Введение

При современном уровне развития компьютерной техники и сетевых технологий, к сетям предъявляются жесткие требования. Компьютерная сеть должна обеспечивать требуемую для конкретных условий скорость передачи; так же она должна быть мобильной, с большим количеством точек доступа, при этом не должна требоваться прокладки кабеля; сеть должна иметь простое администрирование; она должна обеспечивать высокую надежность при простых технических решениях; сеть должна поддерживать все возможные типы сетевого оборудования и при всем этом она должна быть дешевой.

При всеобщей глобальной компьютеризации, как простого населения, так и предприятий, организаций и спецслужб появилась необходимость организации компьютерных сетей

Одним из вариантов организации сетей является система передачи данных по энергосетям

В дипломной работе будет показана схема организации сети передачи данных по энергосетям на примере п. Алхан-Чурт с применением технологии PLC

Раздел БЖД выполняется с целью создания безопасных условий труда при работе с сетями энергопитания

В экономической части диплома будет произведен расчет себестоимости проектируемой сети и экономическая целесообразность построения сети на основе PLC технологии

Технология PLC - это, в первую очередь, решение проблемы "последней мили". Потому что в этом решении используется внутридомовая электросеть. Сама услуга предоставляется по принципу Plug&Play. То есть адаптер или абонентский модем, приобретенный потребителем в магазине, не требует никаких настроек: при включении в розетку автоматически идет связь с головным устройством, которое в каждом доме одно; происходит автоматическая настройка конфигурации и присвоение IP-адреса. Преимуществом технологии является также и то, что для подключения к Интернету нет нужды ждать монтеров и пускать их к себе домой. Другой дополнительный плюс - роуминг: модем работает во всех домах, где есть PLC-покрытие. Он не прописан жестко к конкретному адресу и работает и внутри района, и внутри города, и в другом городе тоже. Сейчас строятся сети одновременно в пяти городах, и в стадии подготовки проектов находятся еще минимум 5-6 городов России.

При всех достоинствах этой технологии рынок Интернет-доступа уже насыщен, и мы буквально на себе чувствуем, как медленно идет нарастание абонентской базы. Если клиент уже подключился к провайдеру и сделал проводку, то привлекать его низкой ценой уже нет смысла, тем более что опуская цены оператор ставит сам себя в тяжелое положение. Средний платеж за широкополосный доступ уже и так небольшой. Поэтому для развития необходимо вводить новые сервисы и услуги. Например, так называемый "конструктор". К базовому PLC-модему "пристегиваются" разные модули: Ethernet-розетка; Wi-Fi-точка доступа; телефонный модуль, к которому можно подключить и обычный аналоговый городской телефон, и внутренний аппарат, и VoIP-устройство. С помощью последнего можно организовать внутреннюю телефонную сеть внутри города (например, прямые каналы телефонной связи с родственниками).

Еще один подключаемый модуль -видеокамера, с помощью которой можно организовать у себя дома систему видеонаблюдения, даже не подсоединяя ее к компьютеру. Весь трафик она передает по электросети на сервер провайдера. И пользователь в любой точке мира может, выйдя в Интернет, зайти в свой личный кабинет на клиентском интерфейсе и проверить обстановку дома. Подобное решение идеально подходит для контроля за детьми, приходящими нянями и домработницами. Кроме того, через Web-интерфейс можно настроить различные дополнительные функции -такие, например, как система motion detection (контроль движения), которая позволит камере выполнять функции объемного датчика движения: когда картинка сменилась, пошел сигнал на сервер, высылается SMS на мобильный телефон пользователя - он подключается к Интернету и проверяет, все ли в порядке.

1. Аналитическая часть

1.1 Технология PLC

Технология PLC (Power Line Communications - коммуникации по силовым линиям), также называемая PLT (Power Line Telecoms), является проводной технологией, направленной на использование кабельной инфраструктуры силовых электросетей для организации высокоскоростной передачи данных и голоса. В зависимости от скорости передачи делится на широкополосную (ВPL) со скоростью более 1 Мбит/с и узкополосную (NPL).

1.1.1 Развитие технологии PLC

Тестирование службы широкополосного доступа в Интернет через электросеть было запущено в Шотландии. Эта инициатива принадлежит электроэнергетической компании Scottish Hydro Electrics. Как сообщает британское издание PC Advisor, в тестировании "Интернета через розетку" было задействовано около 150 пользователей. Каждый абонент получил доступ в Интернет на скорости 2 Мбит/с. По цене это было более чем в два раза выгоднее предложения другого провайдера Интернета. Интерес к новой службе проявили уже несколько энергетических компаний страны. Кроме того, динамично внедряет PLC ведущий поставщик электроэнергии в Германии компания RWE. Например, в Германии люди даже квитанции за электроэнергию не заполняют: информация со счетчиков приходит напрямую к поставщику электричества по электропроводке. Аналогичные проекты запущены в Италии и Швеции.

В России первый этап строительства сети на базе PLC-технологии выполнялся компанией "Спарк" и завершился в октябре 2005 г. На тот момент сеть включала в себя более 750 узлов доступа, расположенных в жилых домах. Все узлы доступа объединены магистральной оптической сетью Gigabit Ethernet. В 2006 г. стартовал пилотный проект по вводу в эксплуатацию технологии PLC в районе Южное Тушино, а в 2007 г. началось активное строительство сети и подключение абонентов.

Невысокая плата за доступ в Интернет обеспечивает хорошую конкурентоспособность, но качество порой вызывает нарекания потенциальных и настоящих абонентов (если судить по многочисленным дискуссиям на форумах). Например, пользователи сетуют на проблему возможности подключения к Сети только через определенную розетку в квартире, что не всегда бывает удобно абоненту, а также на снижение скорости при включении электроприборов. Это обусловлено общим состоянием электропроводки квартиры, но такие проблемы решаются специалистами провайдера. К тому же во избежание каких-либо проблем рекомендуется включать пользовательское устройство в отдельную розетку. Тем не менее эксперты телекоммуникационной отрасли придерживаются невысокой оценки потенциала развития PLC-сетей. Причиной этого является сама технология. Для передачи данных от компьютера к компьютеру специально разрабатывалась технология Ethernet, в результате при ее использовании стоимость оконечного оборудования самая низкая, да и скоростные характеристики наилучшие. Любые же попытки приспособить для передачи данных среду, изначально к тому не предназначенную, приводят к более высокой стоимости оборудования и к худшим техническим характеристикам. Это относится и к телефонному медному проводу (коммутируемые модемы или ADSL), и к силовым сетям (технология PLC).

Так называемая "проблема последней мили", о которой так много говорят последнее время, породила множество решений. Однако у большей части таких решений есть один общий недостаток – все они требуют прокладки проводов и кабелей. Наверное, нет смысла говорить о том, какие сложности и трудности это подчас вызывает – очень часто стоимость прокладки кабеля составляет большую часть стоимости наладки сети. Более того, существует ряд случаев, при которых прокладка новых кабелей невозможна или крайне нежелательна – ярким примером такой неприятной ситуации является недавно законченный ремонт, сразу после которого неожиданно выясняется, что необходимо прокладывать дополнительные провода для компьютерных сетей.

Поэтому особый интерес всегда вызывали те технологии, которые позволяли обойтись без прокладки новых кабелей. На данный момент существует два успешных подхода к этой проблеме – это беспроводные сети Wi-Fi и технологии PLC. Если про беспроводные сети сейчас написано достаточно много, то про технологии PLC доступно гораздо меньше информации.

Технологии PLC позволяют построить компьютерные локальные сети на основе существующих линий электропередач. Так, применяя технологии PLC, вы можете построить небольшую домашнюю локальную сеть, используя ту электрическую проводку, которая уже проложена.

На самом деле, способы передачи информации при помощи электрической проводки существовали давно. Одним из них являются всем известные советские репродукторы (которые также часто неверно называют радиоточками). В основе различных технологий лежит достаточно простая идея разделения сигнала – если бы каким-то образом можно было бы одновременно передавать несколько сигналов по одному физическому каналу, то таким образом можно было бы увеличить общую скорость передачи данных. Этого можно добиться при помощи модуляции (к тому же, модулированный сигнал устойчив к помехам), и при разных способах модуляции на одних и тех же физических каналах передачи данных можно добиться разной скорости передачи данных.

На первый взгляд, рецепт удачной технологии PLC может показаться простым – достаточно выбрать такой способ модуляции, который мог бы обеспечить наиболее скоростную передачу данных, и современное средство связи готово. Однако те способы модуляции, которые обеспечивают наиболее плотную упаковку сигнала, требуют сложных математических операций, и для того, чтобы их можно было применять в технологиях PLC, необходимо применение быстрых сигнальных (DSP) процессоров.

Процессор цифровой обработки сигналов (digital signal processor — DSP) — это специализированный программируемый микропроцессор, предназначенный для манипулирования в реальном масштабе времени потоком цифровых данных. DSP-процессоры широко используются для обработки потоков графической информации, аудио- и видеосигналов.

Таким образом, развитие PLC-технологий упиралось в темпы развития DSP процессоров, и как только последние стали справляться с продвинутыми алгоритмами эффективной модуляции, появились новые технологии организации таких сетей. На данный момент в PLC-технологиях используется OFDM-модуляция, которая позволяет добиваться большой скорости передачи данных и хорошей устойчивости сигнала к помехам.

1.2 Области применения PLC

- Широкополосный доступ в Интернет;

- Домашние и офисные компьютерные сети;

- VoIP – IP-телефония;

- Высокоскоростная аудио- и видеопередача;

- Офисное и домашнее (в том числе через Internet) видеонаблюдение, построение систем удаленного видеомониторинга;

- Построение каналов передачи цифровых данных для промышленной и домашней автоматизации (АИИС КУЭ, АСУ ТП(SCADA), СКУД);

- Системы безопасности (пожарно-охранная сигнализация).

1.3 Технологические предпосылки внедрения PLC-решений

От применяемых решений для построения сетей доступа во многом зависит успех бизнеса телекоммуникационных операторов, а также эффективное функционирование ведомственных и корпоративных сетей связи.

Волоконно-оптические линии связи обеспечивают передачу данных с большой скоростью, но до массового пользователя они пока не доходят, находя широкое применение, как правило, в корпоративном секторе.

На массовом рынке абонентского доступа сегодня наиболее востребованной считается технология xDSL, которая обеспечивает пользователям доступ к сети Интернет и другим инфокоммуникационным услугам по существующим телефонным линиям. Определенную долю в этом сегменте занимают также такие технологии как широкополосный беспроводный радиодоступ и спутниковый доступ, доступ по сетям кабельного телевидения, пакетная передача данных в сетях сотовой связи 2.5G/3G (GPRS/EDGE/UMTS, CDMA 2000 1X/ EV-DO).

Такие факторы, как широкая распространенность электрических сетей 0,2÷0,4 кВ, отсутствие необходимости дорогостоящего строительства кабельной канализации, пробивки стен и прокладки кабелей связи и пр. стимулируют исследование силовых сетей как альтернативной среды передачи данных и развитие еще одной технологии широкополосного доступа - по электросетям.

Было разработано оборудование PLC первого и второго поколений. Достигнутая предельная скорость передачи данных не превышала 10-14 Мб/с. Реальная же скорость передачи данных в тестовых сетях PLC с применением этого оборудования отличалась на порядок и составляла 1-2 Мб/с. Кроме этого, абонентское оборудование PLC имело сравнительно высокую стоимость, а для электролиний, "уплотненных" PLC, был характерен высокий уровень электромагнитных излучений, обусловленный работой PLC-аппаратуры.

Поэтому до недавнего времени технология PLC применялась для коммерческого предоставления телекоммуникационных услуг в ограниченном масштабе, будучи неконкурентоспособной по отношению к другим технологиям, и прежде всего xDSL. Однако последние достижения микроэлектроники, позволившие создать системы PLC третьего поколения, которые обеспечивают скорость передачи данных до 200 Мб/с при использовании стандартных электролиний, открывают новые возможности для реализации широкополосного доступа.

1.4 Обзор технологий широкополосного абонентского доступа на основе PLC

Современные PLC системы, ориентированные на решение задачи широкополосного абонентского доступа, в основном используют две технологии. В первой применяется сигнал с т.н. расширением спектра (spread spectrum - SS), существенно повышающий помехоустойчивость передачи. При использовании SS-модуляции мощность сигнала распределяется в широкой полосе частот, и сигнал становится незаметным на фоне помех. На принимающей стороне значимая информация выделяется из шумоподобного сигнала с использованием уникальной для данного сигнала псевдослучайной кодовой последовательности. С помощью различных кодов можно осуществлять передачу сразу нескольких сообщений в одной широкой полосе частот. Описанный принцип лежит в основе метода множественного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA). Отметим, что помимо помехоустойчивости SS-модуляция обеспечивает высокий уровень защиты информации. В качестве базовой используется QPSK-модуляция.

