

вывод об эффективности использования параллельной обработки с динамическим распределением данных по потокам при больших объемах информации и сложных алгоритмах проверки.

Литература

1. Верба В.С. Тенденции развития авиационных средств разведки и дозора // Научные технологии. 2004, №8-9, 2004. – С. 53-62.
2. Пашенко Д.В., Васильев А.В., Васильев С.А., Конов Н.Н. Методика контроля показателей

точности сопровождения целей радиолокационным комплексом // Радиотехника. №8, 2009. – С. 116-119.

3. Мачалин В.А., Токарев А.Н., Трокоз Д.А., Пашенко Д.В., Синев М.П. Стратегия параллельной обработки массивов данных в системе объективного контроля радиотехнического комплекса радиолокационного дозора и наведения // Радиотехника. №8, 2010. – С. 51-55.

ALGORITHMS ANALYSIS OF ACTION OF OPERATORS IN TERRESTRIAL RADIO SET INFORMATION HANDLING SYSTEM

Volchihin V.I., Pashchenko D.V.

The article compares the serial and parallel algorithms for processing large volumes of information to improve the efficiency of performance analysis of radio operators in a complex system of ground-based information processing, discussed improving performance when reading data from disk using the pipeline.

Keywords: aviation complex radar patrol and guidance systems, radio set, objective monitoring, data file, manager of parallel processing, multi-core processor, the control actions of the operators.

Волчихин Владимир Иванович, д.т.н., профессор, ректор Пензенского Государственного университета (ПГУ). Тел. (8-841) 236-82-27.

Пашенко Дмитрий Владимирович, к.т.н., доцент ПГУ. Тел. 8-927-287-33-32. E-mail: dmitry.pashchenko@gmail.com

УДК 621.391.3

ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ГОРНЫМ ВЫРАБОТКАМ

Кузнецов М.В., Галактионов К.И.

В статье раскрываются альтернативные методики проектирования ведомственных локальных вычислительных сетей (ЛВС), расширяющие область применения технологии Fast Ethernet. В частности, рассмотрен случай создания транспортной сети передачи данных в условиях функционирующей горной выработки (рудника) с учетом местных особенностей.

Ключевые слова: ЛВС, Fast Ethernet, ведомственные сети, КСПП 1×4×0,9; частотные характеристики, Power over Ethernet, рудничное оборудование.

В настоящее время функционирование любого предприятия и уровень безопасности труда на нем во многом определяются возможностями и состоянием используемых систем связи и передачи данных. Остро стоит задача создания систем горно-подземной связи на предприятиях горнодобывающих отраслей промышленности. Специфика производства требует внедрения в подземной части шахт (рудников) современных технологий, характеризующихся возможностью

высококачественной передачи значительных объемов оперативной информации при высокой надежности системы. Основой такой системы связи является транспортная сеть передачи данных, к которой предъявляются следующие требования:

- возможность создания на базе обслуживающих шахту информационных систем общешахтной информационной сети, совместимой с существующими системами связи и сигнализации (п.п.540, 545 «Правил безопасности в угольных шахтах» ПБ 05-618-03);
- приспособленность оборудования к эксплуатации в подземных условиях, в том числе при быстро меняющейся топологии горных выработок (возможность быстрой смены мест установки базовых станций, оперативной прокладки новых линий связи и кабелей электропитания);
- соответствие характеристик оборудования требованиям, предъявляемым к рудничному взрывозащищенному электрооборудованию (ГОСТ Р51330-99). [1].

Требования к транспортной сети в целом:

- транспортная скорость между устройствами должна быть не менее 100 Мб/с;
- транспортная сеть должна иметь возможность организации кольцевой схемы;
- максимальная длина участка между устройствами транспортной сети 100 м;
- протяженность транспортной сети должна составлять 5000 м и более.

Эти требования сформированы на основании существующей ситуации, в которой необходимо создание быстродействующей сети передачи данных с резервированием, возможностью подключения большого числа абонентских устройств, охватывающей всю территорию горно-подземной выработки. Как видно, стандарт Fast Ethernet вполне удовлетворяет основным требованиям, а технология построения сетей на основе коммутаторов позволяет охватить необходимое расстояние.

