

# УСТРОЙСТВА ВВОДА-ВЫВОДА

## Часть 1. Высокоскоростные оптические преобразователи промышленных последовательных интерфейсов

Одной из важнейших проблем, встающих при разработке, проектировании и реконструкции систем автоматики и линейной телемеханики, является обеспечение надежной связи с удаленными объектами. Эту проблему можно решить с помощью устройств ввода-вывода от компании ЭлеСи.

С. Сарьяров,  
компания ЭлеСи

**В** этой серии статей будет рассказано об устройствах ввода-вывода, производимых компанией ЭлеСи. Данная статья посвящена высокоскоростным оптическим преобразо-

вателям последовательных промышленных интерфейсов серии ТМН.

В системах автоматики и телемеханики широко применяются интерфейсы RS-232, RS-422, RS-485. Например, они широко используются в программируемых промышленных контроллерах компаний ЭлеСи, Siemens, Advantech и др. Исторически сложилось так, что передача данных по этим интерфейсам производится по витой паре (медным линиям). Альтернативой медным линиям связи являются оптические, обладающие рядом преимуществ. В Таблице 1 указаны достоинства и недостатки линий каждого типа.

Существует пять классов оптических линий связи:

- на основе полимерного волокна (POF) — протяженностью до 50 м без повторителей;
- на основе HCS-волокна — до 400 м без повторителей;

- на основе кварцевого многомодового волокна с центральной длиной волны 1 310 нм — до 2 000 м без повторителей;

- на основе кварцевого одномодового волокна с центральной длиной волны 1 310 нм — до 140 км без повторителей;

- на основе кварцевого одномодового волокна с центральной длиной волны 1 550 нм — свыше 140 км без повторителей.

Компания ЭлеСи разработала высокоскоростные оптические преобразователи последовательных интерфейсов RS-232, RS-422, RS-485 серии ТМН. Аналогичные преобразователи выпускаются также следующими производителями: MOXA, Phoenix Contact, Siemens и др., но эти модули работают в диапазоне скоростей до 1 Мбит/с и не поддерживают резервирование оптического канала связи, а также контроль целостности оптической и электрической линии связи.

Таблица 1. Достоинства и недостатки линий связи

Параметр	Оптическая линия	Медная линия
Помехозащищенность	высокая	низкая
Зависимость максимальной скорости от расстояния	нет	есть
Степень затухания сигнала	низкая	высокая
Стоимость одного канала передачи	низкая	высокая
Гальваническая изоляция приемной и передающей стороны	есть	нет
Взрывобезопасность линии	есть	нет

**Модуль ТМН-Р**

Модуль преобразования сигналов последовательных интерфейсов RS-232 и RS-422 в сигналы оптоволоконной линии связи.

- Используется полимерное волокно (POF).
- Тип оптического разъема: SMA.
- Диапазон рабочих температур: -20...+60 °С.

**Модули ТМН-SS, ТМН-SD**

Модули преобразования сигналов последовательных интерфейсов RS-232 и RS-422/RS-485 в сигналы оптоволоконной линии связи.

- Используется кварцевое многомодовое волокно.
- Тип оптического разъема: ST.
- Максимальная длина сегмента: 2 000 м.
- Поддерживаемый протокол: EFCTP 1.0.
- Диапазон рабочих температур: -20...+60 °С.

**Модуль ТМН-SR**

Повторитель сигналов оптоволоконной линии связи.

- Используется кварцевое многомодовое волокно.
- Тип оптического разъема: ST.
- Максимальная длина сегмента: 2 000 м.
- Поддерживаемый протокол: EFCTP 1.0.
- Диапазон рабочих температур: -20...+60 °С.