Вторая технология основана на ортогональном частотном уплотнении с одновременной передачей сигналов на нескольких несущих (OFDM -Orthogonal Frequency Division Multiplex). Этот метод также гарантирует высокую достоверность передачи и устойчивость к искажениям сигнала.

Дальнейшим развитием второго варианта стала технология, предложенная американской фирмой Intellon. Здесь применен модифицированный OFDM-метод, в котором исходный поток данных разбивается на пакеты, и каждый из них передается в диапазоне частот 4,3-20,9 МГц с использованием относительной фазовой модуляции на собственной поднесущей (DBPSK или DQPSK - Differential Quadrature Phase Shift Keying, дифференциальная квадратурная фазовая модуляция со сдвигом). Максимальная информационная скорость передачи достигает десятков Мбит/с.

Технология PLC реализует принцип множественного доступа “точка - множество точек”. Локальная трансформаторная подстанция поставляет определенному числу зданий электроэнергию и, одновременно, обеспечивает подключенным пользователям услуги передачи данных, IP-телефонии и др.

Основным оконечным оборудованием следует считать PLC-модем, который обычно реализует интерфейс для связи с ПК: USB, либо – Ethernet. Таким образом, модем подключается к источнику информации – розетке 220В, а на выходе по соответствующему интерфейсу к ПК. Возможен вариант, когда параллельно с ПК подключается телефон, поддерживающий режим VoIP.

Типовая функциональная схема и основные компоненты PLC-модема представлены на рис. 1.1.

Рис. 1.1. Компоненты PLC-модема

Соединение с сетью Интернет в этой инновационной технологии называется Broadband over power lines (BPL).

В отличие от DSL-соединения, посредством домашней сети технология позволяет большему количеству людей иметь широкополосный доступ в Интернет.

Технология PLC – самый дешевый способ создания домашней сети, так как не требует от пользователя установки дополнительных кабелей питания и позволяет подключить к сети PLC жителей целого квартала. Одно мастер-устройство способно обеспечить доступ в Internet через сеть PLC для 500 пользователей. Для этого пользователи должны иметь у себя в квартирах адаптерные устройства, содержащие модемы PLC.

Конечно же, больше всего успешных проектов по организации широкополосного доступа через электросети реализовано в США – на родине Интернета. Известны такие компании как New Visions(Нью-Йорк), Communications Technologies (шт. Виргиния), Cinergy (шт. Огайо).

В Германии PLC предлагают Vype; Piper-Net и PowerKom; в Австрии – Speed-Web; в Швеции – ENkom; в Нидерландах – Digistroom; в Шотландии – Broadband.

В 2005 году в Российской Федерации началось развертывание сетей доступа в Интернет через бытовые электрические сети по технологии PLC.

Доступ в Интернет эволюционирует, и скоро даже у себя на даче, где нет телефонной и кабельной линий, можно будет подключиться к Интернет.

1.5 Технические основы технологии PLC

В большинстве случаев системы PLC классифицируются в соответствии с напряжением силовой сети, на которой они используются, и зоной действия (территорией):

применяемые на высоковольтных линиях (HV);

применяемые на средневольтных линиях (MV);

применяемые на низковольтных линиях (LV):

последняя миля;

внутри здания;

внутри помещения (квартиры).

PLC включает B, обеспечивающий передачу данных со скоростью более 1 Мбит в секунду, и NPL с намного меньшими скоростями передачи данных.

При передаче сигналов по бытовой электросети могут возникать большие затухания в передающей функции на определенных частотах, что может привести к потере данных. В технологии PowerLine предусмотрен специальный метод решения этой проблемы – динамическое включение и выключение передачи сигнала (dynamically turning off and on data-carrying signals). Суть данного метода заключается в том, что устройство осуществляет постоянный мониторинг канала передачи с целью выявления участка спектра с превышением определенного порогового значения затухания. В случае обнаружения данного факта, использование этих частот на время прекращается до восстановления нормального значения затухания.

Существует также проблема возникновения импульсных помех (до 1 микросекунды), источниками которых могут быть галогенные лампы, а также включение и выключение мощных бытовых электроприборов, оборудованных электрическими двигателями.

1.5.1 Проблемы развития технологии PLC

Какими бы оптимистичными ни были результаты работы экспериментальных PLC-сетей за рубежом, в нашей стране эта технология рискует столкнуться с рядом трудностей. Отечественная электрическая проводка выполнена в основном из алюминия, а не из меди, которая нашла применение в большинстве стран мира. Алюминиевые провода обладают худшей электропроводностью, что приводит к более быстрому затуханию сигнала. Другая проблема заключается в том, что у нас до сих пор не решены основные вопросы нормативно-правового регулирования использования таких технологий. Впрочем, последнее актуально и для Запада. Главным фактором, сдерживающим быстрое развитие высокоскоростных систем PLC, является отсутствие стандартов на широкополосные PLC-системы и, как следствие, большой риск несовместимости с другими службами, использующими те же или близкие диапазоны частот. В 2001 г. международный консорциум HomePlug Powerline Alliance принял отраслевой стандарт для построения домашних сетей через линии бытовой электропроводки - спецификацию HomePlug 1.0. Но этот стандарт регламентирует построение "домашних" сетей, то есть сетей в пределах одной квартиры (коттеджа). Полноценный же стандарт для широкополосных PLC пока не разработан.

1.6 Существующие стандарты

Основными организациями и сообществами, занимающимися вопросами стандатизации различных аспектов этой технологии, являются IEEE, ETSI, CENELEC, OPERA, UPA и HomePlug Powerline Alliance.

1.6.1 IEEE

IЕЕЕ объявил о создании группы, которая будет заниматься разработкой стандарта ВPL. Проект носит наименование IEEE P1675, «Standard for Broadband over Power Line Hardware».

Помимо IEEE P1675 существуют еще три направления:

IEEE P1775, инициированное с целью регламентирования PLC-оборудования, требований по электромагнитной совместимости, методов тестирования и измерения;

IEEE P1901, «Standard for Broadband over Power Line Networks: Medium Access Control and Physical Layer Specifications», обеспечивающее описание физического уровня и уровня доступа к среде для всех классов ВPL-устройств;

IEEE BPL Study Group, «Standardization of Broadband Over Power Line Technologies», обеспечивающее создание новых групп, связанных с BPL.

1.6.2 ETSI

Европейский институт по стандартизации в области телекоммуникаций сформировал технический комитет ETSI Technical Committee Power-Line Telecommunications (ТС PLT), отвечающий за стандартизацию в области PLC.

1.6.3 CENELEC

CENELEC - некоммерческая организация, состоящая из Национальных электротехнических комитетов государств-членов ЕС, которая является самой значительной организацией в ЕС в области стандартизации электромагнитных полей. Применительно к PLC, CENELEC выполняет создание спецификаций PLC для физического уровня и подуровня доступа к среде передачи; принят соответствующий стандарт EN55022 [1].

1.6.4 OPERA

Консорциум Open PLC European Research Alliance (OPERA) создан в 2004 году в рамках европейской программы Broadband for All по продвижению технологий скоростного интернет-доступа. Работа OPERA состоит из двух этапов, на выполнение каждого из которых отведено два года.

Основным инициатором и источником финансирования является Европейская комиссия. Суммарный бюджет составляет более 20 миллионов евро, значительная часть сумм выделяется в рамках программы FP6. Завершение проекта OPERA предполагается в 2008 году. Всего в проекте участвуют более 30 компаний и исследовательских институтов из 12 стран.

Подготовленные к настоящему моменту спецификации OPERA охватывают уровни PHY, MAC и оборудование передачи данных по сетям электроснабжения.

1.6.5 UPA

Ассоциация UPA была официально анонсирована в декабре 2004 года. Основной декларируемой целью UPA является пропаганда технологий PLC и демонстрация правительствам стран и индустриальным лидерам перспектив ее масштабного использования. UPA занимается разработкой стандартов и регулирующих документов для обеспечения быстрого развития рынка PLC. Обеспечивает участников рынка сведениями об открытых стандартах, основанных на совместимости и безопасности.

1.6.6 HomePlug Powerline Alliance

Для широкого внедрения и развития технологии HomePlug (одна из первых технологий передачи по силовым линиям), стандартизации и совместимости устройств различных изготовителей, использующих эту технологию, в 2000 году был организован международный индустриальный альянс HomePlug Powerline. Сегодня более 80 фирм являются спонсорами, участниками альянса, а также придерживаются его рекомендаций. Среди них такие известные фирмы как: Motorola, France Telecom, Philips, Samsung, Sony, Matsushita, Sanyo, Sharp, Panasonic и многие другие. Зарегистрированный знак альянса «HomePlug Certified» на продукции любого изготовителя означает, что данное устройство удовлетворяет всем требованием стандарта HomePlug Powerline и полностью совместимо с аналогичными устройствами другого изготовителя.

В основе первого стандарта HomePlug Powerline Specification 1.0 лежит технология Power Package™, предложенная компанией Intellon (USA) и принятая в качестве стандарта членами HomePlug Powerline Alliance. Принятые к настоящему моменту и находящиеся в стадии подготовки стандарты представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Основные стандарты HomePlug Powerline Alliance

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Дата принятия | Примечание |
| HomePlug 1.0 | Июнь 2001 г. | Определяет технологию для обеспечения передачи данных со скоростью до 14 Мбит/с |
| HomePlug 1.0 Turbo | Декабрь2004 г. | Является развитием спецификации 1.0 с обеспечением максимальной скорости передачи данных до 85 Мбит/с |
| HomePlug AV | Август2005 г. | Определяет технологию PLC со скоростью передачи до 200 Mбит/с. Спецификация предусматривает обеспечение качества обслуживания, необходимого для передачи аудио- и видео потоков. Шифрование - 128-разрядное по алгоритму AES |
| HomePlug Command and Control | Сентябрь2005 г. | Определяет управление и управление устройствами HomePlug |
| HomePlug BPL | Находится в разработке |  |

1.7 Производители

Сегодня разработки в области PLC ведут несколько сотен компаний, занимающихся как выпуском комплектов микросхем, так и созданием на их базе законченных устройств. Вот лишь некоторые из игроков отрасли: ABB, Adaptive Networks, Alcatel, Ambient Corporation, Amperion, Ascol, Cisco Systems, Cogency, Corinex, Current Technologies, DataSoft, DefiDev, DS2 (Design of Systems on Silicon), Echelon, Eicon, Electricom, Enikia, Ericsson Austria AG, HP, llevo, Intellon, Krone AG, Linksys, Lucent Technologies, Metricom Corporation, Mitsubishi, Netgear, Northern Telecom, Nor.Web, Philips, PowerNet, PowerWAN, Schlumberger, Schneider Electric, Sumitomo Electric Industries, Telkonet.

1.7.1 Производители ИМС для PLC-решений

Безусловным лидером в производстве ИМС (чипов) для PLC-систем третьего поколения является компания Design of Systems on Silicon Corporation - DS2 (Испания). Она основана в 1998 г и производит функционально полный набор продуктов, позволяющий реализовать законченное решение для задачи широкополосного доступа на базе PLC. Одна из первых DS2 представила в конце 2003 г ряд ИМС третьего поколения, обеспечивающие скорость обмена до 200 Мб/с. Пока продукты DS2 не поддерживают стандарт HP v.AV.

Основные ИМС DS2:

- DSS9001: на базе данной ИМС могут быть реализованы PLC-модемы и аппаратура класса In-Door;

- DSS9002: на базе данной ИМС могут быть реализованы Излучатели и Повторители;

- DSS9003: Специализированная ИМС для сопряжения электросети и ВОЛС;

- DSS9010: Специализированная ИМС для высокоскоростных решений

Реализация PLC-системы на основе продуктов DS2 представлена на рис. 1.2.

Рис. 1.2. Реализация PLC-системы на основе продуктов DS2.

Другим лидером следует признать компанию Intellon Corporation (США), которая была одним из соучредителей альянса HomePlug. Для спецификации HomePlug v.1.0 Intellon подготовила следующие ИМС: INT51X1, INT5200, INT5500CS. В сентябре 2002 г. компания представила первый в мире сертифицированный модуль HomePlug 1.0 — устройство RD51X1-AP для организации точки доступа в Internet по технологии PLC. В ноябре 2005 г компания объявила о выпуске 3-х миллионного изделия для сетей PLC.

Для широкополосного доступа (HomePlug v.AV specification) Intellon подготовила набор ИМС INT6000. В августе 2005 г. было объявлено, что инвестиционное подразделение Motorola Ventures начало инвестировать работы компании Intellon по развитию набора ИМС INT6000. Первые поставки ожидаются во 2 кв.2006 г.