При этом стоит отметить, что стандарты семейства Ethernet предназначены для применения в сетях древовидной структуры, однако при использовании оборудования с поддержкой Spanning Tree Protocol (STP) возможно конструирование кольцевых схем. STP – сетевой протокол, работающий на втором уровне модели OSI. Основан на одноименном алгоритме, который разработала Р. Перлман. Основной задачей STP является приведение сети Ethernet с множественными связями к древовидной топологии, исключающей циклы пакетов. Происходит это путем автоматического блокирования избыточных в данный момент связей для полной связности портов. Протокол описан в стандарте IEEE 802.1D [2].

Если обратиться к определению рудничного взрывозащищенного оборудования и предъявляемым к нему требованиям, то результат будет таким: безопасный экспериментальный максимальный зазор (БЭМЗ) между фланцами и оболочкой электрооборудования (через который не происходит передача взрыва из оболочки в окружающую среду) при любой концентрации взрывоопасной смеси в воздухе должен быть не более 1 мм. Это является одним из основных требований, предъявляемых к рудничному электрооборудованию. В зависимости от класса взрывоопасной зоны устанавливается допустимый уровень взрывозащиты, степень защиты оболочек электрических машин, аппаратов, светильников.

Таким образом, основные требования могут быть выполнены без применения нестандартных и специфических устройств и технологий. Однако существуют и дополнительные условия,

соблюдение которых существенно упростит процесс внедрения сети передачи данных, но одновременно усложнит задачу оптимального выбора оборудования. В частности:

- устройства в транспортной сети должны соединяться между собой кабелем КСПП 1×4×0,9;
- электропитание должно быть организовано по стандарту Power over Ethernet IEEE 802.3af.

Кабели местной связи высокочастотные КСПП 1×4×0,9 предназначены для прокладки в грунте, не подверженном смещению, и в районах, не характеризующихся повышенной опасностью повреждения грызунами, используются в существующих информационных шахтных системах [4].

Таблица 2. Конструктивные размеры КСПП 1×4×0,9

Диаметр ТПЖ d_0 , мм	Число четв. в кабеле	Материал и конструкция изоляции
0,9	1	ПЭ-пористый

Изоляция, мм		Шаг скрутки, мм	Материал жил
Толщина корделя	Толщина слоя		
—	0,7	150	Cu

Применение их для целей передачи данных позволит избежать процесса прокладки кабеля UTP категории 5, однако такой вариант требует проведения исследований характеристик разрабатываемой сети. Необходимость использования стандарта дистанционного электропитания вызвана низкой распространенностью в шахтах (рудниках) напряжения бытовой электросети 220 В. При этом передача электроэнергии по кабелю КСПП 1×4×0,9 более эффективна, чем по UTP категории 5, поскольку он имеет меньшее сопротивление за счет большего диаметра жил.

Суммарные предъявляемые требования выводят задачу создания данной сети из разряда тривиальных и требуют экспериментально-научного подхода с привлечением наиболее современного оборудования и концепций построения крупных локальных вычислительных сетей, а именно: коммутаторов FE с поддержкой STP, повторителей стандарта IEEE 802.3af, использования сегментированной кольцевой структуры и разделения сегментов коллизий. Только оптимально спланированная сеть передачи данных сможет послужить основой для дальнейшего развития и расширения обслуживающей шахту информационной системы.

Необходимо более подробно остановиться на вопросе возможности использования данного кабеля и его применимости к поставленной задаче. Для этого следует провести исследование его первичных и вторичных параметров и их зависимости от частоты. Полученные результаты позволят сравнить КСПП 1×4×0,9 с UTP категории 5, который обычно применяется для создания подобных сетей.

Основные характеристики UTP Cat.5 [7]:

- электрическое сопротивление постоянному току токопроводящей жилы не более 96 Ом/км;
- электрическое сопротивление изоляции не менее 150 МОм;
- рабочая емкость не более 56 нФ/км.

