

УДК 681.3

**И.А. Молоковскій, В.В. Туруналов, Л.А. Шебанова**  
Донецкий национальный технический университет, г. Донецк  
кафедра автоматика и телекоммуникаций  
E-mail: igor.molokovskiy@gmail.com

## НАДЕЖНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

### *Аннотация*

*Молоковскій И.А., Туруналов В.В., Шебанова Л.А. Надежность промышленных телекоммуникационных систем. В статье рассмотрены вопросы мониторинга сетей промышленного назначения с целью повышения надежности передачи данных. Предложены метод построения сети промышленного предприятия с использованием Industrial Ethernet. Ключевые слова: Industrial Ethernet, TSP, Надежность, Сканер.*

**Актуальность проблемы.** Современные телекоммуникационные системы и сети характеризуются интенсивным развитием систем различного назначения и применения. Постоянно меняются технологии построения промышленных систем и возрастают требования к повышению их надежности. Все это требует разработки методов и средств исследования, синтеза систем с заданными техническими характеристиками и контроль корректности работы.

**Постановка задачи.** Главной целью системы связи, с точки зрения надежности, является ее устойчивое функционирование, информационная безопасность, предотвращение угроз, недопущение несанкционированного доступа к информации и обеспечение нормальной производственной деятельности для всех пользователей. В данной работе будут рассматриваться только вопросы, связанные со структурной надежностью систем связи, таких как мониторинг сетей промышленного назначения.

Наиболее полный контроль за работой, осуществляют системы управления сетью, разработанные такими фирмами, как DEC, HP, IBM и AT&T [1]. Эти системы обычно базируются на отдельном компьютере и включают системы контроля рабочих станций, кабельную систему, соединительные и другие устройства, базы данных, содержащей контрольные параметры для сетей различных стандартов, а также разнообразную техническую документацию.

Рассмотрим типичную структуру промышленной телекоммуникационной сети. Практически любая технологическая сеть состоит из двух и более уровней, в случае, когда сеть проектируется для сложных промышленных процессов на предприятиях машино- или приборостроения, то элементы системы находятся, как правило, в одинаковых климатических условиях и прокладка соединительных линий не имеет особых сложностей. В то же время, на предприятиях горнодобывающего комплекса к телекоммуникационным сетям предъявляются повышенные требования по искро- , пыле- и взрывозащищенности. В данной статье будет рассмотрен пример сети с учетом особенностей, присущих горнодобывающим предприятиям рис. 1.

На нижнем уровне производится сбор, обработка и отображение информации, необходимой операторам и машинам оборудования, а также передаваемой на верхние уровни, выдача команд управления. При этом технические средства производят анализ избыточной информации и формируют сообщения о нормальном и предаварийном состоянии

контролируемого или управляемого объекта [3]. В большинстве случаев на этом уровне используется витая пара и интерфейс RS-485.

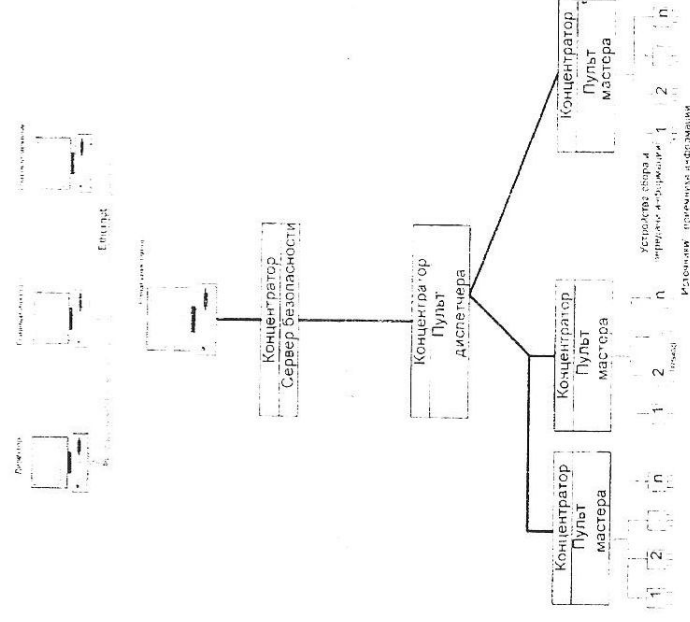


Рисунок 1 – Структурная схема компьютерной сети промышленного предприятия

На первом уровне расположены технические средства системы, которые обеспечивают горного диспетчера, руководителей участков информацией, необходимой для оптимального ведения горных работ с учетом взаимосвязи технологических звеньев. На основании этой информации технические средства должны автоматически определять текущее и прогнозируемое состояние технологических звеньев. Результатом может быть рекомендация о приостановлении ведения горных работ и предупреждение персонала в аварийной ситуации. Так же как и на предыдущем уровне в качестве среды передачи используется витая пара.

