 4.15 Окно станции в HW-Config с ET200M-станцией

### S7-300/CPU315-2DP как I-Slave

Перед подключением S7-300 к системе DP-Master он должен быть вначале создан внутри проекта. Вы вставляете в проект *SIMATIC 300 Station*, открываете HW-Config для этой станции и вставляете из RACK-300 носитель модулей (он там один), а в него – источник питания (не обязательно), CPU и сигнальные модули. CPU должен иметь встроенный интерфейс DP. При вставке CPU назначьте ту подсеть PROFIBUS, к которой станция должна быть подключена как Slave. Далее “кликните” мышью по *DP-Master*, откроется окно “*Properties – DP Master*” откройте закладку “*Operating Mode*” (“*Режим работы*”) и установите режим работы “*DP Slave*”. После этого название “*DP-Master*” изменится на “*DP-Slave*”. Далее перейдите на закладку “*Configuration*” (“*Конфигурация*”) и заполните маску, как показано на рис.4.16.





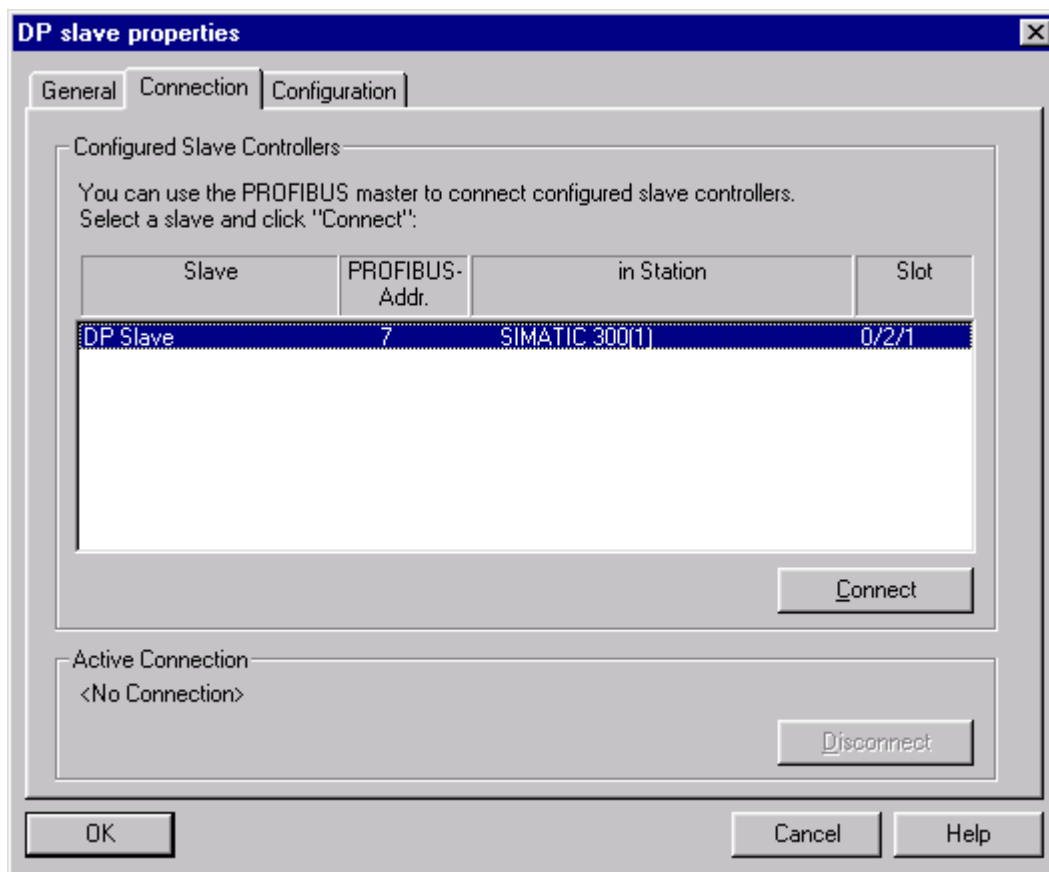
**Рис. 4.16** HW-Config, ” Properties DP-Master”, закладка “ Configuration” CPU315-2DP

В этой закладке Вы устанавливаете следующие параметры и свойства DP-интерфейса.

