**Методы и средства передачи информации в новых устройствах ЖАТ**

**1. Классификация линий передачи по назначению**

– Локальные шины контроллеров (ISA, PCI, VME),

* Цифровые промышленные сети (RS-485, RS-422, CAN, PROFIBAS, IL-BAS, Foundation Fieldbus, AS-интерфейс),
* Локальные вычислительные сети (Ethernet),
* Глобальные информационные сети (Internet, Intranet, СПД МПС),
* Кабельные сети связи с напольным оборудованием.

**2. Отличия цифровых каналов от прямопроводных соединений**

Прежде всего, следует отметить информационные возможности цифрового канала передачи данных. Если ранее по одной паре проводов можно было получить только одно единственное текущее значение измеряемой величины или, напротив, передать исполнительному механизму одну команду, то теперь количество передаваемых данных зависит только от «интеллектуальных» возможностей оконечных устройств. Что особенно важно, информационный канал становится двунаправленным. Наиболее важным практическим следствием этого обстоятельства является возможность осуществления удаленной параметризации и калибровки оконечных устройств. Наличие единой базы параметров, обслуживание всех подключенных к ЦПС оконечных устройств с одного рабочего места свидетельствует о наступлении новой эры в работе службы КИП предприятия, выводя эту службу на совершенно иной уровень оперативности и эффективности. Быстрая установка предельных уровней и режимов работы даёт возможность гибко управлять производственным процессом, перенастраивать его согласно меняющимся условиям и задачам. Только применение цифровых методов передачи данных позволяет использовать на полную мощность возможности современных датчиков и исполнительных механизмов. Кроме «количественной» составляющей новой концепции информационного обмена, следует отметить качественно новые возможности, предоставляемые узлам ЦПС.

**3. Среда передачи данных**

– Медный кабель,

– ВОЛС,

– Радиосредства для связи с подвижными объектами (Tetra, GSM-R, МАЛС, ГАЛС, АЛСР),

– Сети общего пользования.

**4. Методы передачи данных в ЦПС**

Существуют три основных режима обмена данными, эффективность использования которых зависит от конкретной задачи.

– Режим «Ведущий ведомый». В этом простейшем режиме один из узлов ЦПС является ведущим устройством, которое последовательно опрашивает подчиненные узлы. В зависимости от содержания запроса ведомый узел либо выполняет полученную команду, либо передает ведущему текущие данные с подключенных оконечных устройств. Типичным примером ЦПС, построенной на таком принципе, являются сети PROFIBUS, RS-485. Как правило, роли ведущего и ведомого закрепляются жестко и не меняются в процессе функционирования сети.

– Режим «Клиент сервер». Данный режим имеет много общего с предыдущим и используется в системах с гибким распределением функций. Узел клиент запрашивает данные, а узел сервер их предоставляет. При этом клиент может запрашивать несколько узлов, а сервер – иметь несколько клиентов. Также функции клиента и сервера могут совмещаться на одном узле. Примером могут послужить ЦПС CAN Foundation Fieldbus.

– Режим «Подписка». В этом режиме узел, нуждающийся в регулярном поступлении какой либо информации, подписывается на её получение от другого узла, после чего получает регулярные рассылки данных без дополнительных запросов. Режим имеет два варианта: в первом случае данные передаются циклически с определенным интервалом вне зависимости от динамики информации; во втором случае данные передаются только в случае их изменения. Данный режим также используется в сетях Foundation Fieldbus.

Одним из основных критериев оценки систем АСУ ТП является надежность. Понятие это в распределенных системах весьма многогранно и требует внимательного рассмотрения. Для АСУ ТП, создаваемых на базе ЦПС, следует отметить несколько моментов.

– По надежности цифровой метод передачи данных намного превосходит аналоговый. Передача в цифровом виде малочувствительна к помехам и гарантирует доставку информации благодаря встроенным в протоколы ЦПС механизмам контрольных сумм, квитирования и повтора искаженных пакетов данных.

– Надежность функционирования систем АСУ ТП на базе ЦПС с интеллектуальными узлами значительно выше, чем в традиционных структурах, так как выход из строя одного узла не влияет, либо влияет незначительно на отработку технологических алгоритмов в остальных узлах.

