

# 3

## Конфигурирование сетей

### 3.1 Конфигурирование электрических сетей

#### Сети PROFIBUS

Сети PROFIBUS были разработаны специально для использования в условиях промышленного производства, и одним из их главных свойств является защищённость от электромагнитных помех, в результате чего достигается высокая степень достоверности передаваемых данных. Для достижения этой защищённости необходимо следовать ряду руководящих документов при конфигурировании электрических сетей.

#### Параметры

При проектировании электрических сетей следует принимать во внимание следующие параметры:

- Скорость передачи, необходимая для выполнения задачи (в пределах сети может использоваться только одно значение скорости, выбранное из специального ряда)
- Требуемое количество узлов
- Требуемый тип сетевых компонентов (шинных терминалов, шинных штекеров, соединительных кабелей)
- Какие кабели ЛВС должны использоваться
- Требуемые длины сегментов
- Механическая и электромагнитная обстановка в зоне прокладки кабеля (например, защита от перенапряжений, маршрут прокладки кабеля)
- Количество повторителей RS-485 между двумя любыми ТПД не должно быть больше 9
- Увеличение общей протяжённости сети с помощью повторителей может привести к увеличению времени передачи, что может потребоваться принять во внимание при конфигурировании сети (см. Раздел 3.3).

#### Подключение оконечной нагрузки

Независимо от того, какая скорость передачи используется, на концах всех сегментов должны быть подключены оконечные нагрузки, что на практике осуществляется путём включения нагрузочного сопротивления в штекере. После включения нагрузочного сопротивления дополнительные секции кабеля подсоединить нельзя.

Нагрузочное сопротивление действует только в том случае, когда на него подано напряжение. Это означает, что на соответствующий ТПД или повторитель RS-485 должно быть подано напряжение питания. В качестве постоянного нагрузочного сопротивления можно также использовать активную оконечную нагрузку (терминатор) PROFIBUS.

**Примечание**

При выключении ТПД или повторителя, или при отсоединении шинного штекера или ответвления подача напряжения питания на нагрузочные сопротивления не должна прерываться. Если стабильную подачу напряжения на оконечное сопротивление гарантировать нельзя, следует использовать активную оконечную нагрузку (терминатор) PROFIBUS.

**3.1.1 Длины сегментов при скоростях передачи до 500 кбит/с**

**Скорости передачи до 500 кбит/с**

Ниже приводятся значения максимальных длин сегментов, которые можно достичь при использовании кабелей ЛВС SIMATIC NET PROFIBUS:

Таблица 3-1 Возможные длины сегментов

Скорость передачи (кбит/с)	Длина сегмента и тип кабеля	
	- Стандартный FC кабель - FC кабель с повышенной устойчивостью - FC FRNC кабель - FC кабель для пищевой промышленности - FC кабель для прокладки под землей - Судовой кабель SIENOPYR-FR	- FC кабель для подвижных механизмов - Гибкий PROFIBUS кабель - PROFIBUS кабель для гирляндного монтажа
9.6	1000 м	900 м
19.2	1000 м	900 м
45.45	1000 м	900 м
93.75	1000 м	900 м
187.5	1000 м	700 м
500	400 м	400 м

В пределах одного сегмента допускается выполнять не более 32 подключений к шине (ТПД, повторители, модули OLM, BT12 M и т.п.).

**Длина ответвлений**

Если кабель ЛВС не присоединяется непосредственно к шинному штекеру (например, при использовании шинного терминала PROFIBUS), необходимо учитывать максимально допустимую длину ответвлений!

В следующей таблице приводятся максимальные допустимые длины ответвлений на один шинный сегмент:

Таблица 3-2 Длины ответвлений на один сегмент

Скорость передачи	Макс. длина ответвлений на один сегмент	Количество узлов с длиной ответвления ...	
		1.5 м или 1.6 м	3 м
9.6 - 93.75 кбит/с	96 м	32	32
187.5 кбит/с	75 м	32	25
500 кбит/с	30 м	20	10

### 3.1.2 Длины сегментов при скорости передачи 1.5 Мбит/с

#### Скорость передачи 1.5 Мбит/с

При использовании ЛВС-кабеля SIMATIC NET PROFIBUS могут быть реализованы следующие максимальные длины сегментов:

Таблица 3-3 Возможные длины сегментов

Скорость передачи (кбит/с)	Длина сегмента и тип кабеля	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Стандартный FC кабель</li> <li>- FC кабель с повышенной устойчивостью</li> <li>- FC FRNC кабель</li> <li>- FC кабель для пищевой промышленности</li> <li>- FC кабель для прокладки под землей</li> <li>- Судовой кабель SIENOPYR-FR</li> </ul>
1.500	200 м	200 м

#### Подключение узлов при скорости 1.5 Мбит/с

Каждое подключение узла к кабелю ЛВС вносит дополнительную ёмкость и, следовательно, рассогласование, которое не сказывается на более низких скоростях передачи. В то же время, при скорости передачи 1.5 Мбит/с из-за подобных рассогласований могут возникнуть проблемы, если при выборе типа, количества и схемы расположения узлов не придерживаться следующих указаний.

#### Показатели ёмкости

Чтобы определить допустимую конфигурацию, необходимо наличие методики, которая бы позволяла оценить подключаемые компоненты с точки зрения ёмкостной нагрузки, которую они представляют для шины. Для этого используются показатели ёмкости, характеризующие каждый компонент (см. Таблицу 3-4).

9-контактные sub-D гнезда, используемые в качестве интерфейсов PROFIBUS (в CP, OLM ...) показателями ёмкости не характеризуются. Их влияние учтено в показателях, которые приводятся в таблице.

Таблица 3-4 Показатели для сегментов при скорости 1.5 Мбит/с

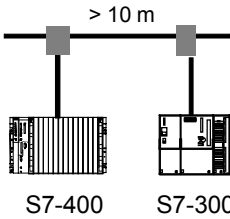
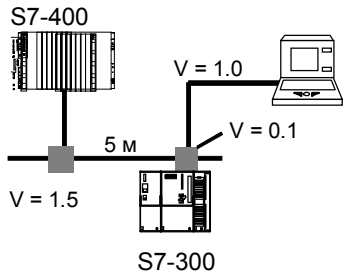
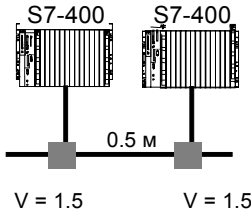
Наименование продукта	Показатель (V)
Шинный терминал с ответвлением длиной 1.5 м (Заказной № 6GK1 500-0AA00, исполн. 2)	1.5
Шинный терминал с ответвлением длиной 1.5 м, с гнездом для PG (Заказной №. 6GK1 500-0DA00, исполн. 2)	1.5
Шинный терминал с ответвлением длиной 3.0 м (Заказной № 6GK1 500-0BA00, исполн. 2)	2.5
Шинный штекер с выходом для кабеля под углом 30° (Заказной № 6ES7 972-0BA30-0XA0)	0.7
Шинный штекер с аксиальным выходом для кабеля (Заказной №.: 6GK1 500-0EA02) Шинный штекер с аксиальным выходом для кабеля для быстрого подключения (FastConnect) (Заказной №: 6GK1 500-0FC00) Шинный штекер с выходом для кабеля под углом 90° (Заказной №: 6ES7 972-0BA11-0XA0) Шинный штекер с выходом для кабеля под углом 90° с гнездом для PG (Заказной №: 6ES7 972-0BB11-0XA0) Шинный штекер с выходом для кабеля под углом 90° для быстрого подключения (FastConnect) (Заказной №: 6ES7 972-0BA50-0XA0) Шинный штекер с выходом для кабеля 90° с гнездом для PG (Заказной №: 6ES7 972-0BB50-0XA0) Шинный штекер с выходом для кабеля под углом 35° (Заказной №: 6ES7 972-0BA40-0XA0) Шинный штекер с выходом для кабеля под углом 35° с гнездом для PG (Заказной №: 6ES7 972-0BB40-0XA0)	0.1
Шинный терминал BT12M (Заказной № 6GK1500-0AA10)	0.1
Повторитель RS-485 (подключение шинных сегментов) (Заказной № 6ES7 972-0AA01-0XA0)	0.1
Активная оконечная нагрузка PROFIBUS (активный элемент для подключения к RS-485) (Заказной № 6ES7 972-0DA01-0AA0)	0.1
Соединительный кабель SIMATIC S5/S7 для подключения PG к сети PROFIBUS-DP для скорости 12 Мбит/с (Заказной №: 6ES7 901-4BD00-0XA0)	0.5