- Конфигурация входных/выходных областей в DP-Slave для коммуникаций Master – Slave.
- Конфигурация входных/выходных областей в DP-Slave для прямого обмена данными (перекрестная связь).
- Локальный диагностический адрес интерфейса DP-Slave (диагностический адрес на закладке “Addresses” при роде работы CPU “Slave” не важен).

С помощью кнопки ОК перейдите опять в окно HW-Config станции S7-300. Запомните конфигурацию станции S7-300 и перейдите в окно HW-Config для станции S7-400 (окно HW-Config для станции S7-400 должно быть открыто).

Для проектирования станции S7-300, как DP-Slave’a, откройте в Hardware Catalog’e папку “PROFIBUS-DP”, а в ней подкаталог “Configured Station” и подключите объект “CPU31x-2DP” к DP-Master’у методом Drag&Drop. При этом появляется окно “DP slave properties” с открытой закладкой “Connection”, где показан перечень соответствующих Slave’ов. Выделите нужный и нажмите кнопку “Connect” (см. рис.4.17). Выбранный Slave исчезает из списка.



**Рис. 4.17** HW-Config, “DP-slave properties”, закладка “Connection”

Перейдите на закладку “*Configuration*” и внесите туда параметры для Master’а, как это показано на рис.4.18.

Приведенные здесь области свободно выбраны для проекта-примера. Вы можете задать другие области и адреса. Нужно только обратить внимание на то, что выходная область DP-Master’а всегда соответствовала входной области DP-Slave и наоборот.

Вернитесь в главное окно станции SIMATIC S7-400 с помощью кнопки OK. Slave в главном окне получит PROFIBUS-адрес выбранного Slave (см. рис. 4.19).