Разработки компании Intellon реализуют технологию PowerPacket, использующую метод эффективной модуляции спектра, который дает возможность передавать данные по линиям электропередачи на очень высоких скоростях. Скорость передачи данных может достигать 100Мб/с. PowerPacket является системой с характеристиками, которые позволяют ей адаптироваться к среде с сильным многолучевым отражением, сильной узкополосной интерференцией, импульсивным помехам без выравнивания.

Компания SPiDCOM Technologies (Франция, www.spidcom.com) один из ведущих разработчиков элементной базы для решений PLC/BPL (BPL – broadband powerline, аббревиатура используемая в США для обозначения PLC). Последняя разработка компании – ИМС типа SPC200 обеспечивает скорость передачи порядка 220 Мб/с. Ее серийный запуск в производство начался в марте 2005 г. Вариант SPC200, совместимый со стандартом HomePlug v.AV, поступит в продажу во 2 кв. 2006г. ИМС SPC200 использует диапазон 2 – 30 МГц, разделенный на 7 рабочих полос.

Израильская компания Yitran Communications Ltd активно сотрудничает с HomePlug Powerline альянсом. В результате проведенных исследований в марте 2006 г решение Yitran было выбрано в качестве базовой технологии при подготовке стандарта HomePlug v.AV (раздел «Команды и управление»).

Компания подготовила две ИМС третьего поколения: ITM1 и ITС1. Они позволяют реализовать пиковую скорость до 200 Мб/с. Структурная схема устройства связи на базе ИМС ITM1/ITC1 приведена на рис. 1.3.

Рис. 1.3. Структурная схема устройства связи на базе ИМС ITM1|ITC1.

Фирма Yitran Сommunications разработала и запатентовала технологию дифференциальной кодовой манипуляции (DCSK), позволяющую создавать недорогие сетевые компоненты с высокими техническими характеристиками. Детали DCSK не известны; сообщается лишь, что в ее основе лежат независимые от физической среды передачи методы адаптивной SS-модуляции в полосе частот 4-20 MГц с турбо-компенсацией и сжатием кода.

Аппаратные компоненты (трансиверы), созданные на основе DCSK, обеспечивают значительно более высокие скорость передачи, помехоустойчивость и защиту информации, чем существующие CEBus-трансиверы, при заметно меньшей стоимости устройств. Анонсировано несколько изделий, в частности ITM1 (скорость передачи данных – до 2,5 Мбит/с) и ITM10 (скорость передачи данных – до 12 Мбит/с).

Компания XELine (Ю.Корея) разрабатывает как ИМС, так и оборудование для PLC-решений. Компания предлагает ИМС третьего поколения типа XPLC40A, которая обеспечивает скорость доступа до 200 Мб/с.

Другое изделие Xeline – ИМС типа XPLC21 обеспечивает скорость доступа до 24 Мб/с. На его основе могут быть реализованы Излучатель, повторитель и непосредственно PLC-модем. Данная ИМС реализована на базе процессора ARM9. Используемый частотный диапазон – 2-23 МГц. Структурная схема XPLC21 приведена на рис. 1.4.

Рис.1.4. Структурная схема ИМС типа XPLC21

Остальные поставщики пока находятся в стадии тестирования PLC-ИМС третьего поколения, продолжая выпуск аппаратуры второго поколения и поколения 2.5, т.н. стандарт HomePlug v.1.turbo (скорость до 85 Мб/с).

1.7.2 Обзор предложений ведущих поставщиков оборудования для систем PLC класса In-Door (установка внутри помещений)

На основе рассмотренных выше наборов ИМС вендоры выпускают PLC-оборудование и для сегмента In-Door, и для сегмента комплексных решений (для доступа на последней миле).

Ниже мы укажем производителей оборудования класса In-Door третьего поколения.

Германская компания devolo AG выпускает линейку PLC-продуктов dLAN, которые относятся к классу In-Door и позволяют создать локальную сеть внутри помещения на основе технологии PLC.

В марте 2006 г компания devolo AG объявила, что она подготовила к выпуску новую продуктовую линейку dLAN 200, которая обеспечивает скорость передачи информации до 200 Мб/с (HomePlug v.AV) и реализована на базе ИМС компании Intellon.

Один из лидеров в сегменте аппаратуры локальных сетей, компания NETGEAR (США) проявила интерес и к сегменту PLC-адаптеров - в феврале 2006 г NETGEAR заключила соглашение с компанией DS2 о начале совместных работ и поставке ИМС третьего поколения, которые позволят освоить производство PLC-устройств, поддерживающих скорость до 200 Мб/с. Начало поставок новой продукции намечено на третий квартал 2006 г.

Компания ELCON (Германия) в марте 2006 г анонсировала выпуск модели ELCONnect P-200, которая реализована на базе ИМС компании DS2, поддерживает интерфейс Ethernet и обеспечивает скорость обмена до 200 Мб/с.

Таблица 1.2. Технические характеристики наборов микросхем D52

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Конструктив | DSS9011 | DSS9010 | DSS9001 | DSS9002 | DSS9003 | DSS7700 |
| PBGA196 | PBGA196 | PBGA196 | PBGA256 | PBGA304 | QFN84 |
| Интерфейсы |
| GIMMI |  |  |  |  | 2 |  |
| MII |  | 1 | 1 | 2 |  |  |
| TDM | 1 |  | 1 |  |  |  |
| SPI | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| UART | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |
| GPIO Pins | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |  |
| Сетевые возможности |
| MAC- адреса | Нет | 32 | 64 | 1024 | 256k | Нет |
| QoS и широковещание | Есть | Есть | Есть | Есть | Есть | Нет |
| CoS | Нет | Нет | Есть | Есть | Есть | Нет |
| VLAN |  | 1 | 32 | 32 | 32 |  |
| Функциональное назначение устройств |
| CPE |  | + | + | + | + |  |
| Повторитель (repeater) |  |  | + | + | + |  |
| Головное устройство (head end) |  |  | + | + | + |  |

Таблица 1.3. Позиционирование изделий DS2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Назначение | Примечание |
| DSS9010 | Высокоскоростные домашние мультимедийные приложения | Управление QoS. Функциональность моста 802.1d с обслуживанием до 32-х МАС-адресов |
| DSS9011 | Бюджетное решение для передачи аудиоинформации |  |
| DSS9001 | Домашние приложения с раширенными возможностями и инфраструктура PLC начального уровня | Поддержка до 64-х МАС-адресов. Ориентирован на использование в составе оконечного клиентского оборудования (СРЕ). Имеет интегрированный порт VoIP |
| DSS9002 | Оборудование инфраструктуры доступа | Поддержка до 1024-х МАС-адресов. Может использоваться в: 1) модемах и повторителях низковольтных сетей; 2) шлюзах между средневольтными и низковольтными сетями; 3) шлюзах отдельных квартир или зданий |
| DSS90D3 | Оборудование инфраструктуры доступа с расширенными возможностями и оптические шлюзы для городских (Metro) сетей | Поддержка до 262144-х МАС-адресов. Обеспечивает быструю реконфигурацию с использованием оптимизированного протокола Spanning Tree |
| DSS7700 | Аналоговой блок для головного устройстаз [head end) |  |

1.8 Стандарт HomePlug

Рассмотрим один из популярных стандартов

В отличие от другой популярной технологии, которая предлагалась для построения протяженных сетей PLC – PowerLine, HomePlug лишен ряда недостатков, свойственных PowerLine. В частности, главная проблема PowerLine состоит в том, что при использовании этой технологии генерирует сильные помехи, которые подавляют радиовещание. Поскольку PLC-сети HomePlug не предусматривают большой протяженности, то уровни сигнала в них ниже, чем в протяженных PLC-сетях на основе технологии PowerLine, и мощность генерируемых помех, которые создают PLC-сети HomePlug, намного меньше. Поэтому эта технология не так сильно мешает радиовещанию.

Существует несколько редакций стандарта HomePlug. HomePlug 1.0, принятый альянсом HomePlug, обеспечивает скорость передачи данных до 14 Мб/с. Однако, необходимо понимать, что в этом случае речь идет о скорости передачи информации на физическом уровне, когда к полезной информации добавляется необходимая служебная, и поэтому в реальности в таких сетях PLC, например, при передаче файлов, скорость будет ниже.

Позднее появился расширение стандарта HomePlug, которое получило название Home Plug 1.0 Turbo. Этот стандарт позволяет строить такие сети PLC, которые обеспечивают физическую скорость передачи данных до 85 Мб/с. Это расширение позволило сетям PLC конкурировать с распространенными Ethernet-сетями, однако таких скоростей передачи данных не хватало для передачи данных для передачи цифрового телевидения высокой четкости HDTV.

Поэтому появилось следующее поколение стандарта HomePlug – HomePlug AV. Эта технология позволяет передавать данные со скоростью до 200 Мб/с, и на основе этой технологии можно строить PLC-сети, в которых можно использовать сети iPTV и VoIP.

1.9 Преимущества и недостатки технологии PLC

Преимущества:

Не требуется прокладка кабеля, заключение его в короба, сверление стен и опорных конструкций

Простота использования

Скорость монтажа

По сравнению с Wi-Fi:

Не требует настроек

Более стабильная связь

Большая безопасность информации

Подходит для передачи Multicast-трафика, например, IPTV

На качество связи не влияет материал и толщина стен в квартире

В РФ не требуется регистрация оборудования в Роскомнадзоре

Недостатки:

Нарушение радиоприема в помещениях, где работают PLC-модемы, особенно на средних и коротких волнах,[1] но на очень небольшом расстоянии порядка 3-5 метров от модема.

Пропускная способность сети по электропроводке делится между всеми её участниками. Например, если в одной Powerline-сети две пары адаптеров активно обмениваются информацией, то скорость обмена для каждой пары будет составлять примерно по 50% от общей пропускной способности.

На стабильность и скорость работы PLC влияет качество выполнения электропроводки, наличие стыков из разных материалов (например, медного и алюминиевого проводника), а также просто количество соединений проводника.

Не работает через сетевые фильтры и ИБП, не оборудованные специальными розетками "PLC READY".

На качество связи могут оказывать отрицательное влияние дешевые энергосберегающие лампы, тиристорные диммеры, импульсные блоки питания и зарядные устройства. Максимальное влияние на скорость в сети перечисленные устройства оказывают при подключении в непосредственной близости от PLC-модема.

Неясные правовые аспекты использования данной технологии в Российской Федерации.

1.10 Варианты исполнения PLC-сетей

Рис. 1.5. Наружный вариант исполнения PLC-сети

Рис. 1.6. Вариант исполнения PLC-сети внутри здания: организация сегмента PLC-сети

Рис. 1.7. Вариант исполнения PLC-сети внутри здания: много сегментная PLC-сеть

Рис. 1.8. Совместное использование PLC и беспроводных технологий

На рисунках представлены варианты создания сетей PLC на оборудовании DefiDev:

наружный вариант использования средне-вольтной и низковольтной проводки (рис, 1.5, показаны варианты соединения с репитерами и без репитеров);

установка внутри здания (рис, 1.6, 1.7);

комплексное использование PLC и беспроводных техно логий (рис. 1.8).

Управление PLC-сетью может осуществляться как при помощи собственной системы управления, так и с помощью систем управления сторонних производителей, например, HP OpenView.

Рис. 1.9. Схема подключения корпоративных пользователей к Интернету по технологии PLC

Состав PLC-сети:

- автоматизированные рабочие места пользователей (АРМ) – ПК, ноутбуки, КПК. Кроме того, может быть подключено различное оборудование, например, сетевые многофункциональные устройства, телефоны/IP телефоны.

- абонентские PLC-устройства (адаптеры) с интерфейсами Ethernet (1), USB (2) или Wi-Fi (3);

- пограничный PLC-модем со встроенными функциями маршрутизации, аутентификации и ADSL-доступа в магистральную телекоммуникационную сеть;

- электропроводка: устройства фазового сопряжения, щиты распределения электропитания (вторичные распределительные панели), автоматы электрозащиты (автоматические выключатели), электрические розетки.

В настоящее время с использованием PLC развернуты сети на всех континентах:

Америка - США, Канада, Мексика, Бразилия, Чили и Аргентина;

Африка - Марокко, Тунис, Алжир, Сенегал, Нигерия, ЮАР и др.;

Азия - Китай, Тайвань, Филиппины, Сингапур, Индия и Австралия;

Европа - Франция, Чехия, Словакия, Хорватия, Албания и др.

Инсталляции в России выполнены в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Тюмени и Новосибирске.