## Правила

При скорости передачи 1.5 Мбит/с в отношении допустимого количества узлов и их распределения/компоновки в пределах сегмента SIMATIC NET PROFIBUS необходимо придерживаться следующих правил:

1. Максимально допустимое количество узлов в пределах любого сегмента - не более 32.
2. Суммарный показатель ёмкости всех соединительных элементов в пределах сегмента должен быть  $\leq 25$ ).
3. В отношении расстояния между двумя соседними соединительными элементами применяются следующие правила (под расстоянием, в данном случае, понимается длина кабеля ЛВС):
  - 3.1 Если расстояние между двумя соседними соединительными элементами превышает 10 м, показатели ёмкости соединительных элементов можно не принимать во внимание.
  - 3.2 Если расстояние между двумя соседними соединительными элементами превышает сумму двух показателей соединительных элементов в метрах, размещение этих элементов не критично и никаких дополнительных условий принимать во внимание не требуется. Показатель соединительного кабеля для PG или соединительного кабеля для SIMATIC S5/S7 на 12 Мбит/с необходимо добавить к показателю соответствующего соединительного элемента.
  - 3.3 Если условия пункта 3.2 не соблюдаются, следовательно, речь идёт о группе, что требует соблюдения дополнительных условий:
    - Элементы для подключения могут располагаться настолько близко друг к другу, насколько это требуется, но сумма их показателей при этом не должна превышать 5.
    - Расстояние, в метрах, между двумя соседними группами, должно быть, по крайней мере, равным сумме показателей этих двух групп.

Таблица 3-5 Примеры, иллюстрирующие правила конфигурирования

<p>Специальные условия соблюдать не требуется, если длина кабеля ЛВС между двумя ТПД больше 10 м</p>	<p>Кабель ЛВС &gt; 10 м</p>  <p>S7-400 S7-300</p>
<p>Специальные условия соблюдать не требуется, если длина кабелей ЛВС между двумя ТПД больше, чем сумма показателей обоих ТПД.</p> <p>Если шинный терминал или штекер имеет гнездо для подключения PG, при расчёте показателей следует учитывать подключенный соединительный кабель для PG.</p>	<p>Шинный кабель, напр., 5 м  <math>V = 1.5 + 1.0 + 0.1 = 2.6</math>          5 м &gt; 2.6 м (сумма показателей в метрах)</p>  <p>S7-400          V = 1.5          5 м          V = 1.0          V = 0.1          S7-300</p>
<p>Если сумма показателей превышает длину кабелей ЛВС между ТПД, следует принять во внимание показатели группы.</p> <p>Элементы могут располагаться рядом друг с другом, но суммарный показатель группы не должен превышать 5.</p>	<p>Кабель ЛВС, напр., 0.5 м  <math>V = 1.5 + 1.5</math>          0.5 м &lt; 3 м <math>\Rightarrow</math> сформирована группа  <math>\Rightarrow</math> сумма показателей <math>\leq 5</math></p>  <p>S7-400 S7-400          0.5 м          V = 1.5 V = 1.5</p>

### 3.1.3 Сегменты для скоростей передачи до 12 Мбит/с

#### Скорость передачи до 12 Мбит/с

Таблица 3-6 Возможные длины сегментов

Скорости передачи в Мбит/с	Длины сегментов и тип кабеля	
	- Стандартный FC кабель - FC кабель с повышенной устойчивостью - FC FRNC кабель - FC кабель для пищевой промышленности - FC кабель для прокладки под землей - Судовой кабель SIENOPYR-FR	- FC кабель для подвижных механизмов - Гибкий PROFIBUS кабель - PROFIBUS кабель для гирляндного монтажа
3	100 м	100 м
6	100 м	100 м
12	100 м	100 м

При проектировании сегментов для скоростей передачи от 3 Мбит/с до 12 Мбит/с необходимо принимать во внимание следующие факторы:

- Для подключения ТПД к сегментам шины могут использоваться только шинные штекеры, пригодные для работы на скорости 12 Мбит/с, или шинный терминал BT12M.
- Максимальная длина сегмента не должна превышать 100 м.
- Максимальное количество подключений к шине (узлов, OLM, повторителей RS-485 и т.д.) на один сегмент равно 32.
- Для подключения программатора или ПК в ответвлении допускается использовать лишь соединительный кабель "Соединительный кабель для SIMATIC S5/S7, 12 Мбит/с, заказной номер 6ES7901-4BD00-0XA0".

#### Примечание

Если несколько шинных штекеров находятся близко друг от друга (т.е., когда длина кабеля между двумя соседними штекерами меньше 1 метра) (например, когда несколько ведомых устройств находятся в одном шкафу), следует избегать отсоединения нескольких шинных штекеров одновременно на длительное время. Отсоединение нескольких шинных штекеров не обязательно приводит к ошибкам, но может существенно снизить надёжность сегмента (помехоустойчивость).

### 3.1.4 Конфигурирование электрических сетей с повторителями RS-485

#### Повторитель RS-485

Чтобы увеличить количество узлов в сети (> 32) или увеличить длину кабеля между двумя узлами, можно объединять между собой сегменты с помощью повторителей RS-485, формируя, таким образом, сеть. На рисунке 3-1 показано, как строится сеть путём объединения нескольких сегментов с помощью повторителей.

Повторители RS-485 поддерживают все скорости передачи от 9.6 Кбит/с до 12 Мбит/с.