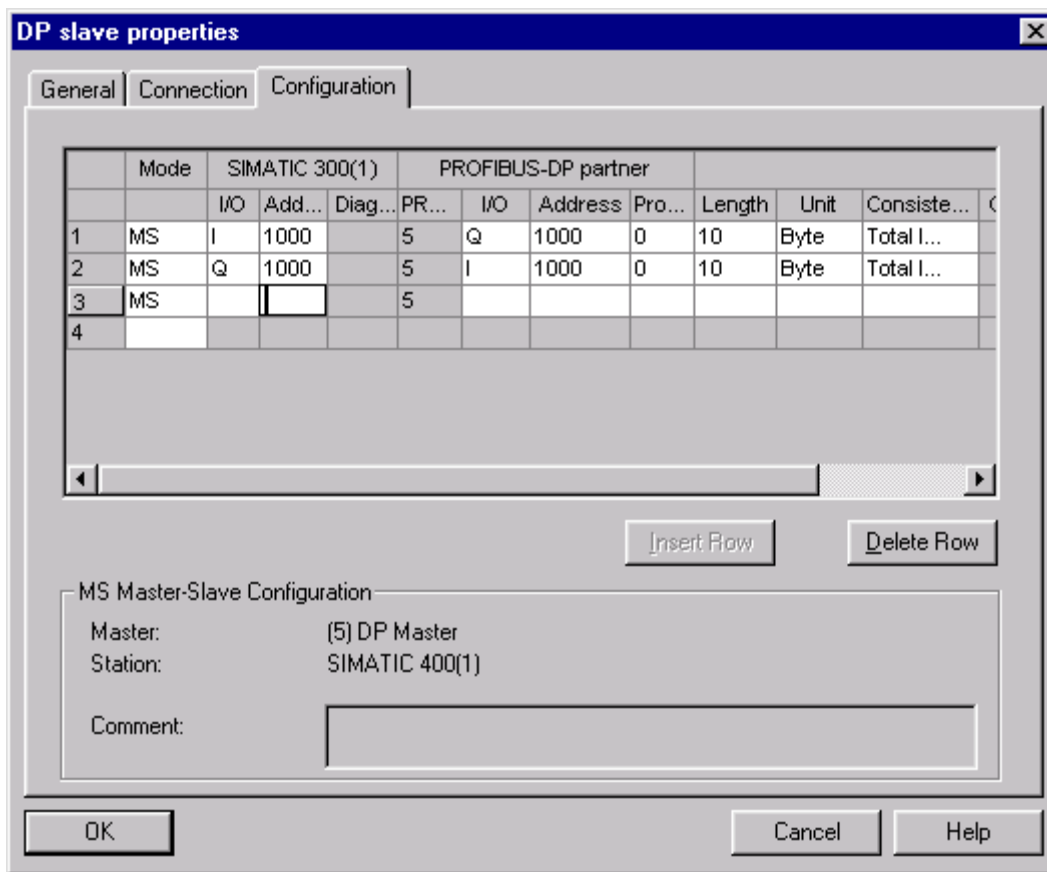


Рис. 4.18 HW-Config, “DP-slave properties”, закладка ”Configuration”