На верхнем – общешахтном уровне расположена компьютерная сеть, которая обеспечивает сбор, накопления, распределение и хранение производственной информации и информации о безопасности работ в каждом технологическом звене шахты, необходимой для оперативного принятия управленческих решений, передачу информации оперативному персоналу, ведущим специалистам и руководителям шахты как по приказу, так и по вызову. На данном уровне может использоваться оптоволоконная линия связи или витая пара и, как правило, протокол Ethernet.

Одним из способов усовершенствования передачи информации является использование технологии TCP/IP на нижнем и первом уровнях. Она обеспечивает возможность передачи сообщений, однако нет точной гарантии взаимодействия устройств. Для решения этой проблемы в пределах LAN используются транспортные протоколы TCP и UDP. В рамках же промышленной сети необходимо применение специализированных протоколов более высокого уровня, тем более это позволит реализовать необходимые функции автоматизации, которые не могут обеспечить TCP и UDP. Одним из таких методов является преобразование информации, поступающей с устройств, в данные известного формата и последующая передача средствами стека протоколов TCP/IP. Данный протокол зарекомендовал себя с положительной стороны в обычных межсетевых структурах, однако

его применение на технологических сетях поможет избежать потери кадров за счет того, что TSP делит информацию, которую надо переслать, на несколько частей. Нумерует каждую часть, чтобы позже восстановить порядок. Если получателю не достает какого-либо фрагмента, он требует переслать его снова. В конце концов информация собирается в нужном порядке и полностью восстанавливается [2].

На практике пакеты не только теряются, но и могут искажаться при передаче из-за наличия помех на линиях связи. TSP решает и эту проблему. Для этого он пользуется системой кодов, исправляющих ошибки. Простейшим примером такого кода служит код с добавлением к каждому пакету контрольной суммы (и к каждому байту бита проверки на четность). При помещении в TSP-пакет вычисляется контрольная сумма, которая записывается в TSP-заголовок. Решения данных проблем заключается в инкапсуляции во фреймы TSP и UDP данных промышленных протоколов. Но применение инкапсуляции обосновано лишь в случае передачи блоков большого объема, в силу особенностей Ethernet. Тем не менее, применение методов такого типа позволяет достаточно просто связать профили устройств и среду Ethernet. Siemens предлагает использовать устройства сетевой архитектуры Simatic NET, способные объединить в систему датчики, полевые узлы и обеспечить при этом верхний уровень инфраструктуры - уровень управления.

Инфраструктура сети может выглядеть следующим образом. Верхний уровень системы автоматизации организуется средствами Ethernet, которые объединяют серверы, рабочие места операторов, хранилища данных, коммутаторы и другие устройства. На нижнем уровне наиболее подходящей fieldbus (Profibus, Foundation Fieldbus, LON, HART и т.д.) объединяются исполнительные устройства. Взаимодействие между уровнями обеспечивает некоторый контроллер или шлюзовое устройство. Благодаря такой концепции становится возможным интегрировать в единую управляемую систему разнородные по характеру обрабатываемой информации устройства [4].

Однако, fieldbus на основе Ethernet не способна объединить все, при сильно фрагментированной системе будет сложно добиться необходимых параметров режима реального времени. Таким образом, информация, поступающая от устройств, находящаяся на нижнем уровне системы, обрабатываясь шлюзовыми контроллерами, переходит на верхний уровень и далее уже используется в АСУП, доступ специалистов к данным о ходе производственных процессов практически в реальном времени.