Из состава бывших республик СССР охвачены Казахстан, Узбекистан и Грузия.

2. Специальная часть

2.1 Принцип действия, основные возможности оборудования

Для сбора и передачи данных по линиям электропередач 0, 4-110кВ предлагается оборудование узкополосного доступа – модемы, емкостное и индуктивное устройства присоединения к кабельным линиям и ЛЭП. Оборудование разработано специально для решения задач контроля и управления в области энергетики и построения систем, таких как АСКУЭ и АСУТП, передачи голоса и других данных.

Модемы PLC имеют входные интерфейсы RS-232/485 и Ethernet и совместимы со всеми стандартными протоколами для данных интерфейсов. С помощью аппаратно-программных средств модемы можно настроить на различные режимы работы:

- Master – головной магистральный модем;

- Repeater–повторитель;

- Slave–оконечный модем.

Модемы, установленные в режим Master/ Repeater имеют 16-битное адресное пространство, т.е. 65536 адресов. Экспериментально подтвержденная скорость передачи данных составляет: - для интерфейса RS-232/485 – до 100 кБит/сек., а для интерфейса Ethernet – до 60 кБит/сек. Модемы работают в частотном диапазоне 50-525 кГц, спектральная выходная мощность сигнала 38 dBm, таким образом, при работе модемов не создается помех для потребителей в электросети.

Существующее программное обеспечение модемов на базе интерфейсов RS-232 и Ethernet обеспечивает возможность построения PLC сетей различных архитектур:

- «точка-точка» - для систем, требующих единого “жесткого” канала связи.

- «точка-многоточка» - для систем, использующих архитектуру Master/Slave и прозрачность slave устройств.

- «множественная точка-многоточка» - для глобальных открытых информационных систем.

Скорость, устойчивость, безошибочность и надежность передачи данных, а также широкая полоса пропускания сигнала PLC модема в реальном времени, позволяет использовать его в электросетях различного напряжения, с многочисленными узлами, поддерживающими различные промышленные протоколы.

С учетом того, что пользователю доступна максимальная скорость в 100 кбит/с, на уровне приложений, это решение наиболее подходит для систем с высокими требованиями к пропускной способности канала, систем автоматизации, мониторинга и других служб использующие высокочастотную связь по ЛЭП.

Емкостное устройство присоединения предназначено для передачи данных по высоковольтным линиям с напряжением до 10кВ как воздушным, так и кабельным. Устройство присоединения является неотъемлемым звеном при построении PLC сетей. УП выполняет передачу высокочастотных сигналов PLC модема в канал связи с номинальным напряжением до 10 кВ и обратно, обеспечивая в свою очередь гальваническую развязку потенциалов и согласование импеданса между первичным и вторичным терминалами, соответственно, не требует дополнительного электропитания и не нуждается в каких либо настройках. Конструкция и габариты УП-10 позволяют устанавливать его как в ТП, так и в выкатных ячейках РП (РТП) и ПС, как внутри, так и вне помещения. Корпус УП изготовлен из стекловолокна с полиэстером, что обеспечивает необходимый уровень безопасности при эксплуатации и степень защиты по классу С3.

Индуктивное устройство присоединения имеет аналогичное назначение, как и емкостное устройство присоединения, и отличается быстротой и легкостью установки без непосредственного контакта с токоведущими частями ЛЭП.

Опыт эксплуатации показывает, что комплект оборудования (PLC модем + УП) обеспечивает передачу данных на расстояния до 10 км.

2.1.1 PDSL

PDSL - технология семейства xDSL, обеспечивающая симметричную передачу данных со скоростью до 2Мбит/с по силовым кабелям (4-20 кВ), параллельно с транспортируемым электричеством. Подключение оборудования PDSL к высоковольтным линиям осуществляется посредством устройств сопряжения, которые устанавливаются в трансформаторных шкафах

2.1.2 Малый офис (SOHO)

PowerLine технология может быть использована при создании локальной сети в небольших офисах (до 10 компьютеров), где основными требованиями к сети являются простота реализации, мобильность устройств и легкая расширяемость. При этом как вся офисная сеть, так и отдельные её сегменты могут быть построены с помощью PowerLine адаптеров

2.1.3 Домашние коммуникации

PowerLine технология открывает новые возможности при реализации идеи «Умного дома», где вся бытовая электроника была бы завязана в единую информационную сеть с возможностью централизованного управления. Электрическая сеть – готовая среда передачи управляющих сигналов между бытовыми приборами, работающих в сети 110/220В.

2.1.4 Оборудование узкополосного доступа

PLC модем TL-100MV

Магистральный модем для передачи данных телеметрии.Скорость передачи данных 270 кбит/с, полезная -115кбит/с Дальность - до 10 км. Интерфейс RS232, 485. Количество поддерживаемых узлов - 65 тыс. Режимы - ведущий, ведомый, повторитель.

TL-192

PLC модуль для передачи данных телеметрии Скорость передачи данных на уровне PLC: 135 кбит/с, на уровне приложения: 19,2 кбит/с. Частотный диапазон: 50-450 кГц Интерфейс - RS-232, дальность - до 3 км. Среда применения: 0,4/10 кВ переменного тока. Питание +5В, +12В

УП 10 Емкостное устройство присоединения

Номинальное напряжение: 10кВ Номинальная рабочая частота: 50/60кГц. Полоса пропускания: 50кГц-500кГц. Способы подключения: фаза-фаза, фаза-земля. Емкость: 5 нФ, другая под заказ. Температур: от -40 до +50 С

Допустимая импульсная микросекундная помеха: 50кВ/50мкс Сопротивление изоляции: 100Мом

Волновое сопроивление силовой линии: 22-75Ом. Затухание в рабочей полосе частот < 1дБ Изоляция конденсатора: Керамика Габаритные размеры: 450\*300\*190мм Масса: 5,5кг

УП-i-500NB Индуктивное Устройство присоединения

Номинальное напряжение: 24кВ-36кВ Полоса пропускания: 50кГц-500кГц Температура: от -40 до +60 С Габаритные размеры: 100\*50\*100мм Масса: 1,5кг

2.1.5 Оборудование широкополосного доступа

CPE wall-mount TL-200WM Клиентский модем.

Чипсет 9010. Кол-во поддерживаемых соединений 16. Интерфейсы: Ethernet 10/100 Протоколы: DHCP, TCP/IP (IPv4), TFTP, SNMP, VLAN (802.1 q), OVLAN, VPN, TFTP, STP, HTTP, UDP, 8 QoS. Шифрование - 3DES+расширенное Скорость - до 200 Мбит/с.

CPE wall-mount TL-200WMF Клиентский модем для коксиальных линий.

Чипсет 9010. Кол-во поддерживаемых соединений 16. Интерфейсы: Ethernet 10/100 Протоколы: DHCP, TCP/IP (IPv4), TFTP, SNMP,VLAN (802.1q), OVLAN, VPN, TFTP, STP, HTTP, UDP, 8 QoS.

Шифрование - 3DES+расширенное Скорость - до 200 Мбит/с

CPE wall-mount TL-201WM Клиентский/магистральный модем.

Чипсет 9001. Режимы - мастер, slave, повторитель. Кол-во поддерживаемых соединений 32. Интерфейсы: Ethernet 10/100

Протоколы: DHCP, TCP/IP (IPv4), TFTP, SNMP,

VLAN (802.1 q), OVLAN, VPN, TFTP, STP, HTTP, UDP, 8 QoS. Шифрование - 3DES+расширенное Скорость - до 200 Мбит/с.

CPE wall-mount TL-201WMF

Клиентский/магистральный модем для коаксиальных линий. Чипсет 9001. Режимы - мастер, slave, повторитель. Кол-во поддерживаемых соединений 32. Интерфейсы: Ethernet 10/100

Протоколы: DHCP, TCP/IP (IPv4), TFTP, SNMP,

VLAN (802.1 q), OVLAN, VPN, TFTP, STP, HTTP, UDP, 8 QoS. Шифрование - 3DES+расширенное Скорость - до 200 Мбит/с

Slim Injector TL-202HES. Магистральный модем. Чипсет 9002.

Кол-во соединений одновременно поддерживаемых 64, всего 1024. Режимы - мастер, slave, повторитель. Интерфейсы: Ethernet 10/100

Протоколы: DHCP, TCP/IP (IPv4), TFTP, SNMP,VLAN (802.1q), OVLAN, VPN, TFTP, STP, HTTP, UDP, 8 QoS.

Шифрование: 3DES+расширенное Скорость - до 200 Мбит/с.

Устройство присоединения на 0,4 кВ для TL-202HES

Предназначено для подключения PLC модема к 0,4 кВ

УП К-24 Емкостное Устройство присоединения на кабельные линии

Номинальное напряжение: 24кВ

Полоса пропускания:2MГц-40MГц

Температура окружающей среды: от -20 до +60 С

Изоляция конденсатора: Керамика

Габаритные размеры: 270\*95мм

Масса: 3,5кг

УП В-17 Емкостное Устройство присоединения на воздушные линии

Номинальное напряжение: 17кВ Полоса пропускания: 2MT^40M^ Температура окружающей среды: от -40 до +60 С Габаритные размеры: п=177мм,а!=112мм Масса: 1,75кг

УП-1-500Л\Ш Индуктивное Устройство присоединения

Номинальное напряжение: 24кВ-36кВ Полоса пропускания: 2MT^40M^ Температура: от -40 до +85 С Габаритные размеры: 90\*44\*90мм Масса: 1,2кг

Устройство присоединения к телефонной линии УП - ТФ Предназначено для подключения PLC модема к телефонной линии и служит для разделения частотных диапазонов PLC модема и голосового сигнала для исключения взаимовлияния.

УП - ТФ имеет три разъема для подключения:

- к телефонной линии;

- к PLC модему;

- к телефонному аппарату.

Сетевые устройства стандарта HomePlug используют для передачи данных по электросети. Оборудование работает на базе OFDM-модуляции и рассчитано на сети с напряжением LV (0,4 кВ) и MV (6-36 кВ).

Максимальная скорость передачи составляет 14 Mb/s (HomePlug 1.0) и 200 Mb/s (HomePlug AV). Дальность - до 10 км. Новая спецификация предусматривает высококачественную передачу изображений, развлекательных программ, сигналов телевидения высокой (HDTV) и стандартной(SDTV)четкости. Для защиты информации используется алгоритм 3DES, который гарантирует практически такую же высокую защищенность трафика, как в проводных сетях. В дополнение ко всему, оборудование поддерживает функции качества обслуживания (QoS), в частности, четырехуровневую систему приоритетов и возможность сегментации сети.

2.2 Реальные возможности технологии PLC

О технологии PLC так или иначе слышали многие, однако о реальных возможностях технологии осведомлено лишь небольшое количество специалистов. Отчасти это связано с информационной политикой производителей и невнятным маркетингом, который не учитывал российские реалии, отчасти виноваты болезни роста, поскольку первая и вторая версия стандарта работали не так хорошо, как хотелось бы. В это разделе я постараюсь показать возможности этой технологии, которая базируется на стандарте, одобренном UPA в 2006 году, которые я смог проанализировать и узнать. Стандарт UPA обеспечивает физическую скорость передачи данных до 200 Мбит/cек в режиме полу-дуплекс, что соответствует максимальной скорости передачи реальных данных 80 мбит/сек в полнодуплексном режиме. Максимальная скорость ниже пропускной способности FastEthernet из-за издержек на служебный трафик и избыточность данных для протокола коррекции ошибок.

На отечественном рынке технология PLC известна прежде всего решениями типа «Домашняя сеть по электропроводке» которые представлены такими брендами как Zyxel, Dlink, Qlan. Одним из популяризаторов этих решений выступила компания ЭлектроКом со слоганом «Интернет из розетки», доказавшая своим примером работоспособность технологии. В то же время, технология PLC не ограничивается только домашним применением, существует интересный класс решений, получивший название BPL (Broadband over power line), который предназначен для операторов связи и системных интеграторов, занимающихся развертыванием корпоративных сетей. На данный момент на сколько мне известно в нашей стране наиболее заметны на этом рынке два европейских поставщика решений BPL – французская компания DefiDev и канадско-словацкая компания Corinex. Я буу рассматривать оборудование компании Corinex, дистрибьютором которой на данный момент в России выступает компания «СЕТЬТЕЛЕКОМ».

2.3 Практическое описание технологии PLC (слухи и реальность)

Технология PLC проделала непростой путь от непонятно работающих поделок до решений операторского класса. На этом пути в разное время у разных людей возникали различные впечатления, которые превратились в устойчивые мифы. Рассмотрим некоторые из них.