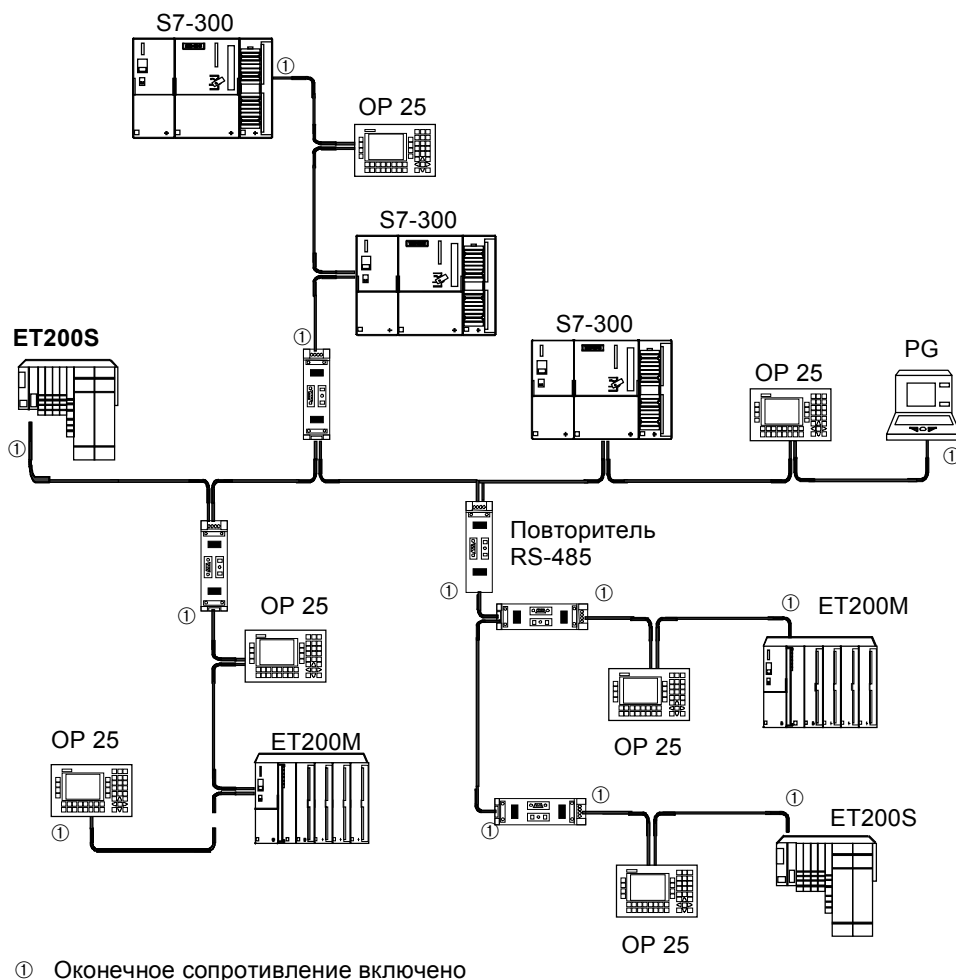


Рисунок 3-1 Схема электрической сети PROFIBUS с использованием повторителей RS-485



## Конфигурирование

При конфигурировании электрической сети с повторителями RS-485 необходимо принимать во внимание следующие условия:

- Максимальная длина сегмента для определенной скорости передачи не может превышать значение, приведенное в таблицах 3-1, 3-3, 3-6
- Максимальное количество подключений к шине (узлов, OLM, повторителей RS-485 и т.д.) в пределах одного сегмента не может быть больше 32. При скорости передачи 1.5 Мбит/с это число может быть меньшим (см. Раздел 3.1.2).
- Максимальное количество узлов в пределах одной сети не может быть больше 127.
- Максимальное количество повторителей RS-485, которые могут подключаться между двумя узлами, не может быть больше 9.

## 3.2 Конфигурирование оптических сетей

### Конфигурирование параметров оптических сетей

При конфигурировании оптических сетей PROFIBUS необходимо учитывать следующие условия и параметры:

- При использовании волоконно-оптических кабелей два устройства могут быть связаны между собой только по схеме "точка-точка".
- Максимальное затухание сигнала в канале передачи (энергетический потенциал) должно находиться в допустимых пределах.
- Минимальные или максимальные допустимые скорости передачи компонентов (передача данных в сети может осуществляться лишь на одной скорости из определённого ряда).
- Должны использоваться правила последовательного включения (каскадирования) компонентов.
- Максимально допустимое количество узлов в сети.
- Время задержки передачи, при значительной протяжённости сетей.

### 3.2.1 Принцип работы системы передачи данных по волоконно-оптическому кабелю

#### Введение

В данном разделе описывается структура и функции оптической системы передачи данных. Приведенная здесь информация поможет Вам понять правила расчёта оптического энергетического потенциала, речь о котором пойдёт в следующем разделе.

#### Канал передачи

Канал оптической передачи состоит из передатчика, световедущего оптического волокна и приёмника.

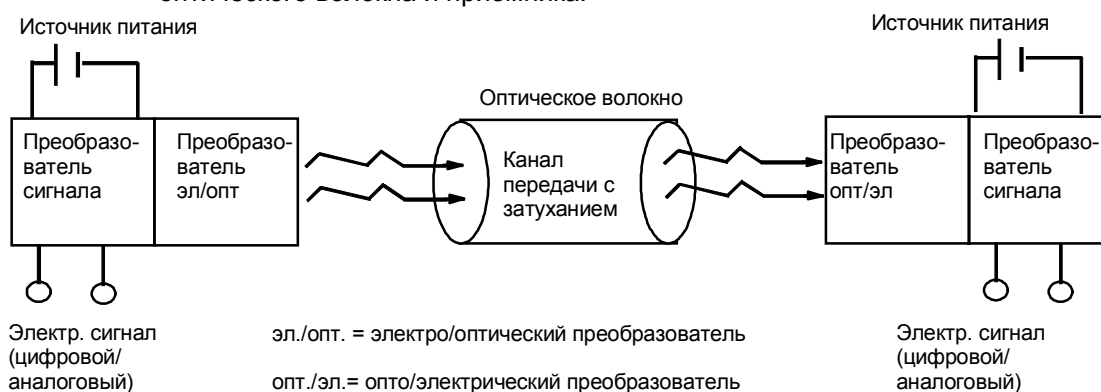


Рисунок 3-2 Схема канала

#### Передатчик

**Передатчик** - цифровая система для оптической передачи данных, состоящая из преобразователя сигнала, который конвертирует цифровые сигналы, поступающие от электронных устройств, в импульсный сигнал, пригодный для электро-оптического преобразователя, и самого электро-оптического преобразователя (эл./опт. преобразователь), который конвертирует электрические импульсы в оптические сигналы. В сетях SIMATIC NET PROFIBUS в качестве эл./опт. преобразователей используются светодиоды. Светодиоды выпускаются в различных исполнениях для работы с разными средами передачи.

#### Среда передачи

В сетях SIMATIC NET PROFIBUS используются следующие **среды передачи**:

- Пластиковые волоконно-оптические кабели
- Волоконно-оптические кабели PCF (волокно в полимерной оболочке)
- Стекланные волоконно-оптические кабели

Более подробную информацию о различных волоконно-оптических кабелях, используемых в сетях SIMATIC NET PROFIBUS, смотрите в Главе 7.

## Приёмник

**Приёмник** - цифровая система оптической передачи данных, состоящая из оптоэлектронного преобразователя (фотодиода), который конвертирует оптические сигналы в электрические, и преобразователя сигналов, который конвертирует электрические импульсы, принятые от фотодиода, в электрические сигналы, с которыми могут работать подключенные электронные устройства.

## Ослабление (затухание)

Затухание в канале передачи определяется следующими факторами:

- Выбранный тип оптоволокну
- Длина волны передающих светодиодов
- Тип соединителя
- Для стеклянного оптоволокну – количество стыков (в том числе, после ремонта)
- Длина оптоволокну (длина кабеля)
- Запас по мощности канала (например, на старение и температурную зависимость свето- и фотодиодов).

### 3.2.2 Оптический энергетический потенциал волоконно-оптической системы передачи данных

#### Оптический энергетический потенциал

Мощность передаваемого ( $P_{out}$ ) и принимаемого ( $P_{rec}$ ) оптического сигнала указывается в дБм, а затухание, вызываемое соединителями (штекерами) и волокном - в дБ.

дБм - относительные единицы, описывают логарифм отношения уровня мощности к эталонной мощности  $P_0 = 1$  мВт. Для расчёта используется следующая формула:

$$P_x [\text{дБм}] = 10 \cdot \log(P_x [\text{мВт}] / P_0)$$

Примеры:

Мощность передатчика $P_x$	Мощность передатчика как логарифм отношения мощностей $P_x$ к $P_0$
10 мВт	+ 10 дБм
1 мВт	0 дБм
1 мкВт	- 30 дБм

#### Передатчик

В зависимости от используемого волокна, указывается минимальная или максимальная мощность оптического сигнала, которая может излучаться передатчиком в волокно. Эта мощность ослабляется вследствие затухания в подключенном канале передачи, вызываемого самим кабелем (длина, поглощение, рассеивание, длина волны), а также используемыми соединителями (штекерами).