Таблица 2. Модификации преобразователей ТМН

Модификация	Тип оптического волокна	Количество оптических каналов	Максимальная длина сегмента	Интерфейс		
				RS-232	RS-422	RS-485
ТМН-Р	POF	1	40 м	До 1 Мбит/с	До 12 Мбит/с	-
ТМН-SS	Кварцевое многомодовое	1	2 000 м	До 1 Мбит/с	До 12 Мбит/с	До 12 Мбит/с
ТМН-SD	Кварцевое многомодовое	2 (резервный канал)	2 000 м	До 1 Мбит/с	До 12 Мбит/с	До 12 Мбит/с
ТМН-SR	Кварцевое многомодовое	1 (повторитель оптического сигнала)	2 000 м	-	-	-

## Устройства ввода-вывода. Часть 1. Высокоскоростные оптические преобразователи промышленных последовательных интерфейсов

Таблица 3. Режимы работы, поддерживаемые модулями TMH-SS и TMH-SD

Интерфейс	Тип электрической линии	Режим электрической линии	Топология оптической линии
RS-232	«точка — точка»	byte stream, bit stream	«точка — точка», «кольцо»
RS-422	«точка — точка» «мультиточка — мультиточка»	byte stream, bit stream	«точка — точка», «кольцо»
RS-485	«мультиточка — мультиточка»	byte stream, bit stream	«точка — точка», «кольцо»

Таблица 4. Режимы работы, поддерживаемые модулем TMH-P

Режим	Описание
0	Работа по интерфейсу RS-232. Тип электрической линии: «точка — точка». Тип оптической линии: «точка — точка».
1	Работа по интерфейсу RS-422. Тип электрической линии: «точка — точка». Тип оптической линии: «точка — точка».
2	Повторение оптического сигнала.

Связь модулей TMH-SS, TMH-SD и TMH-SR по оптическому интерфейсу осуществляется на основе протокола канального уровня EFCTP 1.0 (EleSy Fiber Channel Transfer Protocol specification 1.0). Протокол EFCTP 1.0 разработан компанией ЭлеСи для линейки оптических коммуникационных модулей и позволяет существенно расширить их функциональные возможности и повысить надежность доставки информации по оптической сети.

Особенностью модулей серии TMH является способность отслеживать целостность оптической линии и исправность устройств, подключенных к электрической линии связи, что позволяет существенно повысить надежность линии связи и, таким образом, конечной системы в целом. При обнаружении обрыва оптической линии связи на лицевой панели модуля появляется соответствующая индикация и подается сигнал телеуправления о неисправности оптической линии.

Кроме всего вышеперечисленного, модуль TMH-SD поддерживает резервирование оптической линии связи, что повышает надежность конечной системы.

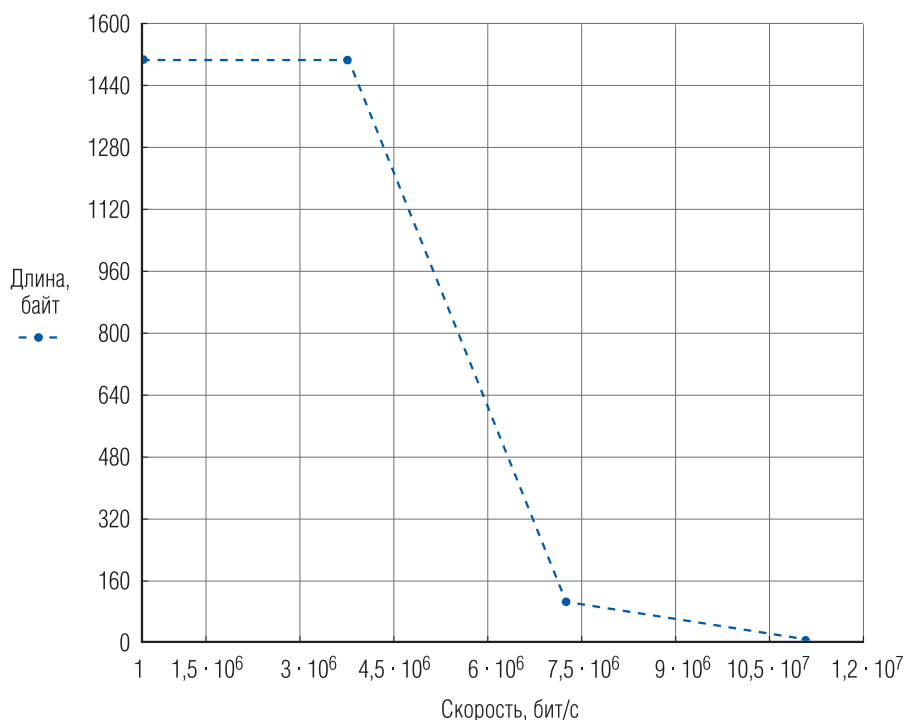
Модули серии TMH поддерживают разные режимы работы электрической линии: «точка — точка» и «мультиточка — мультиточка». Режим «точка — точка» следует выбирать, только если драйвер сопрягаемого устройства (устройства или группы устройств, подключаемых к