Важно также отметить, что разумное распределение управляющих функций значительно снижает нагрузку на центральную управляющую ЭВМ, что также способствует повышению надежности системы в целом. Важной проблемой является защита ЦПС от повреждения кабельной сети, особенно в том случае, если ее топология имеет вид шины. Для критически важных технологических участков эта задача должна решаться дублированием линий связи или наличием нескольких альтернативных путей передачи информации. Системы АСУ ТП редко делаются раз и навсегда; как правило, их состав и структура подвержены коррекции в силу изменяющихся требований производства. Поэтому важными критериями оценки закладываемых в проект решений являются гибкость и модифицируемость комплекса. По этим показателям ЦПС, несомненно, намного превосходит традиционную централизованную схему: добавление или удаление отдельных точек ввода вывода и даже целых узлов требует минимальных монтажных работ и может производиться без остановки системы автоматизации. Переконфигурация системы осуществляется на уровне программного обеспечения и также занимает минимальное время. Другая проблема, связанная с развитием системы АСУ ТП, заключается в необходимости применять оборудование различных производителей. На ранних этапах развития ЦПС вопрос совместимости протоколов, заложенных в интеллектуальные оконечные устройства, стоял очень остро. Сейчас практически все широко распространенные решения в этой сфере стандартизованы, что позволяет разработчикам АСУ ТП выбирать оборудование из широкого спектра поставщиков, оптимизируя стоимость проекта и его технологическую структуру.

**5. PROFIBUS** - семейство ЦПС, обеспечивающее комплексное решение коммуникационных проблем предприятия, было разработано фирмой Siemens в начале 90-х годов. На нижнем уровне применяется сеть PROFIBUS DP, обеспечивающая высокоскоростной обмен данными с оконечными устройствами. Протокол физического уровня соответствует стандарту RS-485. Скорость обмена прямо зависит от длины сетевого сегмента и варьируется от 100 кбит/с на расстоянии 1200 метров до 12 Мбит/с на дистанции до 100 метров. Взаимодействие узлов в сети PROFIBUS определяется моделью «Master slave ».

Master сегмента последовательно опрашивает подключенные узлы и выдает команды в соответствии с заложенной в него технологической программой. Протокол обмена данными гарантирует определенное время цикла опроса в зависимости от скорости обмена и числа узлов в сегменте, что позволяет применять PROFIBUS в системах реального времени. На более высоком уровне применяется сеть PROFIBUS MS, ориентированная на обеспечение информационного обмена одноранговых устройств. Во взрывоопасных зонах используется PROFIBUS PA, основанная на стандарте физического уровня IEC 61158 2. Сегмент PROFIBUS PA может иметь длину до 1900 метров со скоростью обмена между узлами 31,25 кбит/с. Применяемый кабель - Belden 3077. Сегменты PROFIBUS PA подключаются к PROFIBUS DP через разделительные мосты, обеспечивающие функционирование ЦПС во взрывоопасной зоне.

Фирмой Siemens разработаны устройства сопряжения PROFIBUS с волоконно-оптическими линиями связи, что позволяет увеличить дистанцию передачи данных до нескольких десятков километров при максимальной скорости передачи.

**6. Ethernet** для связи УВК с рабочими станциями ДСП и ШНЦ

В 1995 году произошёл настоящий прорыв в направлении повышения производительности сетей Ethernet: IEEE обнародовал спецификацию 802.3u (100Base T)«быстрого » Ethernet (Fast Ethernet), согласно которой скорость передачи данных увеличивалась в десять раз до 100 Mбит/с. В эту спецификацию была заложена поддержка сразу трех физических сред передачи данных:

●кабель, содержащий две витые пары пятой категории (100Base TX);

●кабель, содержащий четыре витые пары третьей категории (100Base T4);

●две оптические линии на базе многомодового оптоволокна (100Base FX).

В 1997 году настало время преодоления самого главного недостатка технологии Ethernet, связанного с протоколом доступа CSMA/CD. Как известно, заложенный в его основе метод разрешения коллизий основан на процедуре случайных задержек повторной передачи информационного кадра. При увеличении нагрузки на сеть растёт вероятность взаимной блокировки станций друг другом, а в случае худшего развития этой ситуации реальная пропускная способность сети может упасть до нуля. Данный недостаток был главным препятствием на пути использования Ethernet в ответственных применениях. Кардинальным способом решения проблемы стало введение полнодуплексного режима обмена данными, при котором вследствие физического разделения каналов приема и передачи становятся невозможными сами коллизии. Помимо этого, применение полнодуплексного режима обмена позволяет теоретически удвоить пропускную способность канала. Стремительное внедрение средств автоматизации и компьютерных технологий привело в 1998 году к очередному поднятию планки пропускной способности сети Ethernet: IEEE выпустил спецификацию 802.3z (1000Base X),которая устанавливает скорость передачи 1 Гбит/с. Новая спецификация поддерживает следующие среды передачи данных:

●многомодовое оптоволокно с длиной волны 850 нм (1000Base SX);

●одно и многомодовое оптоволокно с длиной волны 1300 нм (1000Base LX);

●экранированная витая пара (1000Base CX).

**7. Передача данных в системах МПЦ через общедоступные сети**

В процессе развития систем централизации радиус их действия непрерывно увеличивался. Дежурный по станции на посту механической централизации устанавливал напольные устройства посредством тросовых тяг, и расстояние между устройствами управления и напольным оборудованием было небольшим. В настоящее время диспетчер центра управления может находиться в сотнях километров от напольных устройств систем микропроцессорной централизации (МПЦ), входящих в контролируемую им зону.