Таблица 1. Частотные характеристики UTP. Cat.5

Частота, МГц	0,06	0,26	0,51	0,77	1	4
Затухание, дБ/100м	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	4,3
NEXT, дБ	—	—	—	64	62	53
Частота, МГц	10	16	20	31,3	62,5	100
Затухание, дБ/100м	6,6	8,2	9,2	11,8	17,1	22
NEXT, дБ	47	44	42	40	35	32

Основные характеристики КСПП 1×4×0,9:

- электрическое сопротивление постоянному току токопроводящей жилы есть $R_0 = \frac{4 \cdot 10^3 \chi \rho}{\pi d_0^2} = 29,921 \text{ Ом/км}$, где ρ – удельное сопротивление материала жил; χ – коэффициент укрутки [3];
- электрическое сопротивление изоляции нормируется и составляет 15 ГОм;
- рабочая емкость нормируется и составляет 38 нФ/км.

Таблица 3. Частотные характеристики КСПП 1×4×0,9

Частота, МГц	0,06	0,26	0,51	0,77	1	4
Затухание, дБ/100м	0,01	0,027	0,041	0,054	0,065	0,18
NEXT, дБ	—	—	—	65,7	64	55
Частота, МГц	10	16	20	31,3	62,5	100
Затухание, дБ/100м	0,37	0,54	0,65	0,96	1,8	2,8
NEXT, дБ	49	46	44,5	41,5	37	34

Данные из таблиц 2-3 отражены на рис. 1. Как видно из представленных на рис. 1 данных и гра-

фиков, КСПП 1×4×0,9 по своим параметрам [5], [6] превосходит либо близок к аналогичным у UTP категории 5.

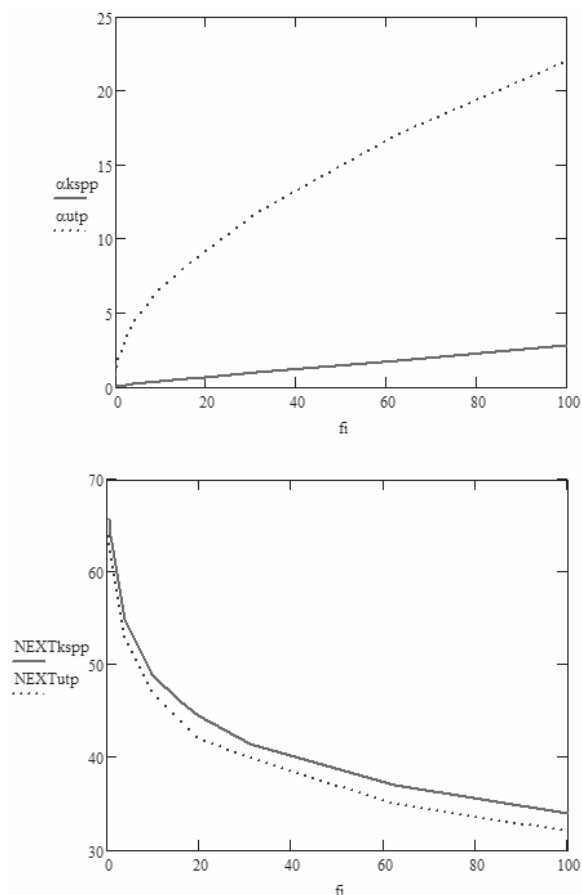


Рис. 1. Частотные характеристики кабелей

Это позволяет говорить о возможности и целесообразности его использования в данном конкретном случае.

Рассмотрим общую принципиальную схему группы сегментов разрабатываемой сети. На рис. 2 представлен фрагмент структуры кольцевых сегментов, которые являются составляющими частями сети. Сплошная линия показывает участок прохождения связки PoE+Ethernet. Прерывистая линия характеризует участок, на котором необходимо использовать повторитель PoE в связи с достижением предельной длины кабеля.

Повторитель PoE представляет собой устройство, позволяющее преодолеть ограничение на длину кабельной линии, наложенное стандартом, максимальное их число в одной цепи – 5. Инжектор PoE представляет собой устройство, на входы которого подается электрическая энергия и Ethernet, а с выхода берется их сочетание в едином кабеле. К абонентским устройствам также возможна подача PoE с коммутаторов. Для обеспечения каскадного электропитания сетевых и

абонентских устройств необходимо применение стандарта PoE+.

Для кабеля UTP категории 5 максимальная длина линии, как для целей передачи данных, так и для электропитания удаленных устройств, ограничивается 100 м. Исходя из отношения сопротивления постоянному току КСПП $1 \times 4 \times 0,9$ и UTP категории 5 максимальное расстояние между повторителями PoE – 320 м. Из расчета общей протяженности сети в 5000 м и количества шахтных горизонтов не менее 3-5 следует, что на каждом из них число повторителей составит 3-5 штук. Это вполне укладывается в стандарт.