Считается что технология PLC медленная и ненадежная: - ранние версии стандартов работали недостаточно надежно. Версии UPA и HomePlug AV относятся к третьему поколению, а алгоритмы и протоколы непрерывно совершенствуются в регулярно выпускаемых обновлениях программного обеспечения.

Говорится, что можно включить несколько адаптеров в розетки и получить максимальную скорость работы, а на деле результат непредсказуем - PLC работает по электрическим проводам, которые могут быть присоединены к трем разным фазам. В некоторых случаях может оказаться, что разные группы розеток подключены к разным фазам и попросту не имеют электрического соединения друг с другом. В этой ситуации удивительно не то, что PLC не работает, а то, что она часто работает даже в такой сложной ситуации благодаря взаимному влиянию фаз. При наличии плана электросети и опыта работы с PLC можно построить сеть в любых условиях, но это, конечно, не получится сделать по принципу «включил и работает».

Существуют устройства, которые при включении «блокируют» всю сеть и с этим ничего сделать нельзя - устройства, которые оказывают влияние на PLC, хорошо известны. Это мощные электродвигатели, используемые в кондиционерах, холодильниках, стиральных машинах с индуктивным характером нагрузки, а так же дешевые малогабаритные блоки питания китайского производства без цепей фильтрации. Способы борьбы тоже известны — использование специализированных недорогих фильтров и правильный дизайн PLC сети.

После развертывания PLC сети, образуются помехи - это неправда, потому что:

- при передаче по коаксиальному кабелю мощность и спектр используемого сигнала в PLC близка по параметрам к кабельным модемам DOCSIS, а за операторами кабельных сетей никто не гоняется;

- при передаче даже по очень хорошему силовому кабелю сигнал быстро затухает, при передаче же по воздуху, например в коттеджной застройке, сигнал не оказывает ощутимого влияния на технику, работающую в поселке, поскольку линии электропередач и оборудование достаточно удалены друг от друга;

- малая мощность PLC сигнала (100 мВт) небольшими порциями распределена по широкому спектру, в то время как большая мощность КВ радиостанций (1 … 50 Вт) сконцентрирована в узком спектре;

- и самое важное, существует гибкая возможность конфигурации Power mask, которая позволяет ослабить излучение произвольной частоты на заданный уровень мощности. На рынок поставляются модели с предустановленными масками полностью удовлетворяющими, например, правилам американского регулятора FCC. В России, к сожалению, такая работа до сих пор не проведена, хотя разработать эту маску легко может сообщество квалифицированных радиолюбителей.

В России плохие электросети, поэтому у нас эта технология никогда хорошо работать не сможет - отчасти это правда, но существуют совершенно разные типы электросетей. Для технологии PLC важны материал, толщина проводов, их геометрия, качество соединений, количество разветвлений. В России была очень хорошая школа электроэнергетики. В некоторых местах электропроводка, проложенная 30-40 лет назад, и сейчас обслуживает потребителей, увеличивших свое потребление в несколько раз благодаря советскому запасу прочности. Нет особых оснований считать наши электросети хуже, чем во многих странах Азии или восточной Европы, которые успешно используют решения PLC.

PLC это дорого, и даже по таким ценам купить негде - дорого потому что мало покупают, мало покупают, потому что дорого. Этот замкнутый круг компании разорвали благодаря серьезному подходу к этому бизнесу, включая инвестиции в закупку оборудования на склад и получению партнерского статуса. В результате сейчас у российских потребителей появилась возможность приобретать оборудование Corinex по европейским ценам со склада в Москве.

Кроме таких слухов существуют и вполне определенные факты, вызванные физическими особенностями распространения сигнала, которые существенно сужают сферу применения решений на базе PLC.

Факт 1. Некоторые электрические счетчики блокируют сигнал PLC. Существует три возможных варианта влияния счетчиков на работу PLC в зависимости от их конструкции:

Счетчик не оказывает влияния на сигнал. Ослабление около 5 дБ;

Счетчик ослабляет PLC сигнал. Ослабление 5-40 дБ. В этом случае можно подключать сигнал после счетчика и обеспечить нормально качество работы PLC сети;

Счетчик шунтирует PLC сигнал. В этом случае большая часть сигнала ослабляется через встроенный ВЧ шунт, PLC подключение не работает ни до счетчика, ни после счетчика. Единственный вариант установить связь отступить от счетчика по кабелю направленному в сторону потребителей от 10 метров и выше.

Факт 2. В алюминиевой проводке затухание сигнала сильнее, чем в медной, что сокращает дальность связи примерно в 2 раза.

Факт 3. В подземных кабелях из-за свойств земли затухание сигнала в 2-3 раза больше. Однако на передачу сигнала в электросетях, в основном, влияет не ослабление, а уровень шума, который в подземных коммуникациях существенно ниже.

Факт 4. Чем больше разветвлений (автоматов) в электрощите, тем сильнее падает мощность сигнала прямо в точке подключения сигнала.

На реальных объектах сочетание нескольких неблагоприятных факторов может сделать развертывание PLC невыгодным или принципиально невозможным, поэтому перед развертыванием сети всегда необходимо собирать максимальное количеств информации, включая план электросети, тип кабельной проводки, схемы щитов и автоматов, и что особенно важно, сверить полученную информацию с реальностью.

2.4 Спектр PLC сигнала

Рис. 2.1. Спектр PLS сигнала.

Замечательным свойством технологии является умение подстраивать степень модуляции по каждой несущей под затухание, т. е. адаптация к амплитудно-частотной характеристики линии. Таким образом «заваленные» частоты продолжают использоваться для передачи полезного сигнала, пусть и с меньшим количеством символов на несущую.

В решениях класса Home нет никакой возможности управления спектром передаваемого сигнала, поэтому качество работы на существующих сетях может оказаться неоптимальным. В операторских решениях существует возможность выбора режима работы (Mode), всего этих режимов 13 и они серьезно отличаются по характеру применения. Home решения используют только режим 13, средневольтовые решения Access используют режимы 1-3, низковольтовые решения Access по умолчанию используют режим 6. Спектр живого сигнала полученного с коаксиального выхода PLC шлюза доступа компании Corinex показан на Рис. 2.1.

2.5 Характеристики PLC сетей

Два первых вопроса, которые задает любой потенциальный пользователь оборудования PLC это: «Какая максимальная скорость?» и «Какое максимальное расстояние?» Мгновенная физическая скорость линии может достигать 220 Мбит. Скорость, которую выдает «эстиматор», чуть ниже. При установлении соединения может пройти несколько минут, прежде чем модем определит оптимальную скорость передачи данных. Взаимосвязь между физической скоростью затуханием и полосой можно увидеть на графике (Рис. 1.11.).

Рис. 1.11.

В свою очередь между физической скоростью и реальной скоростью передачи данных существует определенная зависимость. Не стоит забывать, что в физической среде PLC протокол работает в режиме half-duplex, поэтому указанное значение делится на два направления, как правило, с небольшой асимметрией (Рис. 2.2.).

Рис. 2.2.

Производители говорят о типовой дальности работы PLC сетей в 300 метров, но из-за большого количества факторов, влияющих на распространение сигнала невозможно, в общем случае, гарантировать ту или иную скорость или расстояние. В реальности, определяющую роль на скорость и дистанцию оказывает не затухание, а отношение сигнал/шум. Стоить отметить, что в разветвленных и некачественных электросетях уровень шума оказывается весьма значительным. В таблице 2.1. приведены примеры расстояний и скоростей при разных параметрах линии.

Таблица 2.1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Дальность | RX, Мбит/c. | Потери | SNR |
| 60 | 55 | 68 | 10 |
| 90 | 13 | 61 | 8 |
| 90 | 29 | 60 | 10 |
| 90 | 44 | 60 | 11 |
| 120 | 51 | 60 | 4 |

2.6 PLC и коаксиальные сети

Несмотря на то, что оборудование PLC предназначено для работы по силовой электропроводке, в силу физических причин, коаксиальные подключения играют очень важную роль. Коаксиальный кабель является наилучшей средой передачи данных для PLC сигнала. Именно поэтому все головные станции линейки Access оснащаются коаксиальными выходами. При подключении к средневольтовым электрическим сетям напряжением до 10 кВ вольт используются только каплеры с коаксиальными разъемами. Другой особенностью PLC модемов с коаксиальными выходами является их полная совместимость с современными сетями кабельного телевидения. Полевые испытания показали, что на отечественных сетях КТВ с использованием полосы обратного канала 5-34 МГц (ГОСТ Р 52023) практически полученные результаты хорошо совпадают с расчетом. Количество проделанной работы тянет на отдельный интересный обзор, и я надеюсь, что мы сможем подготовить и опубликовать результаты в скором времени. Пока можно сказать, что PLC over Сoaxial является привлекательным решением для предоставления услуг по небольшим сетям кабельного телевидения в многоэтажной застройке, в условиях когда на развертывание DOCSIS либо нет средств либо оно экономически неоправданно. Другим интересным вариантом применения PLC является строительство небольших коаксиальных сетей для услуг телевидения и доступа в Интернет в сельской местности, там, где недостаточный объем платежеспособного спроса не позволяет внедрить оптику.

2.7 Методы подключения к электросетям

Одним из самых важных моментов при организации PLC сети является выбор метода подключения модема к силовой линии. Устройство, которое осуществляет ввод/вывод сигнала называется Каплер (Coupler), в переводе с английского — делитель, ответвитель. Существует два основных физически различных варианта подключения в силовую электросеть:

Емкостный — сигнал подается контактным методом через высокочастотный высоковольтный конденсатор;

Индуктивный — сигнал подается бесконтактным методом через цепь образованную витками петли инжектора и силовыми кабелями.

В коаксиальную сеть сигнал подключается либо через обычный ТВ-сплиттер, либо через частотный ответвитель, называемый диплексером. Для подключения к головной станции использование диплексера обязательно, поскольку он обеспечивает подавление сигнала в сторону ГС более чем на 50 дБ (у сплиттера развязка 22 дБ), а потери инжекции составляют 0,5 дБ (у сплиттера – 3,5) Внешне диплексер не отличается от обычного делителя КТВ.

Рис. 2.3. Диплексер PLD-42

Для подключения к LV сетям (110-240 Вольт) обычно не составляет труда организовать гальваническое соединение, хотя в некоторых случаях без индуктивного соединения не обойтись, например, если гальванический контакт организовать невозможно. В таком случае применяются защелкивающиеся ферритовые клипсы как показано на Рисунке 2.5.:

Рис.2.4. Ферритовые клипсы

Основное правило при индуктивном подключении состоит в том, что сигнальная петля должна образовывать замкнутую цепь с направлением движения в одну сторону по фазе и в другую по нейтрали. Варианты подключения с использованием стандартного однофазного или каплера 1+11 приводятся в презентации Corinex.

Для подключения к средневольтовым сетям (MV) применяются специальные каплеры, состоящие из высоковольтных конденсаторов и ферритов рассчитанные на большой ток. Существуют специализированные компании, производящие такое оборудование, например, Arteche

2.8 Таблица расчета PLC сети

Поскольку PLC технология является разновидностью передачи радиосигналов, то метод расчета сетей PLC подчиняется законам радиотехники. При этом для коаксиальных сетей расчет совпадает с практикой очень хорошо, а для электросетей оказывается весьма приблизительным, прежде всего, из-за отсутствия точной информации о структуре электросети.

Для начала приведем данные производителя, которые дают понятие о запасе бюджета линии (Таблица 1.6.).

Таблица 2.2.

|  |  |
| --- | --- |
| Описание  | Значение в дБ |
| Шум в коаксиальном кабеле | -125 |
| Шум в электропроводке | -110 |
| Мощность передачи HD и GPON шлюзов | -50 |
| Мощность передачи стандартных шлюзов | -53 |
| Мощность передачи CPE | -57 |
| Бюджет линии в коаксиальной | 58 … 65 (при SNR =10) |
| Бюджет линии в силовой сети | 43 … 50 (при SNR = 10) |

Теперь посмотрим на потери, которые имеют место в реальной сети (Таблица 1.7.):

Таблица 2.3.

|  |  |
| --- | --- |
| Описание  | Потери, значение в дБ |
| Однофазный емкостный каплер | 1,25 |
| Однофазный индуктивный каплер | 4 … 8 |
| Трехфазный емкостный каплер | 5 |
| 11 + 1 каплер | 11,5 |
| Потери в коаксиальном проводе на 30 МГц | 2,5 на 100 метров |
| Потери в силовом медном проводе | 6...12 на 100 метров |
| Потери в подземном медном проводе | 10... 20 на 100 метров |
| Коаксиальный сплиттер на 2 выхода | 3,5 |
| Коаксиальный сплиттер на 3 выхода | 5 |
| Коаксиальный сплиттер на 4 выхода | 7 |
| Разветвление на 2 электропровода | 3 |
| На 3 | 5 |
| На 5 | 7 |
| На 9 | 10 |
| На 17 | 12 |
| Защитный автомат | 2 … 5 |
| Электросчетчик | 5 … 40 |

В реальных условиях совсем нетрудно представить такую конфигурацию электропроводки, при которой бюджета линии не хватает для покрытия всего объекта. К счастью, использование репитеров позволяет увеличить максимальное расстояние до 5 раз, хотя это происходит за счет уменьшение максимальной доступной полосы. Мы обнаружили и сформулировали правило «двух щитков», которое гласит, что PLC сигнал может преодолеть не более двух электрощитов. При подключении шлюза в ГРЩ здания, обычно все абоненты сидящие на этажных распределительных щитах могут установить связь с головной станцией.