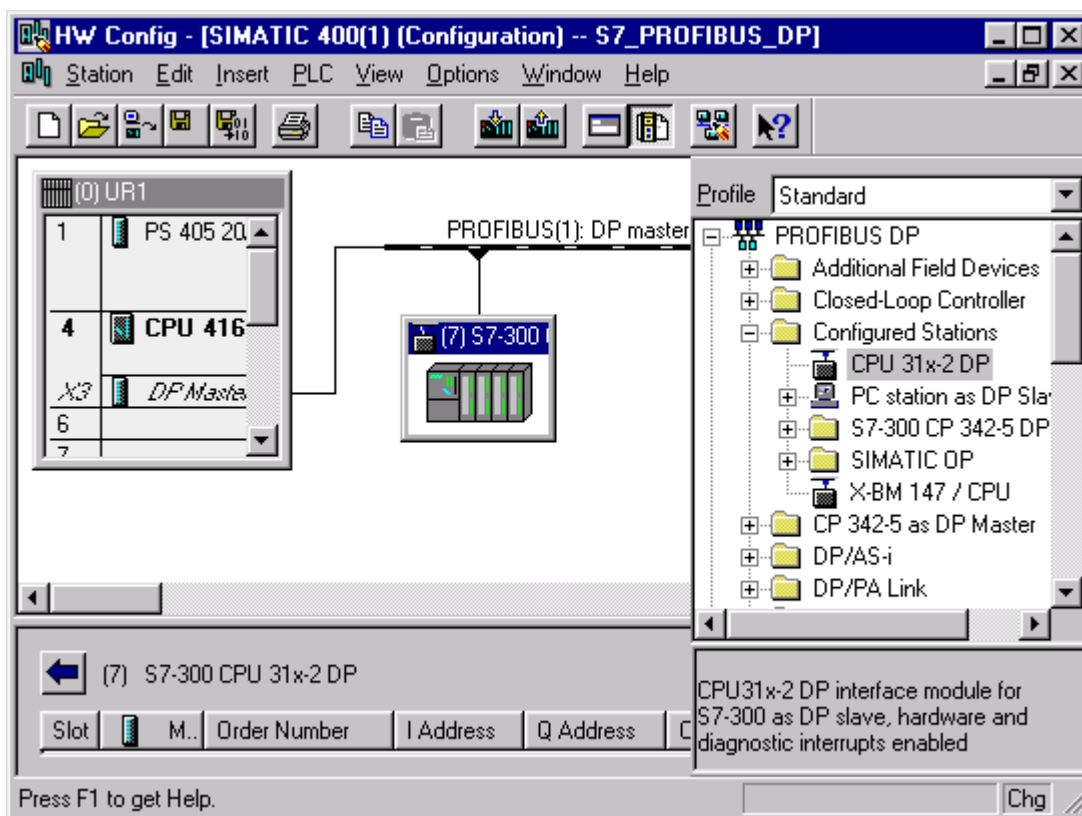


Рис. 4.19 HW-Config, окно станции SIMATIC 400

### 4.3 Использование коммуникационных процессоров CP443-5 Ext и CP342-5

Коммуникационный процессор CP443-5 Ext может быть только DP-Master'ом. Он ничем не отличается от встроенного интерфейса DP. В его окне свойств есть закладка "*Diagnostics*" ("*Диагностика*"). Она предназначена для диагностики с помощью пакета NCM Profibus (см. главу 7).

Коммуникационный процессор CP342-5 может быть как DP-Master'ом, так и DP-Slave'ом. На рис.4.20 показаны окна HW-Config для системы с CP342-5. Для работы с этим CP требуются специальные функции (см. далее).

В окне свойств CP342-5, на закладке "*Operation Mode*" можно выбрать вид работы CP342-5. Если выбран режим "*DP slave*", то можно данный Slave сделать как активным (установлено по умолчанию), так и пассивным Slave'ом (см. гл.3, стр.5, раздел 3.2).

В окне свойств CP342-5, на закладке "*Options*" (см. рис.4.22) можно установить, где будут сохраняться системные блоки данных, относящиеся к CP: в папке "*Blocks*" CPU или в такой же папке CP. По умолчанию SDB сохраняются в CPU.

У CP342-5 в окне свойств есть также закладка "*Diagnostics*", предназначенная для диагностики с помощью пакета NCM Profibus (см. далее).