#### Приёмник

Приёмник характеризуется светочувствительностью (чувствительностью к оптическому сигналу) и своим динамическим диапазоном. При конфигурировании оптического канала, необходимо убедиться в том, что мощность, достигающая приёмника, не выходит за пределы его динамического диапазона. Если мощность находится ниже этого диапазона, это приводит к увеличению частоты появления ошибок в двоичном разряде (BER) из-за роста отношения сигнал/шум на входе приёмника. Если динамический диапазон превышает сверху, насыщение и перегрузка приводят к увеличению искажения импульсов и, следовательно, также увеличивает частоту появления ошибок в двоичном разряде.

### Энергетический потенциал

Энергетический потенциал оптического канала учитывает не только ослабление в самом волокне, температурную зависимость и старение, но также и величины ослабления используемых соединителей и стыков, а, следовательно, несёт точную информацию о том, возможно или нет применение данного оптического канала. Начальной точкой для расчёта максимальной длины канала передачи является минимальная мощность передатчика, которую он может излучить в волокно определённого типа. Для упрощения расчетов, энергетический потенциал рассчитывается в дБм и дБ.

Из минимальной мощности передатчика вычитается следующее:

- Ослабление волокна  $a_{\text{FOC}}$  [дБ/км или дБ/м] (см. данные производителей)
- Входная мощность, необходимая для приёмника

Переходные затухания передающих и приёмных диодов уже учтены в данных о мощности передатчика и чувствительности приёмника.

### Пластиковые ВО кабели и ВО кабели с пластиковым покрытием

Пластиковые и PCF ВО кабели можно использовать лишь на коротких расстояниях вследствие относительно высокого ослабления оптического сигнала. Они прокладываются единым сегментом (без стыков). Волоконно-оптические соединения с использованием устройств сочленения или стыками рассматривать не следует, поскольку они ещё более снижают охватываемое расстояние.

Максимальные допустимые длины кабелей приводятся в таблицах 3–7 и 3–8.

### Стеклянные ВО кабели

Стеклянные ВО кабели могут покрывать расстояния порядка километров. Часто оказывается невозможным проложить кабель на такое расстояние в виде единого отрезка. В таком случае волоконно-оптический канал «собирается» из отрезков кабелей.

Сочленения или стыки в местах объединения сегментов всегда означают определённое затухание сигнала.

При использовании в качестве каналов передачи стекловолокна также следует принимать во внимание следующие факторы:

- Затухание на стыках
- Ослабление соединителями (штекерами)
- При расчёте энергетического потенциала запас по мощности канала следует поддерживать не менее 3 дБ (при длине волны 860 нм) или 2 дБ (при длине волны 1300 нм).

## Стыки

Помимо запроектированных стыков необходимо принимать в расчёт и стыки, возникающие вследствие ремонта. В зависимости от маршрута прокладки кабелей и вероятности механического повреждения, при расчёте энергетического потенциала необходимо учитывать один или несколько вероятных ремонтов (приблизительно 1 на 500 м). Ремонт всегда означает два стыка, поскольку необходимо вводить новый отрезок кабеля (длина которого зависит от точности контрольно-измерительной аппаратуры).

## Запас канала по мощности

При расчете энергетического потенциала необходимо заботиться о том, чтобы запас по мощности канала поддерживался, по меньшей мере, равным 3 дБ (при длине волны 860 нм) или, по меньшей мере, 2 дБ (при длине волны 1300 нм).

Если рассчитанный запас мощности канала оказывается меньшим, надёжность такого канала передачи, в том виде, в каком он спроектирован, можно поставить под сомнение. Другими словами, канал передачи может нормально функционировать при вводе в эксплуатацию, поскольку компоненты, как правило, имеют лучшие рабочие характеристики по сравнению с номинальными (в частности, не бывшие в эксплуатации), но вследствие старения, замены компонентов при ремонтах и изменении условий окружающей среды, частота возникновения ошибок в единичных битах имеет тенденцию к увеличению вплоть до уровня, при котором надёжность падает ниже допустимого значения, и растёт тем быстрее, чем дольше оборудование эксплуатируется.

---

### Примечание

Чтобы избежать возможных ошибок при монтаже канала передачи, при прокладке стеклянного оптоволокна, проложенные секции необходимо тестировать во время прокладки, а измеренные значения протоколировать (см. Раздел А-2 "Тестирование ВО каналов передачи").

---

## Рабочая таблица

В Разделе 3.2.4 данного руководства приводится рабочая таблица для расчета энергетического потенциала каналов передачи, выполненных из стеклянного оптоволокна.

### 3.2.3 Длины кабелей для пластиковых и PCF ВО каналов

Длина тракта передачи, выполненного на волоконно-оптических кабелях, **не зависит** от скорости передачи.

Каждый узел оптической сети PROFIBUS выполняет функции повторителя, поэтому приводимая ниже информация относится к расстоянию между двумя соседними, соединенными между собой узлами сети PROFIBUS.

Максимальная длина кабеля между двумя узлами сети PROFIBUS зависит от типа используемого волоконно-оптического кабеля и компонентов оптической сети.

Таблица 3-7 Допустимые длины кабеля при использовании встроенных оптических интерфейсов или OBT

Волоконно-оптический кабель SIMATIC NET PROFIBUS	Максимальные длины кабеля между двумя узлами (м)	Для 1 сети (= 32 узла) (м)
Пластиковый волоконно-оптический кабель, двухжильный	50	1550
Пластиковый волоконно-оптический кабель, стандартный	50	1550
PCF волоконно-оптический кабель, стандартный	300	9300

Таблица 3-8 Допустимые длины кабелей в сети с использованием OLM

Волоконно-оптический кабель SIMATIC NET PROFIBUS	Максимальные длины кабеля между двумя узлами (в м)	Для 1 сети (= 32 узла) (в м)
Пластиковый волоконно-оптический кабель, двухжильный	50	1550
Пластиковый волоконно-оптический кабель, стандартный	80	2480
PCF волоконно-оптический кабель, стандартный	400	12400

#### Примечание

- Оптические шины могут содержать не более 32-х встроенных оптических интерфейсов, включенных последовательно.
- Несколько шин, содержащих до 32-х встроенных оптических интерфейсов, могут объединяться лишь с помощью OBT (оптических повторителей).
- В оптических сетях (имеющих структуру шины, звезды, кольца), содержащих только модули OLM, количество модулей OLM не может превышать 122.
- Количество всех оптических компонентов (встроенных интерфейсов, терминалов OBT, модулей OLM) в оптической сети PROFIBUS должно указываться при конфигурировании в параметре "Number of OLM, OBT" ("Количество OLM, OBT") (см. Раздел 3.3). Количество не должно превышать 122.



## Комбинирование пластикового и PCF волоконно-оптического кабелей

Для использования различных длин кабелей с наибольшей эффективностью, можно комбинировать пластиковые волоконно-оптические кабели и PCF кабели.

Например, связь между распределенными локальными DP-ведомыми с использованием пластикового оптоволокна (расстояния < 50 м) и связь между DP-ведущим и первым DP-ведомым шинной топологии с помощью PCF волоконно-оптического кабеля (расстояние > 50 м).