модулю) постоянно активен. Например, если всегда активен выход драйвера интерфейса RS-232 или драйвер интерфейса RS-422 (т. е. не переходит в высокоимпедансное состояние по окончании передачи). Во всех остальных случаях необходимо использовать режим «муль-

титочка — мультиточка».

Кроме того, модули серии TMH поддерживают следующие режимы приема информации по электрической линии: byte stream (байтовый поток информации) и bit stream (синхронные каналы связи, битовый поток информации).

Рис 1. Зависимость максимальной длины передаваемого кадра от скорости обмена информацией



Режим byte stream обеспечивает обмен информацией во всем диапазоне скоростей, но требует задания скорости, на которой работают сопрягаемые устройства, и количества передаваемых бит, приходящегося на байт информации.

Режим bit stream обеспечивает прием и передачу информации в диапазоне скоростей до 3 686 400 бит/с и не требует установки скорости, на которой работают сопрягаемые устройства, и количества передаваемых бит, приходящегося на байт информации. В этом режиме сопряженные устройства получают данные на той скорости и в том формате, с использованием которых они обмениваются данными. Но применение его на скоростях, превышающих 3 686 400 бит/с, снижает стабильность работы. Это обуславливается тем, что в режиме bit stream достаточно высока частота выборок, вследствие чего ухудшается частотная характеристика фильтра. Также свой вклад в нестабильность работы вносит джиттер-эффект, возникающий при дискретизации входного сигнала, причем он влияет тем больше, чем быстрее обмен информацией.

Посредством экспериментов установлена зависимость максимальной длины передаваемого кадра от скорости обмена информацией (см. Рисунок 1).

На Рисунке 2 показана сеть с топологией «кольцо» с резервным каналом.

Единичные обрывы в каждом сегменте не влияют на работоспособность сети (см. Рисунок 3; обрыв показан штриховой линией).

Двойной обрыв сегмента снижает пропускную способность сети, но при этом обмен информацией по «кольцу» не прекращается (см. Рисунок 4) и время доставки по нему пакета не изменяется.

Другой особенностью модулей серии ТМН является то, что они позволяют строить сети, в которых работают устройства с разными скоростями обмена, физическими интерфейсами и протоколами. Так, в системе с топологией «кольцо» может находиться «master-устройство» и множество «slave-устройств» с различными скоростями обмена. «Master-устройство», изменяя свою скорость обмена, может связаться с каждым устройством, для чего не придется перенастраивать сеть. Также система на основе модулей данной серии позволяет динамически изменять структуру сети: подключать или отключать модули серии ТМН, менять оконечные устройства, изменять скорость обмена оконечных устройств; при этом не придется перенастраивать всю сеть.

Также устройства серии ТМН под-

Рис. 2. Резервированное «кольцо»