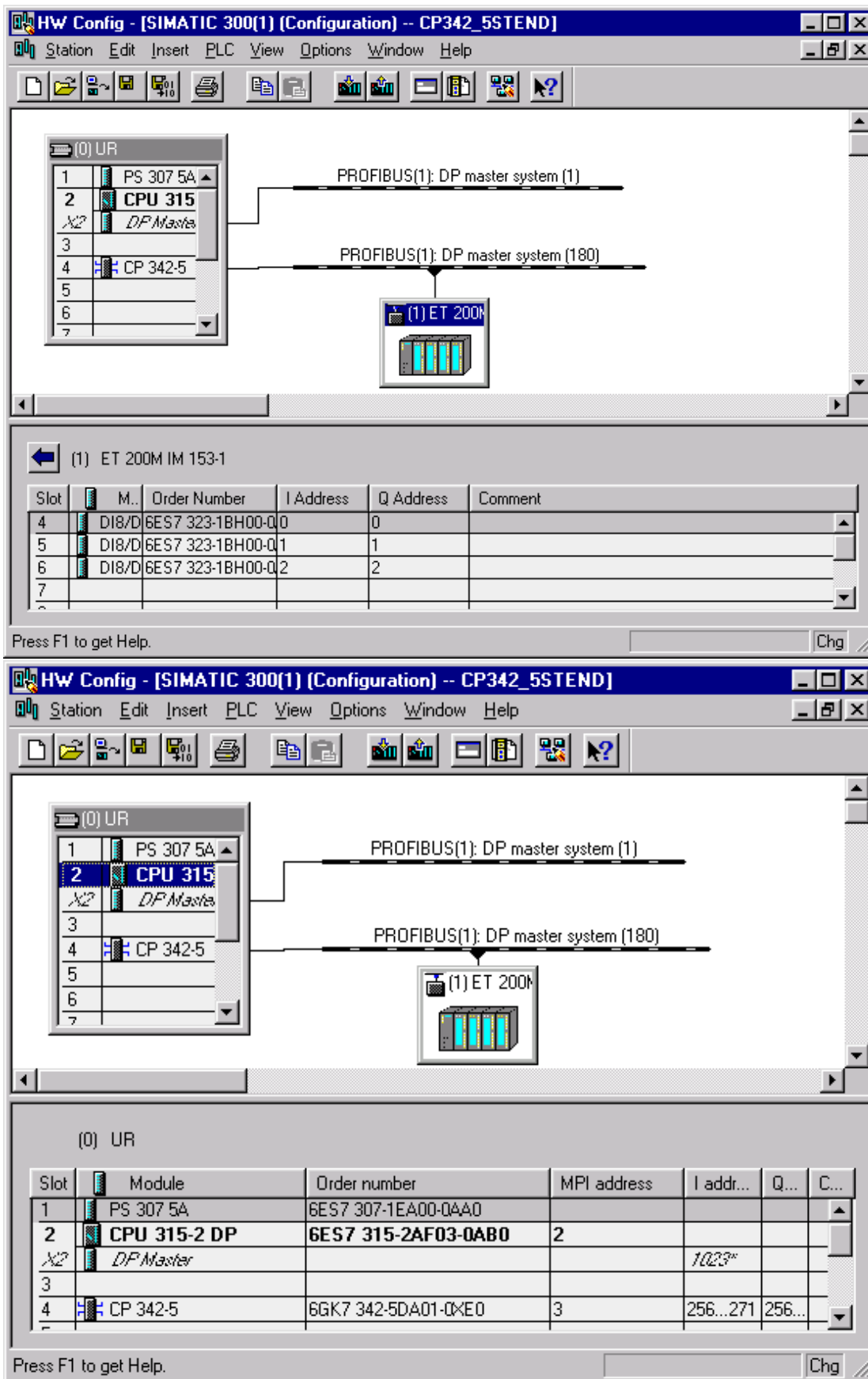
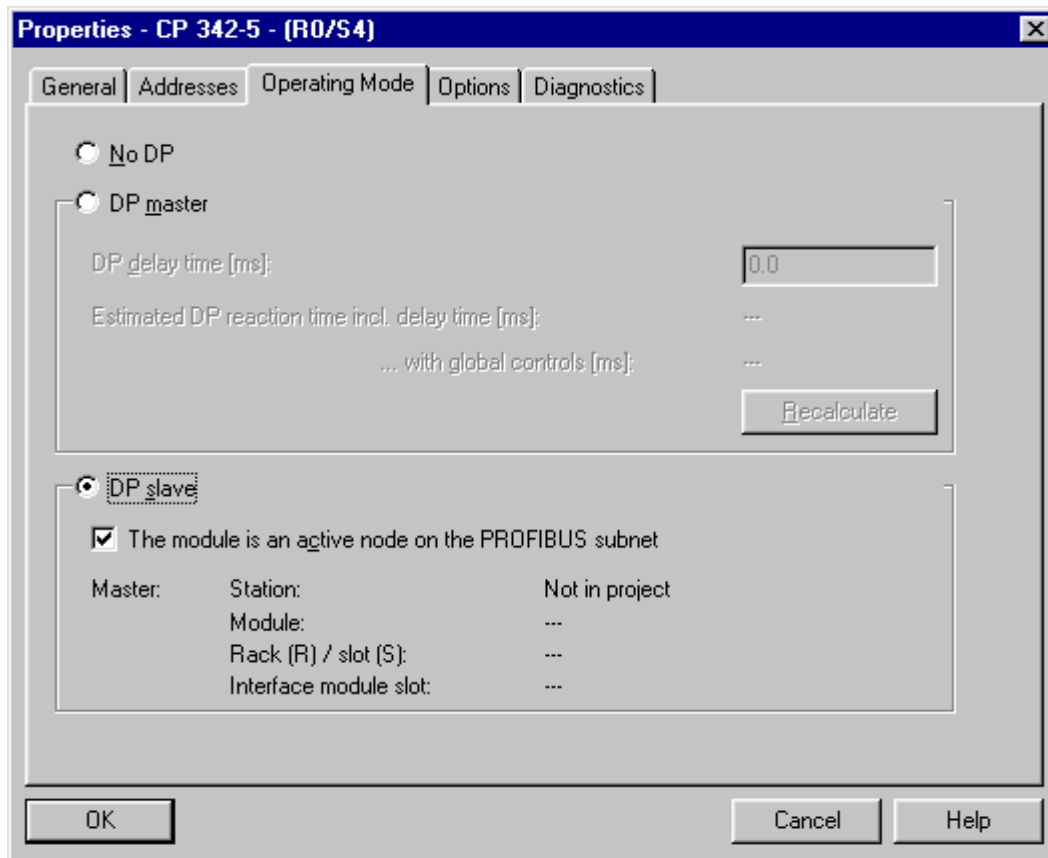
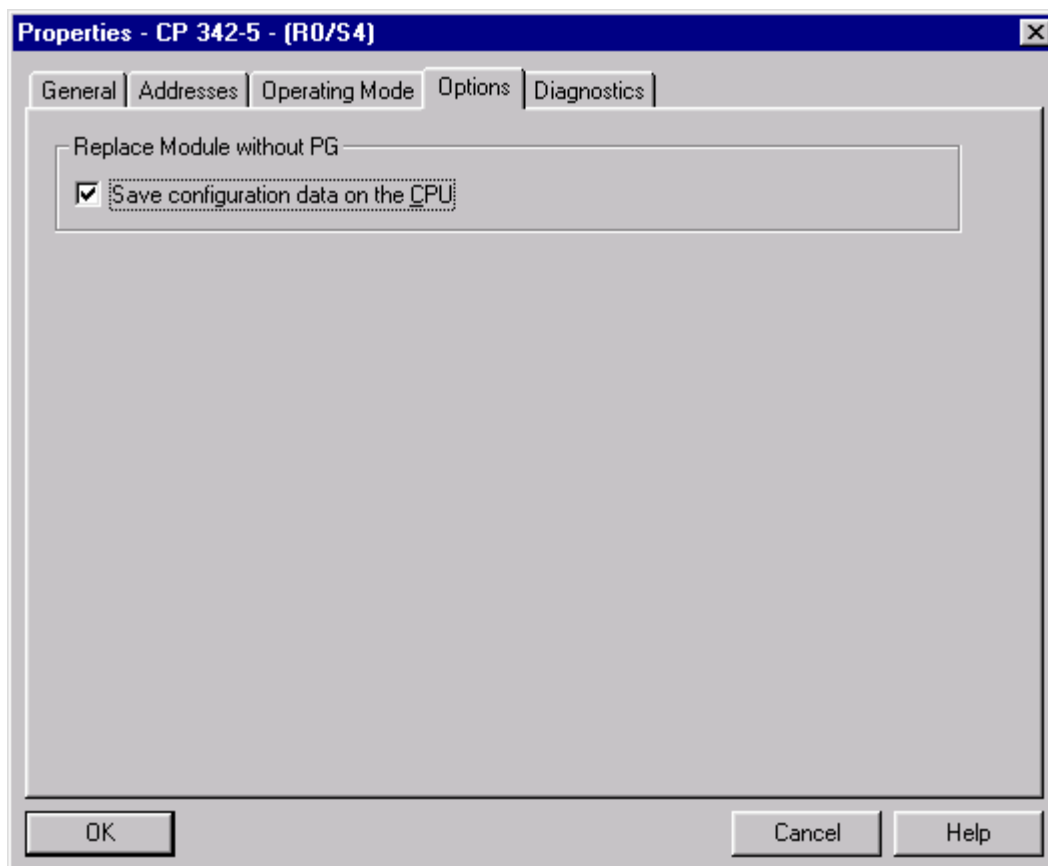


Рис. 4.20 Утилита HW-Config для PLC с CP342-5 - Master



**Рис.4.21** Свойства CP342-5: Operation Mode



**Рис. 4.22** Свойства CP342-5: Options