### 3.2.4 Расчет энергетического потенциала каналов, выполненных с использованием стеклянного оптоволокна и модулей OLM

#### Примеры расчета

В следующих рабочих таблицах приводятся типичные расчеты энергетического потенциала для стеклянных волоконно-оптических кабелей для сетей SIMATIC NET PROFIBUS. Одна таблица для модулей OLM/G11, OLM/G12 при длине волны 860 нм, а другая – для OLM/G11–1300 и OLM/G12–1300 при длине волны 1300 нм.

---

#### Примечание

Следует иметь в виду, что данные по затуханию в кабеле, приводимые в технических характеристиках, а также характеристики волоконно-оптических кабелей основываются на измерениях с использованием узкополосных лазерных источников излучения, точно настроенных на определенные длины волн.

Используемые на практике в качестве элементов передачи светодиоды излучают сигнал, имеющий более широкий частотный диапазон, средняя частота которого слегка отклоняется от длин волн, используемых при измерении.

Поэтому для всех соединений между компонентами сети SIMATIC NET PROFIBUS, выполненных с помощью многомодового стеклянного волоконно-оптического кабеля, необходимо применять следующие значения затухания:

3,5 дБ/км на 860 нм  
1,0 дБ/км на 1310 нм

---



---

#### Примечание

С точки зрения оптического энергетического потенциала расстояния между двумя модулями OLM не должны превышать следующие значения:

OLM/P11, OLM/P12	400 м
OLM/G11, OLM/G12, OLM/G12-EEC	3 км
OLM/G11-1300, OLM/G12-1300	15 км

---

**Энергетический потенциал для OLM/G11, G12, канал "точка-точка" с длиной волны**

$\lambda = 860 \text{ нм}$

Затухание в кабеле

Тип волокна	Затухание $a_{\text{Foc}}$	Длина кабеля $L$
62.5/125 мкм	3.5 дБ/км	2.85 км

$L * a_{\text{Foc}} =$  10.0 дБ

+

Затухание на соединителях

$a_{\text{Conn}}$	Количество
0.4 дБ	1

**Количество \*  $a_{\text{Conn}}$**  0.4 дБ

+

Затухание, вызываемое стыками

$a_{\text{Spl}}$	Количество
0.2 дБ	3

**Количество \*  $a_{\text{Spl}}$**  0.6 дБ

+

**Затухание в канале передачи**

$a_{\text{Path}} =$  11.0 дБ

Технические данные модулей OLM/G11, G12  
максимальная мощность, отдаваемая в  
оптоволокно 62.5/125 мкм

$P_{\text{out, min}}$
-13 дБм

Чувствительность приемника

$P_{\text{rec, min}}$
-28 дБм

**Максимальное допустимое ослабление**

$a_{\text{max}} = P_{\text{out, min}} - P_{\text{rec, min}} =$  15.0 дБ

**Запас по мощности канала**

$a_{\text{max}} - a_{\text{Path}} =$  4.0 дБ

Канал передачи можно применять без изменений в проекте.

**Энергетический потенциал для OLM G11–1300, G12–1300, один канал "точка-точка" при длине волны  $\lambda = 1310$  нм**

Затухание в кабеле

Тип волокна	Затухание $a_{Foc}$	Длина кабеля L
62.5/125 мкм	1.0 дБ/км	9 км

$$L * a_{Foc} = \boxed{9.0 \text{ дБ}}$$

+

Затухание на соединителях (штекерах)

$a_{Conn}$	Количество
1 дБ	0

$$\text{Количество} * a_{Conn} = \boxed{0 \text{ дБ}}$$

+

Затухание, вызываемое стыками

$a_{Spl}$	Количество
0.2 дБ	5

$$\text{Количество} * a_{Spl} = \boxed{1.0 \text{ дБ}}$$

+

**Затухание в канале передачи**

$$a_{Path} = \boxed{10.0 \text{ дБ}}$$

Характеристики OLM/G11–1300, G12–1300 мощность, которая может быть отдана в оптоволокну 62.5/125 мкм

$P_{out, min}$
-17 дБм

Чувствительность приемника

$P_{rec, min}$
-29 дБм

**Максимальное допустимое ослабление**

$$a_{max} = P_{out, min} - P_{rec, min} = \boxed{12 \text{ дБ}}$$

**Запас по мощности канала**

$$a_{max} - a_{Path} = \boxed{2 \text{ дБ}}$$

Канал передачи можно применять без изменений в проекте.

**Примечание**

Максимальная длина волоконно-оптического кабеля, который может быть поставлен в виде единого отрезка, зависит от типа кабеля, но составляет, примерно, 3 км на бухту. Более длинные каналы следует составлять из нескольких отрезков кабеля. Для соединения секций кабеля следует использовать элементы сочленения или стыки, которые снижают максимально допустимые длины кабеля вследствие вносимых ими ослаблений.

**Незаполненная таблица для расчета энергетического потенциала при использовании OLM**

Затухание для OLM/G11, G12, G11–1300 или G12–1300, один канал "точка-точка" при длине волны  $\lambda =$   
 Затухание в кабеле

Тип волокна (мкм)	Затухание $a_{\text{Foc}}$ в дБ/км	Длина кабеля L в км	
			$L * a_{\text{Foc}} =$ <input type="text"/> дБ

Затухание на соединителях (штекерах)

$a_{\text{Conn}}$ (дБ)	Количество	
		$\text{Количество} * a_{\text{Conn}}$ <input type="text"/> дБ

Затухание, вызываемое стыками

$a_{\text{Spl}}$ (дБ)	Количество	
		$\text{Количество} * a_{\text{Spl}}$ <input type="text"/> дБ

**Затухание в канале передачи**

$a_{\text{Path}} =$   дБ

Мощность, которую можно отдавать в мкм оптоволокно

$P_{\text{out, min}}$ (дБм)
<input type="text"/>

Чувствительность приемника

$P_{\text{rec, min}}$ (дБм)
<input type="text"/>

**Максимально допустимое ослабление**

$a_{\text{max}} = P_{\text{out, min}} - P_{\text{rec, min}} =$   дБ

**Запас по мощности канала**

$a_{\text{max}} - a_{\text{path}} =$   дБ

### 3.3 Время задержки передачи

Время реакции системы сети PROFIBUS зависит в сильной степени от следующих факторов:

- Тип используемой системы (система с одним или несколькими ведущими)
- Максимальное время реакции отдельных узлов
- Объем передаваемых данных
- Конфигурация шины (топология, длины кабелей, активные компоненты сети)

Параметры шины подстраиваются (конфигурируются) под конкретную сеть PROFIBUS с помощью программ конфигурирования, таких как COM PROFIBUS или STEP 7.

При использовании модулей оптической связи можно строить сети PROFIBUS чрезвычайно большой протяженности. Это позволяет использовать протяженные отрезки оптоволокна, а также каскадировать большое число компонентов. Всякий раз, когда пакет данных проходит через OLM, это означает задержку.

Из-за задержек, вызываемых кабелями и сетевыми компонентами, а также контролирующими механизмами этих компонент, параметр сети PROFIBUS "Slot Time" (Время ожидания) должен подстраиваться под расстояние, охватываемое сетью, топологию сети и скорость передачи.

### 3.3.1 Конфигурирование оптических шинных и звездообразных топологий с использованием OLM

#### Построение структуры системы

Сеть PROFIBUS конфигурируется, например, с помощью программы SIMATIC STEP 7. Конфигурирование шины начинается с создания структуры системы в диалоговом окне конфигурирования аппаратных средств “HW Config” программы STEP 7 (V5.0).