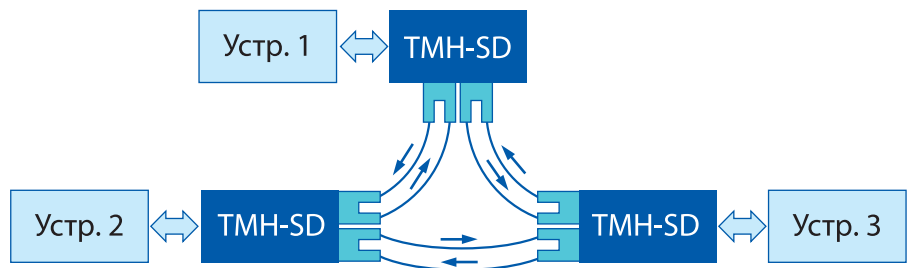


Рис. 3. Резервированное «кольцо» с единичными обрывами в сегменте

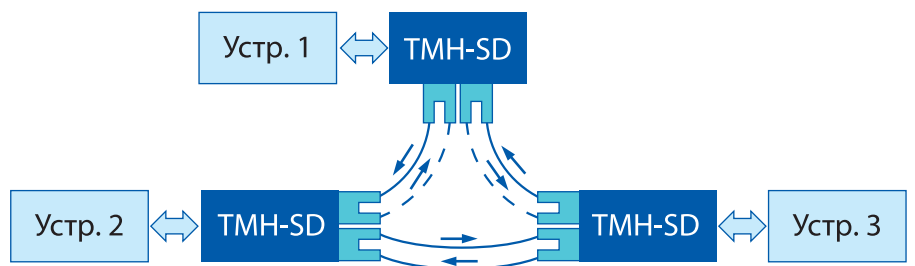


Рис. 4. Резервированное «кольцо» с двойным обрывом в сегменте

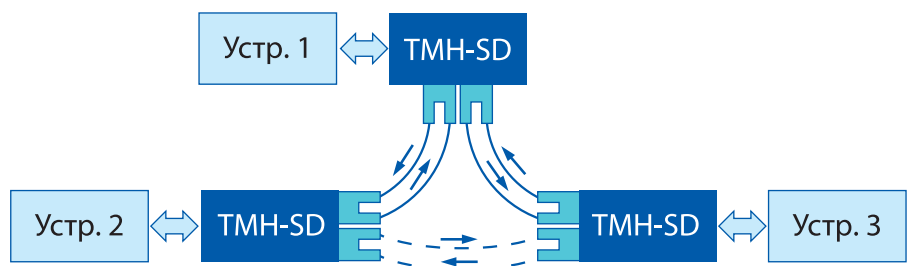
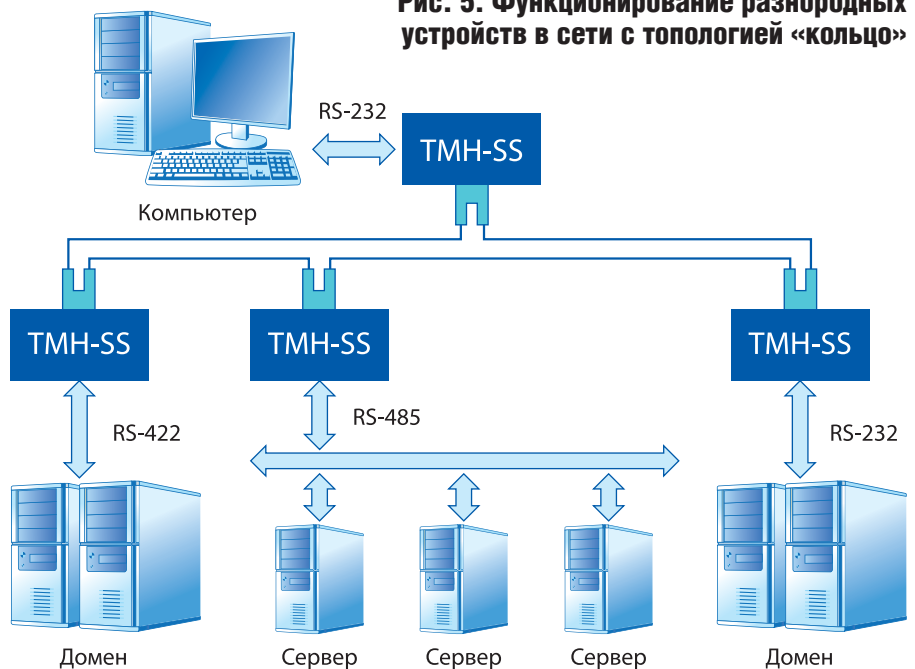
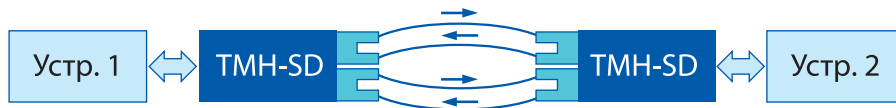


Рис. 5. Функционирование разнородных устройств в сети с топологией «кольцо»