 Условием для обеспечения такой дальности управления является передача данных через общедоступные сети. Эта технология уже несколько лет используется для соединения диспетчерских постов в региональных диспетчерских центрах и линейных пунктов на железных дорогах Германии (DBAG). В линейных пунктах используются уже проверенные в эксплуатации системы МПЦ. Однако если зона действия МПЦ превышает 15 км, то необходимо дополнительно устраивать исполнительные посты. В системах МПЦ компании Siemens эти посты соединяют с распорядительным постом двухканальной шиной МПЦ, обладающей высокой эксплуатационной готовностью. По шине МПЦ данные передаются без задержек и в реальном масштабе времени. К числу передаваемых данных относятся, например, извещения о положении стрелок, свободности пути, команды управления. В зависимости от объема передаваемых данных в качестве среды передачи использовались медный и волоконно-оптический (со стеклянными или синтетическими световодами) кабели. Максимальное расстояние между двумя исполнительными постами составляет в настоящее время примерно 30 км (без промежуточных усилителей).

**Отказ от прокладки кабеля между исполнительными постами МПЦ**

Специальная технология компании Siemens позволяет передавать ответственные данные между исполнительными постами МПЦ по стандартным выделенным линиям. Стандартные выделенные линии с заданной пропускной способностью выделяются операторами сетей связи (например, компаниями Arcor или Deutsche Telekom). В отличие от коммутируемых выделенные соединения подключены по жесткой схеме в узлах коммутации операторов сетей.

Отказом от прокладки кабеля между исполнительными постами могут быть сэкономлены значительные инвестиции. Стоимость прокладки кабеля к дополнительному исполнительному посту МПЦ составляет примерно 60 евро за погонный метр (включая стоимость кабеля). Плата за аренду выделенных линий связи увеличивает эксплуатационные расходы, но она все же ниже, чем проценты, которые можно получить от вложения сэкономленных инвестиций. На региональных железнодорожных линиях расстояние между станциями (исполнительными постами) может быть весьма значительным. Для таких линий характерны расстояние между станциями 10 – 20 км, простая программа эксплуатации (например, тактовый график с часовым межпоездным интервалом), скорость движения поездов до 120 км/ч. Региональные железнодорожные линии отличает также большое число переездов, расположенных в среднем через каждые 1,5 км.

Исходя из этих соображений, компания Siemens расширила семейство своих систем микропроцессорной централизации El S новой системой El S Public net, предназначенной для региональных линий. Новая МПЦ имеет тот же объем функций, что и системы El S и El S net. Для передачи данных необходимы только обновление программного обеспечения МПЦ и дополнительные устройства передачи данных - модули защиты данных и преобразователи.

Для железнодорожных компаний преимущества от использования системы El S Public net состоят в том, что в измененной шине МПЦ будут использоваться только проверенные временем стандартные компоненты безопасной передачи данных. Технология управления шифрованием идентична используемой для соединения диспетчерских постов центров управления и линейных пунктов. В связи с тем, что выделенные линии обладают меньшей шириной полосы пропускания по сравнению с межстанционными кабелями, область применения El S Public net ограничена небольшими постами централизации на региональных железнодорожных линиях.

Применение выделенных линий связи позволяет сформировать звездообразную структуру МПЦ, которая обладает более высокой эксплуатационной готовностью по сравнению с традиционными решениями. При традиционном решении выход из строя одного из модулей системы МПЦ El S net или исполнительного поста МПЦ означает, что все остальные устройства МПЦ оказываются отрезанными от распорядительного поста. В случае использования общедоступных сетей этого не произойдет.

**Передача ответственных данных по общедоступным сетям**

При обмене информацией между безопасно работающими компьютерами все пакеты данных должны абсолютно надежно и без искажений поступить нужному получателю в пределах установленного интервала времени. В системах типа El S эту задачу выполняет шина МПЦ. Каждый абонент этой шины периодически проверяет каждое соединение посредством контрольных телеграмм. При этом проверяются возможности следующих нарушений передачи пакетов данных через шину МПЦ:

* несанкционированная повторная передача;
* пропадание пакетов;
* введение в шину посторонних пакетов;
* нарушение очередности передачи пакетов;
* искажение данных;
* задержка передачи пакета данных.

Вследствие использования общедоступных сетей в системе El S Public net проверяется также появление в линии телеграмм из других шин МПЦ и допустимых телеграмм из общедоступной сети. Это требует использования модулей защиты данных, которые хорошо зарекомендовали себя при соединении диспетчерских постов региональных центров управления с линейными пунктами (рис. 1).

Основной упор при подтверждении безопасности шины МПЦ, реализованной через общедоступную сеть, делался на проверке распознавания отказов и независимости используемых компонентов, а также рассмотрении многократных отказов и задании параметров защитного кода.

Рис. 1