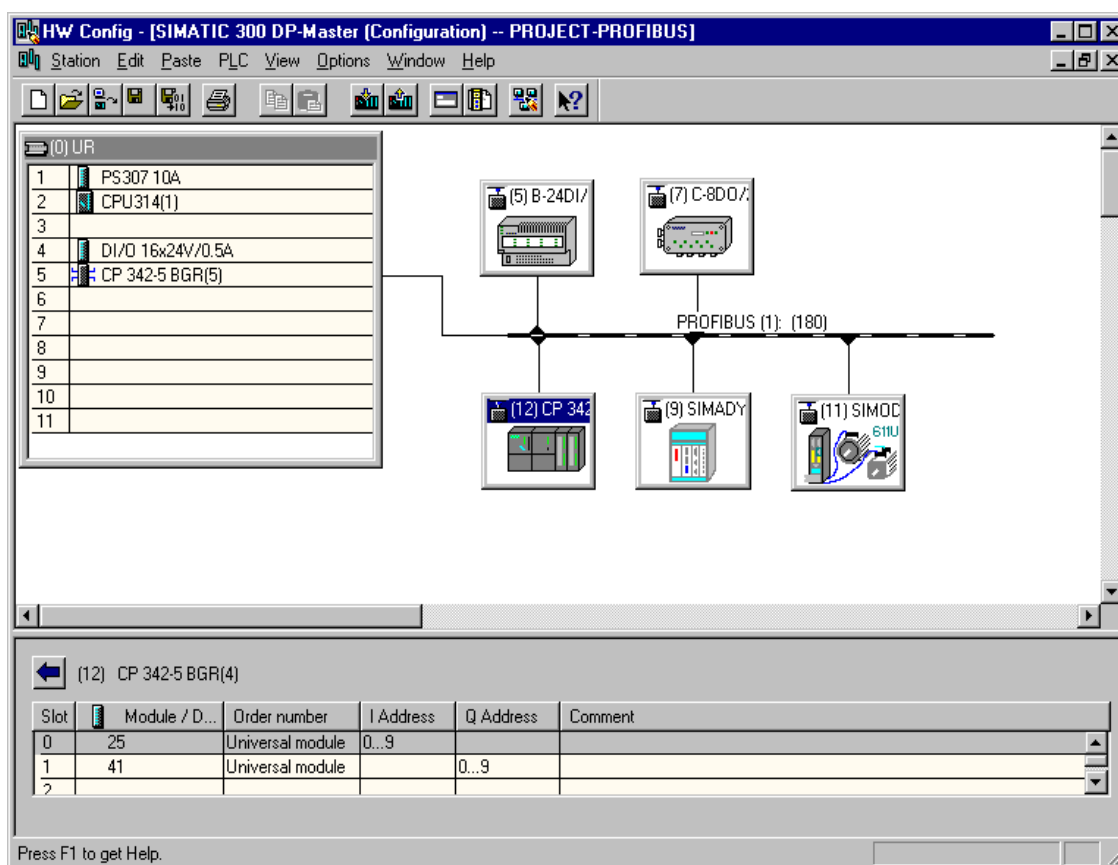


Рисунок 3-3 Диалоговое окно “HW Config” в STEP 7 (V5.0)

### Настройка свойств PROFIBUS

В диалоговом окне "Properties – PROFIBUS" ("Свойства – PROFIBUS") можно установить наивысший адрес станции (HSA), скорость передачи и профиль шины.

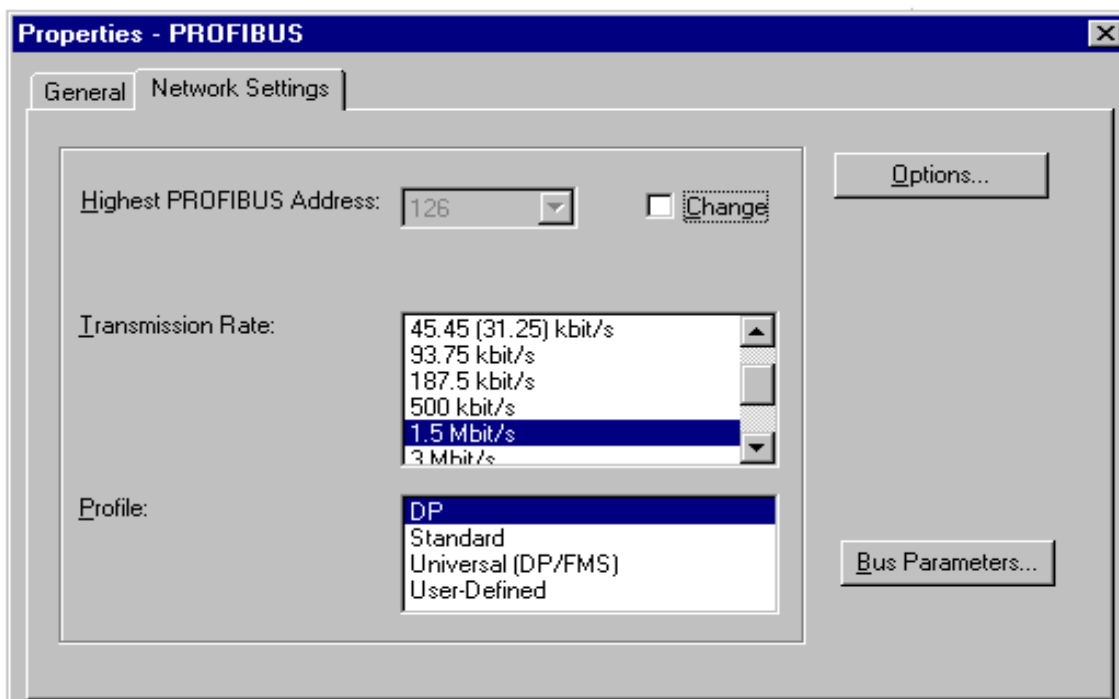


Рисунок 3-4 Диалоговое окно "Properties - PROFIBUS"

### Конфигурирование кабельной разводки

Во вкладке "Cables" ("Кабели") меню "Options" ("Опции") можно выполнить настройку конфигурации кабельной разводки (количество модулей OLM, длина кабеля).