Приведем таблицу 1.8. физических скоростей соединения PLC в зависимости от соотношения сигнал/шум (SNR):

Таблица 2.4.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| SNR дБ | TX, Мбит/c. | RX, Мбит/c. |
| 14,33 | 39 | 23 |
| 20,9 | 78 | 43 |
| 25,52 | 101 | 76 |
| 30,57 | 156 | 86 |

Таблица 2.5. Пример расчета сети на основании табличных данных.

|  |  |
| --- | --- |
| Объект | Потери, дБ |
| Каплер 3 фазный: | 5 |
| Главный Электрощит 3 фазы на 3 группы автоматов каждая, 5 разветвлений | 7 |
| Проход автомата ГЭ | 3 |
| Этажный провод толстым медным проводом до щитка на 3 этаже, 30 метров. | 2 |
| Этажнное УЗО | 3 |
| Этажный электрощит на 6 автоматов на фазу (всего 12 на сеть и 3 на свет) | 10 |
| Провод до комнаты по этажу 50 метров, тонкий медный кабель | 5 |
| 4 ответвления на розетки в комнате 4 x 4 | 16 |
| Всего | 35 … 51 |

Ожидаем, что соединение установится нормально во всех точках комнаты со скоростью около 50 Мбит при использовании шлюза доступа LW. Область покрытия 3 этажа по 12 комнат без использования репитеров.

2.9 Архитектура сети

Разработанная микропрограммная версия позволяет организовать как одноранговые, так и многоранговые сети с топологией точка-точка. Поток данных, отправленный микропроцессором одного узла, получает микропроцессор второго узла.

При использовании версии команд общего назначения, хост машина сохраняет полную гибкость доступа, контроль методом символьной пересылки, конфигурацию и функционирование сети в целом. Интерфейс микропроцессора хост машины полностью соответствует требованиям протокола и поддерживает сетевые микропроцессорные драйвера.

Частотное разделение в PLC

Рис. 2.7. Частотное разделение

Технология Powerline строится на использовании частотного разделения сигнала, при котором высокоскоростной поток данных разбивается на несколько относительно низкоскоростных потоков, после чего каждый из них передается на отдельной поднесу-щей частоте с последующим их объединением в один сигнал (рис. 2.7.).

Рис. 2.8. Обычный FDM

При использовании обычного частотного мультиплексирования (FDM -Frequency-Division Multiplexing) защитные интервалы (Guard Band) между поднесущими, необходимые для предотвращения взаимного влияния сигналов, довольно велики (рис. 2.8.), поэтому доступный спектр используется не очень эффективно.

Рис. 2.9. OFDM

В случае же ортогонального частотно-разделенного мультиплексирования (OFDM) центры поднесущих частот размещены так, что пик каждого последующего сигнала совпадает с нулевым значением предыдущих (рис. 2.9.). Такая схема позволяет более эффективно использовать доступную полосу частот.

Перед тем как отдельные поднесущие частоты будут объединены в один сигнал, они претерпевают фазовую модуляцию (рис. 2.10.), каждая определяется своей последовательностью бит. После этого все они проходят через PowerPacket engine и собираются в единый информационный пакет, который еще называют OFDM-symbol. На рис. 2.11. приведен пример относительной квадратурной фазовой манипуляции (DQPSK - Differential Quadrature Phase Shift Keying) на каждой из 4 поднесущих частот в диапазоне 4-5 МГц.

Рис. 2.10. Фазовая модуляция

Рис. 2.11. DQPSK-модуляция

Реально в технологии Powerline используются 84 поднесущие частоты в диапазоне 4-21 МГц (рис. 2.12.).

Рис. 2.12. Реализация OFDM в технологии Powerline

Теоретическая скорость передачи данных при использовании параллельных потоков с одновременным фазовым модулированием сигналов составляет более 100 Мбит/с. При передаче сигналов по бытовой сети электропитания могут возникать большие затухания в передающей функции на определенных частотах, что приведет к потере данных (рис. 2.13.).

Рис. 2.13. Передающая функция

В технологии Powerline предусмотрен специальный метод решения этой проблемы - динамическое выключение и включение передачи сигнала (dynamically turning off and on data-carrying signals). Суть данного метода заключается в том, что устройство осуществляет постоянный мониторинг канала передачи с целью выявления участка спектра с превышением определенного порогового значения затухания. В случае обнаружения данного факта использование этих частот на время прекращается до восстановления нормального значения затухания (рис. 2.14.).

Рис. 2.14. Адаптивная передача данных

Данный метод делает технологию Powerline максимально гибкой при использовании в неодинаковых условиях. Например, в разных странах существуют различные регулирующие акты, согласно которым часть диапазона частот не может быть использована. Следовательно, в случае Powerline в таком диапазоне просто не будут передаваться данные. Еще одним примером является вариант, когда некое приложение уже использует часть диапазона. Аналогично первому случаю здесь также выключается передача данных на определенных частотах, и два приложения могут спокойно сосуществовать в одной физической среде.

Другой серьезной проблемой при передаче данных по бытовой электросети считаются импульсные помехи (до 1 мкс), источниками которых могут быть галогеновые лампы (рис. 2.15.), включение и выключение различных электроприборов и т.д.

Рис. 2.15. Импульсные помехи при включении галогеновых ламп

При использовании метода динамического выключения и включения передачи сигнала система может не успеть адаптироваться к быстро изменившимся условиям, в результате часть передаваемых битов будет разрушена и утеряна. Для решения этой проблемы используется двухступенчатое (каскадное) помехоустойчивое кодирование битовых потоков, прежде чем они будут промодулированы и поступят в канал передачи данных. Суть помехоустойчивого кодирования состоит в добавлении в исходный информационный поток по определенным алгоритмам избыточных ("защитных") битов, которые используются декодером на приемном конце для обнаружения и исправления ошибок. Каскадирование блочного кода Рида-Соломона и простого сверхточного кода, декодируемого по алгоритму Витерби, позволяет исправлять не только одиночные ошибки, но и пакеты ошибок, обеспечивая тем самым гарантию целостности передаваемых данных практически в 100%. Кроме того, помехоустойчивое кодирование является и способом технического закрытия, обеспечивающего относительную безопасность передаваемой информации в общей среде передачи. Еще одним проблемным моментом является то, что сеть бытового электропитания служит общей средой передачи данных, то есть в один момент времени передачу могут осуществлять сразу несколько устройств. В этой ситуации для разрешения конфликтов столкновения трафика необходим регулирующий механизм - протокол доступа к среде. В качестве подобного протокола был выбран хорошо известный Ethernet, который в технологии Powerline был расширен путем добавления дополнительных полей приори-тезации. Такая модификация вызвана необходимостью иметь гарантированную полосу пропускания для передачи голоса и видео через IP тогда, когда величина задержки является критичным параметром. Пакеты, содержащие голос или видео, в этом случае помечаются как "timing critical", они имеют самый высокий приоритет при обработке и доступе к среде передачи

3. Техническая часть

3.1 Планирование сети

Исходя из темы дипломного проекта, сеть по технологии PLC будет разрабатываться в поселке Алхан-Чурт (Рис.3.1.), Грозненского района Чеченской Республики.

Поселок Алхан-Чурт был основано в 1956 году. Общая численность его населения, по данным переписи 2002 года, составляет 1.886 человек.

Расположен он на левом берегу реки Сунжа, граничит на северо-востоке с селением Толстой-Юрт и станицей Петропавловская, на северо-западе с селением Пролетарское, на юго-востоке с селом Старая Сунжа, на юге с городом Грозный.

В 2009 году Парламент ЧР в окончательном чтении принял Закон ЧР «О включении населенных пунктов Алхан-Чурт и Старая Сунжа в состав г. Грозного».

Рис.3.1. Территория поселка Алхан-Чурт

Расчет расстояний для выбора оборудования

Алхан-Чурт – не большой поселок. Выберем оборудование исходя из Рис.3.2.

Рис.3.2. Выбор типа соединений для технологии PLC

Нам более всего подходят воздушные линии связи с повторителем и с учетом коаксиальных линий связи.

3.2 Примерная схема организации сети по технологии PLC в поселках

Схема сети, по принципу которой будет разрабатываться сеть поселка Алхан-Чурт, изображена на Рис. 3.3.

Рис. 3.3. Примерная схема сети по технологии PLC для населенных пунктов поселкового типа.

Как мы можем заметить, схема включает в себя и протяженный коаксиальный кабель, и повторитель, и устройство инжекции. А точка доступа будет расположена на Трансформаторной подстанции.

3.3 Оборудование используемое для организации данной сети

Тип линии

Для разворачивания данной сети применяются воздушные линии электропередачи (Рис. 3.4.).

Воздушная линия электропередачи — устройство, предназначенное для передачи или распределения электрической энергии по проводам, находящимся на открытом воздухе и прикреплённым с помощью траверс (кронштейнов), изоляторов и арматуры к опорам или другим сооружениям (мостам, путепроводам).

Плюсы выбора таких линий в том, что существенно экономятся денежные средства из-за отсутствия затрат:

- на строительство, прокладку и дальнейшее обслуживание каналов и линий связи;

- для получения дополнительных разрешений и сертификатов на использование радиочастот;

- на дополнительные устройства, обеспечивающие качественную работу оборудования;

- на аренду каналов связи.

Точка доступа

Точка доступа находится в трансформаторной подстанции и включает в себя Магистральное оборудование – TL-201WM и TL-201WMF

Клиентский/магистральный модем TL-201WM показан на рис. 3.5.

Спецификация:

Режимы: ведущий, ведомый, повторитель

Скорость передачи данных: До 200 Mbps

Физический уровень

Модуляция OFDM с 1536 несущими для Приема/Передачи по каналу связи, симметричная, адаптивная посредством несущей с символом в 10 bit

Шаг передачи мощности: 1dB

PSD (Плотность Спектральной Мощности): >-56 dBm/Hz

Программируемое усиление передачи: 33 dB и 21 dB

Программируемое усиление приема: От -12dB до +30dB, с шагом в 6dB

Динамический диапазон: 90 dB min

Протоколы второго уровня

MAC (Media Access Control -управление доступом к носителю): MAC для домашнего обслуживания малых сетей LAN. Доступ к LV (логическому тому) для больших сетей LAN осуществляется по механизму Master Slave.

Динамическое QoS (Качество передачи данных): Конфигурация зависит от сервисного классификатора

Протокол связующего дерева: IEEE 802.1D

VLAN (Виртуальная локальная сеть): IEEE 802.1Q, до 16 активных VLAN в LV интерфейсе

Приоритет трафика: IEEE 802.1p

Тактовая синхронизация: NTP (синхронизирующий сетевой протокол)

Безопасность

Идентификация: CPE (Центральный Обрабатывающий Элемент) LMAC адреса регистрируются на ведущем элементе для предотвращения несанкционированного доступа. Соответствует протоколу RADIUS.

Разделение на втором уровне: Устройства TelLink поддерживаемые VLAN основаны на стандартном протоколе IEEE 802.1Q

Разделение на физическом уровне: Связь между одним CPE и ведущим зависит от особого кодирования для предотвращения декодирования сигнала другого CPE.

Конфигурация и управление

Дистанционное управление во всех модемах TelLink выполняется по стандартному протоколу SNMP (Простой Протокол Сетевого Управления)

Версия MIB (Базы Управляющей Информации): MIB IV IETF RFC1213, 1493, 2674

SNMP (Простой Протокол Сетевого Управления): Поддерживается SNMP v2c

Инициализация: Конфигурация IP по DHCP (протоколу динамической конфигурации хоста) FTP клиента, конфигурация и обновление файлов по TFTP

Возможность взаимодействия сетей с маршрутизаторами и другими сетевыми устройствами, такими как DNS серверы, DHCP серверы и загрузочные серверы настраивается по стандартным протоколам.

Клиентский/магистральный модем для коаксиальных линий TL-201WMF показан на рис. 3.6.

Чипсет 9001. Режимы – мастер, slave, повторитель.