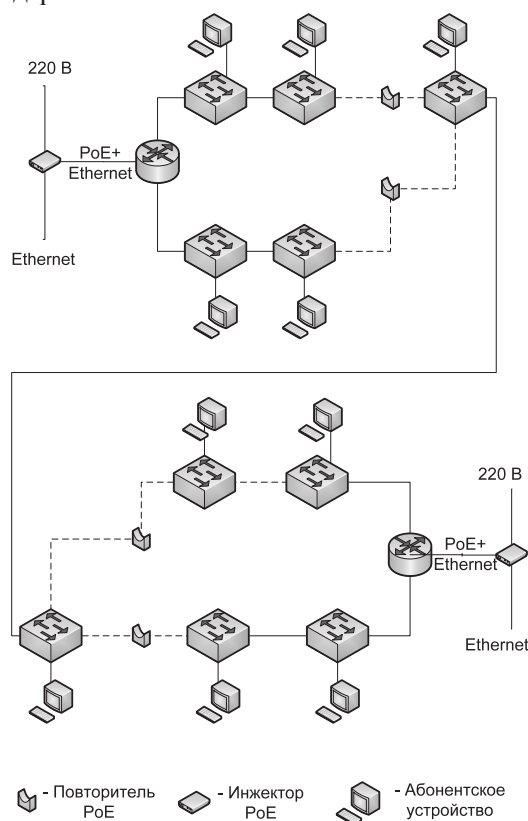


Рис. 2. Схема участка сети

Таким образом, статья раскрывает возможности построения отдельных ведомственных локальных сетей с использованием решений, альтернативных предлагаемым в общепринятых стандартах, и формирует для этого теоретическую базу.

Литература

1. Мартынов В.И. Беспроводная связь под землей: микросотовые системы или излучающий кабель? [Электронный ресурс], 2005. – Режим доступа: <http://www.informind.ru/about/article/45/> – Загл. с экрана.
2. Нежуренко А. «Корпоративные» коммутаторы Fast/Gigabit Ethernet [Электронный ресурс], 2008. – Режим доступа: http://www.i2r.ru/static/258/out_16113.shtml – Загл. с экрана.
3. Гроднев И.И., Верник С.М. Линии связи. М.: Радио и связь, 1988. – 544 с.
4. Руководство по эксплуатации линейно-кабельных сооружений местных сетей связи [Электронный ресурс], 1998. – Режим доступа: <http://www.izmer-ls.ru/rek/rp1-3.html> – Загл. с экрана.
5. Семенов А.Б. Переходные помехи и их разновидности [Электронный ресурс], 2010. – Режим доступа: <http://intra.lindex.ru/articles/5040275/> – Загл. с экрана.
6. Семенов А.Б. Защищенность и ее значение для техники ККС [Электронный ресурс], 2010. – Режим доступа: http://www.it-scs.ru/press/articles/zashchishchennost_i_ee_znachenie_dlya_tekhniki_SKS1 – Загл. с экрана.
7. Кабель «витая пара» для компьютерных сетей КССПВ [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.eurocable.ru/index.php?chp=showpage&num=58> – Загл. с экрана.

DATA COMMUNICATION TRANSPORT NETWORK UNDER THE CONDITIONS OF IN OPERATION MINE ROADWAY

Kuznetsov M.V., Galaktionov K.I.

Alternative methods of department LAN engineering; widening the scope of application of Fast Ethernet technology are described in the article. In particular, the case of creating a data communication transport network under the conditions of in operation mine roadway (mine), taking into the consideration the local specifics.

Keywords: LAN, Fast Ethernet, departmental networks, KSP 1x4x0.9, frequency characteristics, Power over Ethernet, ore mine equipment.

Кузнецов Михаил Владимирович, к.т.н., доцент Кафедры «Системы связи» Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). Тел. 8-927-652-78-94. E-mail: mv.kuz-net-sov@yandex.ru

Галактионов Константин Иванович, инженер связи ЗАО «ТМ-Сервис», г. Самара. Тел. 8-904-711-98-97. E-mail: kostyanivanich@yandex.ru