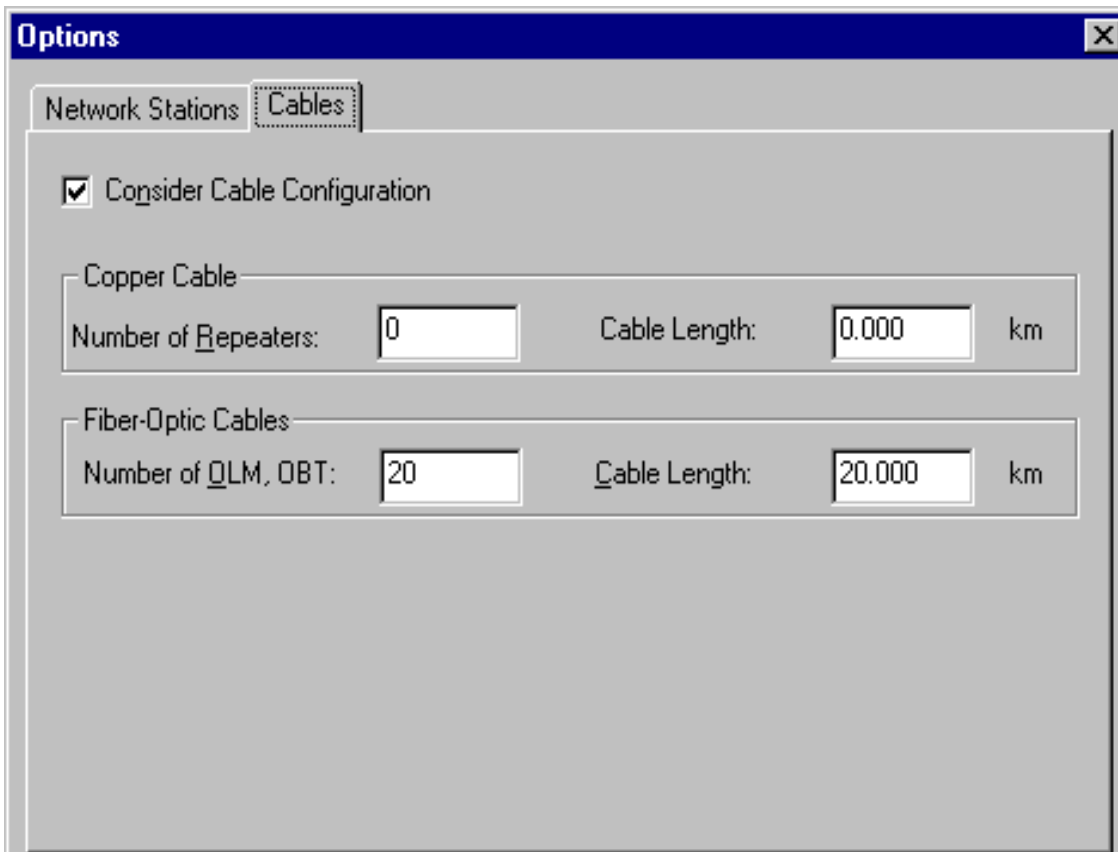


Рисунок 3-5 Вкладка "Options" -> "Cables"



### Проверка параметров шины

На основе введенных настроек инструмент конфигурирования может выполнить проверку фактической реализуемости параметра Slot time (Времени ожидания) для выбранной коммуникационной топологии. Если данное значение будет превышено системой вследствие дополнительных задержек в OLM и ВО кабелях, параметры подстраиваются. Вновь рассчитанные параметры шины отображаются в диалоговом окне "Bus Parameters" ("Параметры шины").

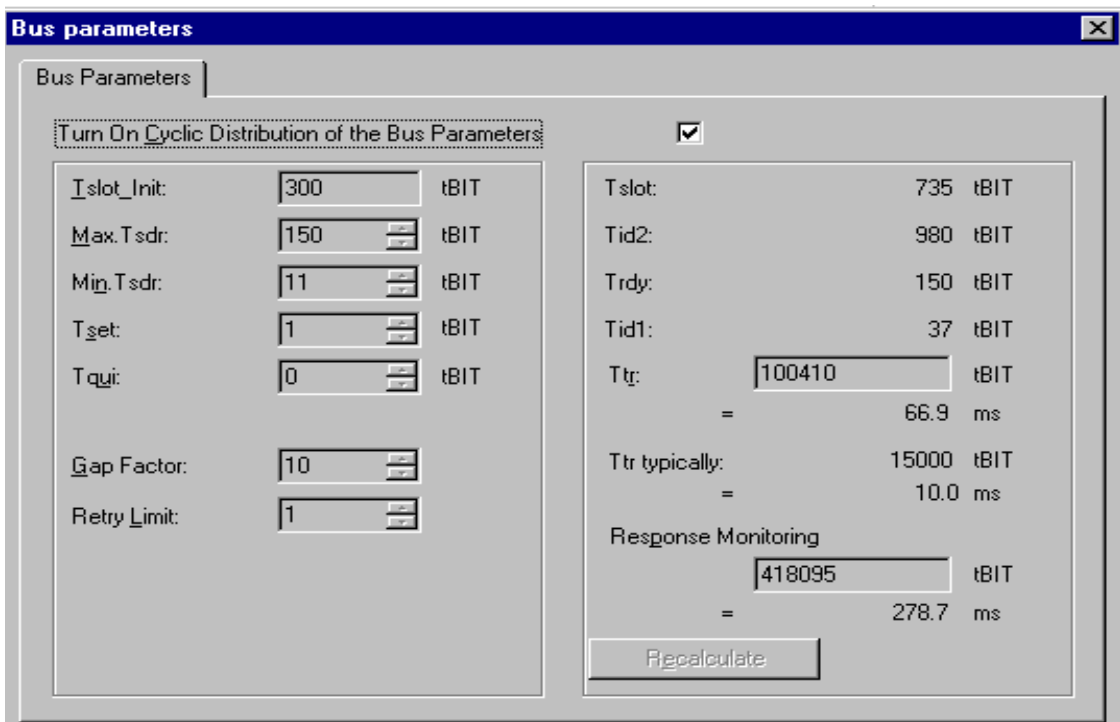


Рисунок 3-6 Параметры шины, адаптированные к системе

### 3.3.2 Конфигурирование резервированных оптических колец с использованием OLM

В резервированных оптических кольцах необходимо соблюдать следующие условия конфигурирования:

1. Конфигурирование несуществующего узла
2. Увеличение значения количества повторов, по меньшей мере, до 3
3. Проверка и подгонка параметра Slot time (Времени ожидания)

Для настройки параметров, указанных в пунктах 2 и 3, используйте инструмент конфигурирования профиля пользователя. В конце данного раздела приводится пример адаптации параметров шины в STEP 7.

#### Конфигурирование несуществующего узла

Значение параметра HSA (Наивысший адрес станции) должно быть установлено на всех ТПД таким образом, чтобы в сети существовал, по крайней мере, один адрес, который бы находился между значением адреса 0 и значением HSA и который бы не использовался ни каким узлом; другими словами, должно существовать расстояние между адресами. Это расстояние можно получить, просто увеличив значение параметра HSA на единицу по сравнению с наивысшим адресом узла в сети.

---

#### Примечание

Если это условие не соблюдено или больше не соблюдается, оптическая шина не будет больше замкнутой и не будет больше образовывать резервированное оптическое кольцо вследствие сегментации. Сообщение об ошибке (светодиод и сигнальный контакт) на двух соответствующих OLM не будет отменено даже после того, как ошибка будет устранена.

---

#### Увеличение показателя повторных попыток до значения, не меньшего 3

Если происходит сбой (ошибка, авария), который требует переключения на резервную систему (например, обрыв провода), имеется определенное время переключения, в течение которого корректная передача данных невозможна. Для обеспечения "безударного" переключения рекомендуется устанавливать количество повторов пакета на PROFIBUS-ведущем устройстве равным, по меньшей мере, 3.

## Проверка и адаптирование параметра Slot Time (Времени ожидания)

Для обеспечения "безударного" возвращения от оптической шины к оптическому кольцу после устранения аварии, в течение всего времени переключения должна отсутствовать передача пакетов по сети. Передача пакетов в сети отсутствует, когда ведущий обращается к устройству, адрес которого сконфигурирован, но самого устройства фактически не существует.

Ведущий ожидает отклика, пока не истечет сконфигурированное время Slot time (Время ожидания). Модуль OLM распознает состояние, соответствующее отсутствию пакетов, и замыкает оптическую шину в середине этой последовательности опроса для восстановления оптического кольца.

Время ожидания необходимо установить в значение, равное, приблизительно, удвоенному значению, которое бы использовалось в сети без резервирования.

Рассчитайте время ожидания в соответствии со следующей формулой:

$$\text{Время ожидания} = a + (b \times \text{длина}_{\text{FOC}}) + (c \times \text{количество}_{\text{OLM}})$$

Время ожидания — это контрольное время, отсчитываемое в тактах передачи

Длина<sub>FOC</sub> — это сумма длин всех ВО кабелей (длин сегментов) сети. Длины должны приводиться в километрах.