Кол-во поддерживаемых соединений 32.

Интерфейсы: Ethernet 10/100 Протоколы: DHCP, TCP/IP (IPv4), TFTP, SNMP,

VLAN (802.1q), OVLAN, VPN, TFTP, STP, HTTP, UDP, 8 QoS.

Шифрование – 3DES+расширенное

Скорость – до 200 Мбит/с.

Устройство инжекции

Устройство инжекции включает TL-201WMF(повторитель) (см. рис. 3.5.) и МРС-2 (УП F) (Рис.3.7.).

УП F – Межфазный ретранслятор сигнала МРС-2 – применяют в качестве емкостного объединителя фаз, фильтра для обхода проблемных зон, задерживающих PLC сигнала и инжекции сигнала из коаксиальной линии в электропроводку.

Клиентские модемы

Клиентские модемы для построения нашей сети – TL-200WM (Рис. 3.8.).

Скорость передачи данных: До 200 Mbps.

Физический уровень

Модуляция: OFDM с 1536 несущими для Приема/Передачи по каналу связи, симметричная, адаптивная посредством несущей с символом в 10 bit

Шаг передачи мощности: 1dB

PSD (Плотность Спектральной Мощности): >-56 dBm/Hz

Программируемое усиление передачи: 33 dB и 21 dB

Программируемое усиление приема: От -12dB до +30dB, с шагом в 6dB

Динамический диапазон: 90 dB min

Протоколы второго уровня

MAC (Media Access Control -управление доступом к носителю): MAC для домашнего обслуживания малых сетей LAN. Доступ к LV (логическому тому) для больших сетей LAN осуществляется по механизму Master Slave.

Динамическое QoS (Качество передачи данных): Конфигурация зависит от сервисного классификатора

Протокол связующего дерева: IEEE 802.1D

VLAN (Виртуальная локальная сеть): IEEE 802.1Q, до 16 активных VLAN в LV интерфейсе

Приоритет трафика: IEEE 802.1p

Тактовая синхронизация: NTP (синхронизирующий сетевой протокол)

Безопасность

Идентификация: CPE (Центральный Обрабатывающий Элемент) LMAC адреса регистрируются на ведущем элементе для предотвращения несанкционированного доступа. Соответствует протоколу RADIUS.

Разделение на втором уровне: Устройства TelLink поддерживаемые VLAN основаны на стандартном протоколе IEEE 802.1Q

Разделение на физическом уровне: Связь между одним CPE и ведущим зависит от особого кодирования для предотвращения декодирования сигнала другого CPE.

Конфигурация и управление

Дистанционное управление во всех модемах TelLink выполняется по стандартному протоколу SNMP (Простой Протокол Сетевого Управления)

Версия MIB (Базы Управляющей Информации): MIB IV IETF RFC1213, 1493, 2674

SNMP (Простой Протокол Сетевого Управления): Поддерживается SNMP v2c

Инициализация: Конфигурация IP по DHCP (протоколу динамической конфигурации хоста) FTP клиента, конфигурация и обновление файлов по TFTP

Возможность взаимодействия сетей с маршрутизаторами и другими сетевыми устройствами, такими как DNS серверы, DHCP серверы и загрузочные серверы настраивается по стандартным протоколам.

3.4 Построение сети на базе PLC – технологии в поселке Алхан – Чурт

Поселок Алхан-Чурт – поселок без многоквартирных домов. Для построения данной сети используется архитектура сети точка – многоточка. Для этого в трансформаторную подстанцию устанавливается Магистральное оборудование. В домах устанавливаются Клиентские PLC модемы (Рис. 3.9.).

Рис. 3.1. Построение сети поселка Алхан-Чурт

Множество систем сбора данных и систем управления состоят из датчиков, сканеров, и управляемых приводов, которыми управляет один микропроцессорный узел. В сети, состоящей из Master узла и множества Slave узлов, драйвера и программное обеспечение, обычно устанавливают на хост машине (на master узле), который общается с множеством slave узлов в предопределенной последовательности. Управление Slave узлами требует прозрачности последовательного интерфейса на хост машине. Данную функцию обеспечивают микропрограммные средства, использующие версию команды ответа.

Команды ответа в сети использует единственное Master устройство, ответственное за контроль сетевых Slave устройств. Все соединения инициируются от master узла, а slave узлы соединений не выполняют, поскольку они только отвечают на запрос master узла. Таким образом, программируемое оборудование снимает задачу организации PLC сети на верхнем уровне с хост машины, осуществляя управление на уровне микропрограммных средствах, а не на прикладном уровне master узла. В случае необходимости, эта микропрограммная версия может применяться с пакетами обычного формата.

Эта версия является пригодной для систем, использующих архитектуру Master/Slave и прозрачность slave устройств, для разгрузки хоста при организации сети на верхнем уровне, а также позволяет хосту поддерживать протокольный доступ по выбору (опрос равноправных Master/Slave узлов сети, символьная пересылка, или сочетание обоих). На этом принципе основана помехозащитная символьная пересылка, используемая для осуществления опроса, символьной пересылки. Данную версию микропрограммных средства можно использовать и для управления закрытыми системами.

4. Экономическая часть

4.1 Технико – экономические обоснования

На протяжении всего времени существования систем связи, они постоянно развиваются. Причем это развитие является как качественным (внедрение новых технологий), так и количественным (увеличение емкости сети).

Задачей данного проекта является проектирование сети связи в п.Алхан-Чурт на базе PLC-технологии. Емкость сети – 1500т. абонентов.

Ниже приведем экономическое обоснование проекта, в котором рассчитаем объем капиталовложений, расчет издержек, прибыли, рентабельности и показателей эффективности капиталовложений.

4.2 Обоснование необходимости разработки

Техническое обоснование проекта:

Экономия времени на развертывание компьютерной сети;

Быстрый запуск в эксплуатацию нового офиса, здания;

Мобильность оборудования;

Компьютеры не привязываются к сетевым разъемам;

Организация любой топологии сети;

Быстрая окупаемость (1-2 мес);

Экономия на прокладке линий и использовании дополнительного оборудования;

Нет необходимости нарушать интерьер помещений;

Экономия на проведении монтажных работ (задействовано минимальное количество персонала);

Экономия на дальнейшей эксплуатации и обслуживании канала связи;

Минимальные затраты при расширении сети;

При демонтаже сеть легко организуется на этих же устройствах в новом помещении.

4.3 Расчет капитальных затрат на строительство и ввод в эксплуатацию проектируемой сети

Многоквартирные жилые дома – от 3 000 руб. за точку учета;

Частный сектор – от 6 000 руб. за точку учета;

Магазины – от 20 000 руб. за точку учета.

Капиталовложения, необходимые для реализации рассматриваемого проекта представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование аппаратуры | Кол-во | Стоимость, руб. |
| 1. | Установка оборудования «ВТК» коммутатаор | 1 | 120000 |
| 2. | Магистральный модем TL-201WM | 4 | 60000 |
| 3. | Магистральный модем TL-202HES | 2 | 50000 |
| 4. | УП В-17 Емкостное Устройство присоединения на воздушные линии | 4 | 40000 |
| 5. | Межфазный ретранслятор сигнала МРС-2. | 2 | 15000 |
| 6. |  |  |  |
| ИТОГО: 285000 |

4.4 Расчет годовых эксплуатационных расходов

Годовые эксплуатационные издержки складываются из следующих затрат:

-расходы на оплату труда (Т);

-амортизационные отчисления (А);

-оплата электроэнергии (Эн);

-расходы на материалы и запасные части (М);

-Прочие расходы (Пр)

Определения фонда оплаты труда (Фот):

Для определения расходов на заработную плату производственного персонала определяется его численность - по подразделениям, и должностным окладам, установленным для работников каждого подразделения.

Таблица 4.2. Расчет штатного состава

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Должность | Штат | Оклад, руб. | Общий фонд оплаты труда, руб. |
| Администратор | 1 | 25000 | 25000 |
| Инженер 1кат | 1 | 22000 | 22000 |
| Монтер | 2 | 12000 | 24000 |
| ИТОГО: | 4 | 71000 | 71000 |

Годовой фонд оплаты труда определяется по формуле:

Фот = Фоф \*N

где N- число месяцев в году.

Фот = 71000\*12= 852000 руб.

Социальные отчисления Эед.соц.н. составляетесь от годового фонда оплаты труда:

Эед.соц.н.= Фот 0,26

Эед.соц.н = 0,26\*852000 = 221520 руб.

Итого по оплате труда с отчислением:

Т = Фот + Эед.соц.н. = 852000 + 221520 = 1073520

Амортизационные отчисления:

A=I; Ki \*Aj/100

где Kj - первоначальная стоимость основных производственных фондов 1-го вида;

Aj- норма амортизационных отчислений на полное восстановление, Аст=5,6 %

А = К. 0,056 = 285000\*0,056 = 15960руб.

Материальные затраты:

-Расходы по оплате электроэнергии для производственных нужд от посторонних источников электроснабжения определяются в зависимости от потребляемой мощности и тарифов на электроэнергию.

S=T\*Э,

Где Т – одноставочный тариф на электроэнергию;

Э – величина электроэнергии, потребляемая в течении года, и определяемая:

Э=N\*Paн \*365/(η\*Kчнн \*1000),

Где Paн – потребляемая мощность одного абонентского номера в ЧНН;

365 – дней в году;

N – емкость сети;

Η – КПД выпрямительной установки;

Kчнн – коэффициент концентрации нагрузки в ЧНН;

1000 – переходный коэффициент в кВт.

S softX3000=1,5\*1500\*1,3\*365/(0,7\*0,1\*1500)=10167,9

-Расходы на материалы и запасные части, составляют 2% от стоимости оборудования:

М = 285000\*0,02= 5700руб.

- Расходы на ремонт оборудования составляют 5% от стоимости оборудования:

Эро=285000\*0,05=14200

Прочие расходы включают в себя:

- обязательное страхование имущества:

Платежи на обязательное страхование имущества предприятия составляют 0,08% от величины основных производственных фондов и оборотных средств:

Эст. = (К+Эро) 0,0008

Э ст. = (285000+14200)\*0,0008= 239,36руб.

- административно - хозяйственные расходы:

Административно-хозяйственные расходы включают в себя затраты на оплату коммунальных услуг (отопление, освещение, водоснабжение производственных помещений) и составляет 25% от фонда оплаты труда:

О = Фот 0,25.

О = 71000\*0,25 = 17750 руб .

Таблица 4.3. Таблица годовых эксплуатационных расходов

|  |  |
| --- | --- |
| Статья расхода | Значение, руб./год. |
|  | PLC |
| Фонд оплаты труда (ФОТ) | 71000 |
| Единый социальный налог | 221520 |
| Амортизационные отчисления | 15960 |
| Материальные затраты | 30067 |
| Прочие расходы | 17990 |
| Итого: | 356537 |

Расчет доходов от основной деятельности.

Доходы от основной деятельности PLC состоят из:

-разовых доходов (подключение новых абонентов);

-средних годовых доходов (абонентская плата).

Таблица 4.4. Доходы от основной деятельности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Годовой доход | Кол-во | Тариф, руб. | Доход, руб. |
| Разовый доход | 500 | 5000 | 2500000 |
| Текущий доход | 500 | 600 | 300000 |
| ИТОГО: | 2800000 |

На основании проведенных выше расчетов определяется общая сумма доходов от основной деятельности:

Дод =2800000/6,3 +300000 = 744500 тыс. руб

4.6 Расчет показателей эффективности капитальных вложений реализации инвестиционного проекта

Мероприятия, проводимые по внедрению новой техники должны сопровождаться определением их экономической эффективности. Эффективность производства исчисляется сопоставлением затрат и результатов производства. Критерий эффективности – максимальный результат при минимальных затратах.

Оценка экономической эффективности любых проектных решений может проводиться в виде расчетов абсолютной (или общей) и сравнительной экономической эффективностей.

Абсолютная экономическая эффективность капитальных вложений оценивается с помощью системы показателей, характеризующей различные стороны эффективности. К ним относятся: показатель рентабельности капитальных вложений, срок возврата (окупаемости) капитальных вложений, производительность труда, себестоимость единицы продукции, фондоотдача, фондовооруженность труда и другие показатели.

Себестоимость – это выраженная в денежной форме часть стоимости продукции, которая включает затраты на израсходованные средства производства и оплату труда. Себестоимость показывает во что конкретно обходятся предприятию производство и реализация продукции. Различают себестоимость всей продукции предприятия и себестоимость единицы продукции. Себестоимость всей продукции – это общая сумма эксплуатационных расходов предприятия; себестоимость единицы продукции – это расходы предприятия, приходящиеся на единицу продукции. Таким образом, себестоимость рассчитывается по формуле:

С = Э/Дод,

где Э - годовые эксплуатационные расходы,

Д од - среднегодовые доходы от основной деятельности.