Кроме выбора принципиальной схемы и технологии, на которых будет реализована промышленная телекоммуникационная сеть, существуют и вопросы, связанные с определением корректного функционирования системы. По данным зарубежных исследований, с неисправностями сетевого кабеля и соединительных разъемов связано почти 2/3 всех отказов в работе сети [1]. К неисправностям кабельной системы приводят обрывы кабеля, короткое замыкание и физическое повреждение соединительных устройств. Также на качество сигнала могут влиять электромагнитные наводки различного происхождения, например, от излучения электроприборов, стартеров ламп дневного света и т. д. Основными электрическими характеристиками кабеля, определяющими его работу, является затухание, импеданс и перекрестные наводки. Эти характеристики позволяют определить простоты и вместе с тем достаточно универсальные приборы, предназначенные для установления не только причины, но и места повреждения кабельной системы – сканеры сетевого кабеля. Сканер посылает в кабель серию коротких электрических импульсов и для каждого импульса измеряет время от подачи импульса до прихода отражённого сигнала и его фазу. По фазе отражённого импульса определяется характер повреждения кабеля (короткое замыкание или обрыв). А по времени задержки – расстояние до места повреждения. Если кабель не повреждён, то отражённый импульс отсутствует. Современные сканеры содержат датчики номинальных параметров распространения сигнала для сетевых кабелей различных типов, позволяют пользователю самостоятельно устанавливать такого рода параметры, а также выводить результаты тестирования на принтер. На рынке сетевых сканеров в настоящее

всегда предлагается много устройств, различных по своим техническим характеристикам, точности измерений и цене. Кроме того, их можно применять и для тестирования сетевых кабелей. В соответствии с международными стандартами в современных ЛВС, как правило, используются сетевые кабели трёх уровней: третьего, четвертого и пятого.

**Выводы:** для построения надежной промышленной телекоммуникационной сети необходимо решить такие проблемы:

- прогнозирование и своевременное выявление угроз безопасности информационным ресурсам, причин и условий нарушения нормального функционирования;
- создание условий функционирования с наименьшей вероятностью реализации угроз;
- создание механизма и условий оперативного реагирования на угрозы безопасности. Все эти задачи можно решить с помощью Industrial Ethernet, которая все больше входит свое место в системах автоматического управления, несмотря на характерные для этой технологии недостатки. При разработке внешних коммутационных приборов применяется и внедряется поддержка протоколов TCP/IP и SNMP, что позволяет обеспечить определенную степень открытости. Так же использование специальных сканеров позволяет обеспечить дополнительную защиту на этапе уже функционирования сетей, что позволяет на повышение общей надежности промышленных телекоммуникационных систем.

#### Література

1. Виталий Тоценко : проблемы надежности сетей - [Электронный ресурс] – Электрон. данные. – М.: Комьютерра, 1998. – Режим доступа: [http://www.computerra.ru/offline/308\\_242/1248/](http://www.computerra.ru/offline/308_242/1248/). – Загл. с экрана.
2. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для вузов / В. Олифер, Н. Олифер. - СПб.: Питер, 2007.-958, [1] с. ил.
3. Технологии и протоколы передачи данных в промышленности [Электронный ресурс]: Industrial Ethernet – Электрон. дан. – М.: Компьютер - Информ, 2003. – Режим доступа: [http://www.ci.ru/inform13\\_05/p\\_22.htm](http://www.ci.ru/inform13_05/p_22.htm). - Загл. с экрана.
4. Лукашева Л.С. АСУТП диагностики состояния горной машины: автореферат / [Электронный ресурс]: АСУТП. – Электрон. дан. – Донецк: ДонНТУ, 2006. - Режим доступа: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2006/kita/lukashova/diss/index.htm>. - Загл. с экрана.

Надійшла до редакції:

01.02.2011

Рекомендовано до друку:

д-р техн.наук, проф. Чичикало Н.І.

#### Abstract

*Molokovskiy I., Turpalov V., Seebanova L. Reliability of industrial communication systems. In the article the author considers the problem of monitoring industrial networks for use to improve the reliability of data transmission. A method of constructing a network of industrial companies with Industrial Ethernet.*

*Keywords: Industrial Ethernet, TCP, reliability, scamper.*

#### Анотація

*Молоковський І.О., Турпалов В.В., Шебанова Л.О. Надійність промислових телекомунікаційних систем. У статті розглянуто питання моніторингу мережі промислового призначення з метою підвищення надійності передачі даних. Запропоновано метод побудови мережі промислового підприємства з використанням Industrial Ethernet.*

*Ключові слова: Industrial Ethernet, TCP, надійність, сканер.*