Количество<sub>OLM</sub> — это количество модулей PROFIBUS OLM в сети.

Коэффициенты a, b и c зависят от скорости передачи и приводятся в таблицах 3-9 и 3-10.

Таблица 3-9 Константы для расчета времени ожидания для DP Standard (резервированное оптическое кольцо)

<b>Скорость передачи</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>
12 Мбит/с	1651	240	28
6 Мбит/с	951	120	24
3 Мбит/с	551	60	24
1.5 Мбит/с	351	30	24
500 Кбит/с	251	10	24
187.5 Кбит/с	171	3.75	24
93.75 Кбит/с	171	1.875	24
45.45 Кбит/с	851	0.909	24
19.2 Кбит/с	171	0.384	24
9.6 Кбит/с	171	0.192	24

Таблица 3-10

Константы для расчета времени ожидания для DP/FMS ("Universal") и DP с S5-95U (резервированное оптическое кольцо)

<b>Скорость передачи</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>
12 Мбит/с	1651	240	28
6 Мбит/с	951	120	24
3 Мбит/с	551	60	24
1.5 Мбит/с	2011	30	24
500 Кбит/с	771	10	24
187.5 Кбит/с	771	3.75	24
93.75 Кбит/с	451	1.875	24
45.45 Кбит/с	851	0.909	24
19.2 Кбит/с	181	0.384	24
9.6 Кбит/с	171	0.192	24

---

**Примечание**

При расчете времени ожидания учитывается только оптическая сеть и подключение узлов к OLM в каждом случае через сегмент шины RS-485 с максимальной длиной 20м. Более длинные сегменты шины RS-485 должны включаться путем добавления их длины к параметру Длина<sub>FOC</sub>.

---

Для модулей OLM/G11–1300 и OLM/G12–1300 при скоростях передачи 12 Мбит/с, 6 Мбит/с, 3 Мбит/с и 1,5 Мбит/с должны поддерживаться минимальные значения времен ожидания, приведенные в таблице.

Таблица 3-11 Минимальное время ожидания для OLM/G11–1300 и OLM/G12–1300

Скорость передачи	Минимальное время ожидания
12 Мбит/с	3800 t <sub>Bit</sub>
6 Мбит/с	2000 t <sub>Bit</sub>
3 Мбит/с	1000 t <sub>Bit</sub>
1.5 Мбит/с	530 t <sub>Bit</sub>

При конфигурировании времени ожидания следует использовать минимальное время ожидания, указанное в таблице 3–11, если рассчитанное время ожидания меньше минимального.

---

**Примечание**

Если сконфигурированное время ожидания имеет слишком низкое значение, это может привести к отображению ошибок и неисправностей на модуле OLM. Системный светодиод мерцает красным/зеленым цветом.

---

### 3.3.3 Пример конфигурирования параметров шины в STEP 7

#### Пример сетевой топологии

В качестве примера приводится резервированное оптическое кольцо, имеющее следующую топологию:

- 20 модулей OLM G12 в резервированном оптическом кольце
- Кольцо общей длиной 20 км
- Скорость передачи 1.5 Мбит/с
- Узлы, подключенные непосредственно к OLM
- Шинный протокол "PROFIBUS-DP"

#### Расчет времени ожидания

Для скоростей передачи 1.5 Мбит/с, выбранных в примере, в таблице 3–9 приводятся следующие коэффициенты

$$a = 351$$

$$b = 30$$

$$c = 24$$

На основе выбранных коэффициентов время ожидания рассчитывается следующим образом:

$$\text{Время ожидания} = 351 + (30 \times 20) + (24 \times 20) = 1431$$

#### Ввод параметров шины

Это означает, что в нашем примере необходимо ввести следующие параметры шины:

Время ожидания (T\_slot\_Init) = 1431

Повторы (Retry\_Limit) = 3

Наивысший адрес станции (HSA) = 126 (по умолчанию)

Эти значения вводятся в STEP 7 в диалоговом окне "Bus Parameters" ("Параметры шины") для профиля шины "User-Defined" ("Определяемый пользователем").

После этого необходимо запустить перерасчет параметров шины с помощью кнопки "Recalculate" ("Перерасчет").

---

#### Примечание

Поскольку в формулу входят задержки всех волоконно-оптических кабелей и кабелей RS-485, флажок "Consider Cable Configuration" ("Учитывать конфигурацию кабеля") в диалоговом окне "Options" ("Опции") во вкладке "Cables" ("Кабели") должен быть сброшен.

---

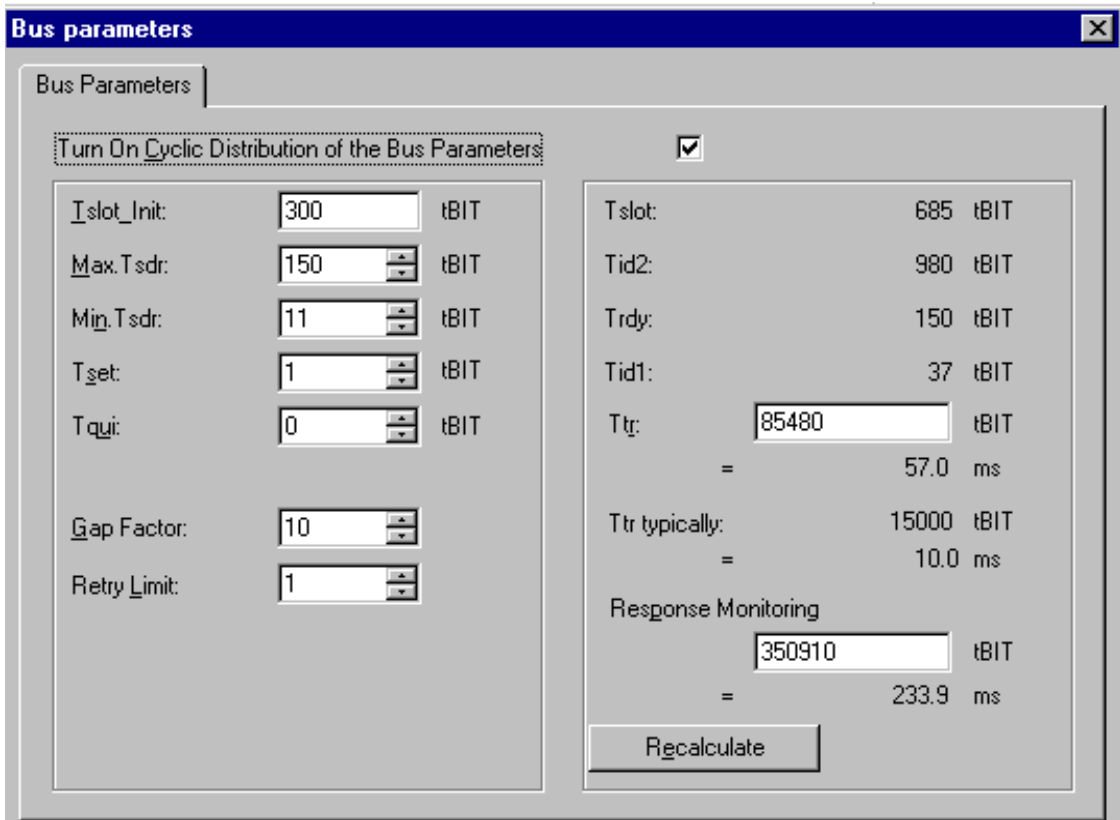


Рисунок 3-7 Диалоговое окно “Bus Parameters/User-Defined” (“Параметры шины/Определяемые пользователем”) в пакете STEP 7 (V5.0)