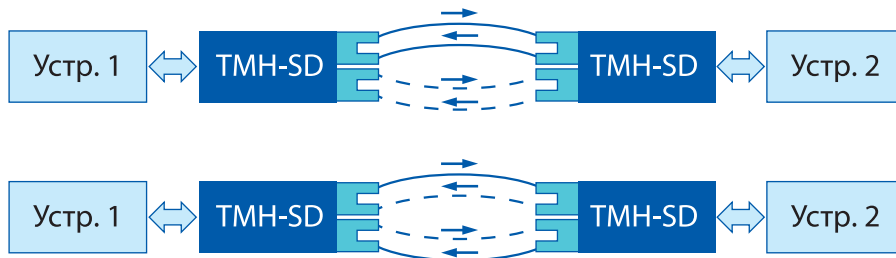


## Устройства ввода-вывода. Часть 1. Высокоскоростные оптические преобразователи промышленных последовательных интерфейсов

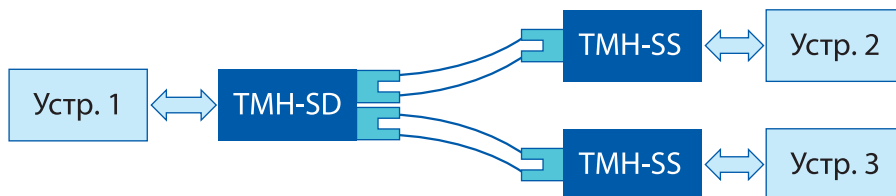
**Рис 6. Сеть с топологией «точка – точка» с резервированием**



**Рис 7. Сеть с топологией «точка – точка» с резервированием и обрывами оптической линии**



**Рис 8. Сеть с топологией «точка – мультиточка»**




держивают линии связи с топологией «точка – точка». На Рисунке 6 показана сеть с топологией «точка – точка» с резервным каналом связи. Такая топология также устойчива к единичным обрывам, при которых сохраняется двунаправленность передачи информации в оптическом волокне (см. Рисунок 7).

При проектировании сетей на основе модулей с резервированным оптическим каналом передачи данных возможна топология «точка – мультиточка».

Единственным условием нормальной работы сети с такой топологией является то, что устройства, сопряженные с модулем TMH-SS, не должны передавать информацию одновременно, иначе данные от одного из них будут теряться. Для выполнения этого условия необходимо, чтобы устройство 1 было «master-устройством», а все остальные – «slave-устройствами».

Из вышесказанного можно сделать вывод, что использование модулей серии TMH существенно упрощает проектирование

систем автоматики и телемеханики, делая конечную систему более надежной и дешевой. Также их применение повышает скорость работы и надежность уже сконструированной системы без ее полномасштабной модернизации. 

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Олифер В. Г., Олифер Н. А.** Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / СПб.: Питер, 2001.
- Пятибратов А. П., Гудыно Л. П., Кириченко А. А.** Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / Под ред. А. П. Пятибратова. – М.: ФИС, 1998.
- Слепов Н. Н.** Синхронные цифровые сети SHD / М.: Эко-Трендз, 1998.
- Спортяк М. А.** и др. Высокопроизводительные сети. Энциклопедия пользователя / Пер. с англ. – Киев: ДиаСофт, 1998.
- Дженкинс Ф.** Практическая передача данных: модемы, сети и протоколы / Пер. с англ. – М.: Мир, 1989.
- Семенов А. Б.** Волоконная оптика в локальных и корпоративных сетях связи / М.: Компьютер-пресс, 1998.
- Компьютерные сети. Учебный курс / Изд. 2-е. – Microsoft Press, Русская редакция, 1998.
- Денисьева О. М., Мирошников Д. Г.** Средства связи для «последней мили» / М.: Эко-Трендз, 1998.

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Приглашаем вас к участию в новой рубрике «**Колонка читателя**», где вы можете задавать вопросы нашим специалистам! Для участия необходимо заполнить анкету на нашем сайте [www.itechmagazine.ru](http://www.itechmagazine.ru) и прислать ее нам одним из предложенных способов:

- по факсу: 8 (3822) 242-972;
- по почте на адрес 634021, г. Томск, ул. Алтайская, 161 а;
- по электронной почте: [info@itechmagazine.ru](mailto:info@itechmagazine.ru)