С =356537 / 744500 = 0,47руб

Производительность труда:

Пт=Дод/Ш

где Ш - штат предприятия

Пт= 744500 / 12 = 62040 руб./чел

Фондоотдача:

Ки=Дод/К,.

Ки = 744500 / 285000= 2,61 руб/руб. ОПФ.

Фондовооруженность:

V=K/III

V=285000/12= 23750 руб./чел.

Прибыль:

П = Дод-Э,руб.

П=744500 - 356537=387963 руб.

Рентабельность:

R=П/К=(387963 /285000)\*100%= 136%

На основании приведенных расчетов необходимо определить срок окупаемости капиталовложений:

Т=К/(Дод-Э),

Т =285000/ 387963 =0,7года

Основные технико-экономические показатели ввода в действие проектируемой сети, приведены в таблице 4.5

Таблица 4.5 Основные технико-экономические показатели.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование показателя | Ед. изм. | Усл. Обозн.. | PLC |
|  Емкость сети | Номеров | N | 500 |
| Капитальные затраты | тыс. руб. | К | 280,5 |
| Эксплуатационные расходы | тыс. руб. | Э | 356,6 |
| Доходы от основной деятельности | тыс. руб. | Дод | 744,5 |
| Себестоимость ед. продукции | Руб | С | 0,47 |
| Прибыль | тыс. руб. | П | 387,9 |
| Рентабельность | % | R | 130 |
| Производительность труда | Тыс. Руб./чел. | Пт | 62,04 |
| Фондоотдача | Руб./руб. ОПФ | Ки | 2,61 |
| Фондовооруженность | Тыс. руб./чел. | V | 23,7 |
| Срок окупаемости | Лет | Т | 0,7 |

Анализ полученных результатов показывает, что капитальные затраты на сеть составляют 285000 тыс. руб., эксплуатационные расходы -356537 тыс. руб., доходы от основной деятельности составляют 744500 тыс. руб., прибыль 387963 тыс. руб, а срок окупаемости проекта –0,7 года.

Сравнение расчетного срока окупаемости свидетельствует о целесообразности внедрения данной сети в поселке Алхан-Чурт.

5. Безопасность жизнедеятельности

5.1 Особенности эксплуатации сети

Закон РФ об охране труда окружающей природной среды в комплексе с мерами организационного, правового, экономического и воспитательного воздействия призван способствовать формированию и укреплению экологического правопорядка и обеспечению экологической безопасности на территории РФ и республик в составе РФ.

Статья 42 в Конституции РФ декларирует право человека на благоприятную окружающую среду. Закон принят 19 октября 1991 г., а введен в действие 3 марта 1992 г. Закон устанавливает как действуют при проектировании, строительстве и эксплуатации разных объектов не нарушая состояния окружающей среды.

Статья 28 закона РФ определяет нормативы предельно допустимых уровней шума, вибрации, магнитных полей и иных вредных физических воздействий.

Источником вредного для человека электромагнитного излучения являются радио и телестанции. Минздрав РФ утвердил предельно допустимые уровни воздействия ЭМ излучения на работающих и население, а так же к размещению этих объектов. Санитарные правила запрещают постоянное проживание в зоне электромагнитного излучения, сооружение таких объектов в зоне жилой застройки.

5.2 Производственная безопасность

Электромагнитное поле. Характеристики электромагнитного поля.

Источник возникновения — промышленные установки, радиотехнические объекты, медицинская аппаратура, установки пищевой промышленности.

длина волны, [м]

частота колебаний [Гц]

λ = VC/f, где VC = 3⋅10 м/с

Таблица 5.1. Номенклатура диапазонов частот (длин волн) по регламенту радиосвязи:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер диапазона | Диапазон частот f, Гц | Диапазон длин волн  | Соотв. метрическое подразд. |
| 5 | 30-300 кГц | 104-103 | НЧ |
| 6 | 300-3000 кГц | 103-102 | СЧ (гектометровые) |
| 7 | 3-30 МГц | 102-10 | ВЧ (декометровые) |
| 8 | 30-300 МГц | 10-1 | метровые |
| 9 | 300-3000 МГц | 1-0,1 | УВЧ (дециметровые) |
| 10 | 3-30 ГГц | 10-1 см | СВЧ (сантиметровые) |
| 11 | 30-300 ГГц | 1-0,1 см | КВЧ (миллиметровые) |

Электромагнитные поля НЧ часто используются в промышленном производстве (установках) - термическая обработка.

ВЧ — радиосвязь, медицина, ТВ, радиовещание.

УВЧ — радиолокация, навигация, медицина, пищевая промышленность.

Пространство вокруг источника электромагнитного поля условно подразделяется на зоны:

— ближнего (зону индукции);

— дальнего (зону излучения).

Граница между зонами является величина: R=λ/2π.

В зависимости от расположения зоны, характеристиками электромагнитного поля является:

в ближней зоне

составляющая вектора напряженности эл. поля [В/м]

составляющая вектора напряженности магн. поля [А/м]

в дальней зоне

используется энергетическая характеристика: интенсивность плотности потока энергии [Вт/м2],[мкВт/см2].

Вредное воздействие электромагнитных полей

Электромагнитное поле большой интенсивности приводит к перегреву тканей, воздействует на органы зрения и органы половой сферы. Умеренной интенсивности: нарушение деятельности центральной нервной системы; сердечно-сосудистой; нарушаются биологические процессы в тканях и клетках. Малой интенсивности: повышение утомляемости, головные боли; выпадение волос.

Нормирование электромагнитных полей. ГОСТ 12.1.006-84

Нормируемым параметром электромагнитного поля в диапазоне частот 60 кГц-300 МГц является предельно-допустимое значение составляющих напряженностей электрических и магнитных полей.

, [В/м] , [А/м]

ЭНЕПД - предельно-допустимая энергетическая нагрузка составляющей напряженности электрического поля в течение раб. дня [(В/м)2⋅ч]

ЭННПД - предельно-допустимая энергетическая нагрузка составляющей напряженности магнитного поля в течение раб. дня [(А/м)2⋅ч]

Нормируемым параметром электромагнитного поля в диапазоне частот 300 МГц —300 ГГц является предельно-допустимое значение плотности потока энергии.

ППЭПД - предельное значение плотности потока энергии [Вт/м2],[мкВт/см2]

К - коэффициент ослабления биологических эффектов

ЭНППЭПД - предельно-допустимая величина эн. нагрузки [В/м2⋅ч]

Т - время действия [ч]

Пред. величина ППЭпд не более 10 Вт/м2; 1000 мкВт/см2 в производственном помещении. В жилой застройке при круглосуточном облучении в соответствии с СН ⇒ ППЭпд не более 5 мкВт/см2.

Необходимые мероприятия по защите от воздействия электромагнитных полей

Уменьшение составляющих напряженностей электрического и магнитного полей в зоне индукции, в зоне излучения — уменьшение плотности потока энергии, если позволяет данный технологический процесс или оборудование.

Защита временем (ограничение время пребывания в зоне источника электромагнитного поля).

Защита расстоянием (60 — 80 мм от экрана).

Метод экранирования рабочего места или источника излучения электромагнитного поля.

Рациональная планировка рабочего места относительно истинного излучения электромагнитного поля.

Применение средств предупредительной сигнализации.

Применение средств индивидуальной защиты.

5.3 Электробезопасность

Причины электротравм.

Человек дистанционно не может определить, находится ли установка под напряжением или нет. Ток, который протекает через тело человека, действует на организм не только в местах контакта и по пути протекания тока, но и на такие системы как кровеносная, дыхательная и сердечно-сосудистая.

Возможность получения электротравм имеет место не только при прикосновении, но и через напряжение шага и через электрическую дугу.

Эл. ток, проходя через тело человека оказывает термическое воздействие, которое приводит к отекам (от покраснения, до обугливания), электролитическое (химическое), механическое, которое может привести к разрыву тканей и мышц; поэтому все электротравмы делятся на местные и общие (электроудары).

Местные электротравмы:

электрические ожоги (под действием электрического тока);

электрические знаки (пятна бледно-желтого цвета);

металлизация поверхности кожи (попадание расплавленных частиц металла электрической. дуги на кожу);

электроофтальмия (ожог слизистой оболочки глаз).

Общие электротравмы (электроудары):

1 степень: без потери сознания

2 степень: с потерей

3 степень: без поражения работы сердца

4 степень: с поражением работы сердца и органов дыхания

Крайний случай - состояние клинической смерти (остановка работы сердца и нарушение снабжения кислородом клеток мозга). В состоянии клинической смерти находятся до 6-8 мин.

Причины поражения электрическим током (напряжение прикосновения и шаговое напряжение):

Ι. Прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением

ΙΙ. Прикосновение к отключенным частям, на которых напряжение может иметь место:

в случае остаточного заряда

в случае ошибочного включения электрической установки или несогласованных действий обслуживающего персонала

в случае разряда молнии в электрическую установку или вблизи прикосновение к металлическим не токоведущим частям или связанного с ними электрического оборудования (корпуса, кожухи, ограждения) после перехода напряжения на них с токоведущих частей (возникновение аварийной ситуации — пробой на корпусе)

ΙΙΙ. Поражение напряжением шага или пребывание человека в поле растекания электрического тока, в случае замыкания на землю

ΙV. Поражение через электрическую дугу при напряжении электрической установки выше 1кВ, при приближении на недопустимо-малое расстояние

V. Действие атмосферного электричества при газовых разрядах

VΙ. Освобождение человека, находящегося под напряжением

Напряжение прикосновения — это разность потенциалов точек электрической цепи, которых человек касается одновременно, обычно в точках расположения рук и ног.

Напряжение шага — это разность потенциалов ϕ1 и ϕ2 в поле растекания тока по поверхности земли между точками, расположенными на расстоянии шага (≈ 0,8 м).

Специальные средства защиты.

заземление;

зануление;

защитное отключение.

В нашем случае используется искусственное защитное заземляющее устройство

Технические мероприятия, обеспечивающие электробезопасность работ данного проекта.

Заземлению подлежат вся аппаратура, а также стойки, в которой эта аппаратура находится. По периметру комнаты, где располагается аппаратура, должен быть проложен контур заземления с целью защиты людей и аппаратуры от статического электричества.

Защитное заземление следует выполнять в соответствии с ПУЭ и СНиП 3.05.06-85 («Электротехнические устройства»).

5.4 Опасность поражения током в электрических сетях

Случаи поражения человека электрическим током возможны лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, или, иначе говоря, при прикосновении человека не менее чем к двум точкам цепи, между которыми существует некоторое напряжение.

Возникновение электротравмы в результате воздействии электрического тока или электрической дуги, может быть связано:

а) однофазным (однополюсным) прикосновением неизолированного от земли (основания) человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;

б) с одновременным прикосновением человека к двум токоведущим неизолированным частям (фазам, полюсам) электроустановок, находящихся под напряжением;

в) с приближением на опасное расстояние человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;

г) с прикосновением человека, неизолированного от земли (основание) к металлическим корпусам (корпусу) электрооборудования, оказавшегося под напряжением;

д) с включением человека, находящегося в зоне растекания тока замыкания на землю, на «напряжение шага»;

е) с действием атмосферного электричества при грозовых разрядах;

ж) с действием электрической дуги;

з) с освобождением человека, находяще1-ося под напряжением.

Тяжесть электротравм, оцениваемая величиной тока, проходящего через тело человека, и напряжением прикосновения, зависит от ряда факторов: схемы включения человека в цепь; напряжения сети, схемы самой сети, степени изоляции токоведущих частей от земли, а также величины емкости токоведущих частей относительно земли.

Наиболее широко используют установки напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью трансформатора или генератора. Четырехпроводная сеть с глухозаземленной нейтралью позволяет иметь два рабочих напряжения: линейное в 380 В и фазное 220 В.

Трехпроводная есть, с изолированной нейтралью при нормальном режиме работы, менее опасна, а при аварийном режиме более безопасна сеть с заземленной нейтрально, поэтому в условиях, когда имеется агрессивная среда и, поддерживать изоляцию в хорошем состоянии затруднительно, предпочтение отдают чегырехпроводной сети с заземляемой нейтралью.

При напряжении выше 1000 В разрешается применять трехфазные сети: трехпроводную с изолированной нейтралью и трехпроводную с заземленной нейтралью.

Применительно к сетям переменного тока включение человека в электрическую сеть может быть однофазным и двухфазным.

Двухфазное включение, т.е. прикосновение человека одновременно к двум фазам, как правило, более опасно, поскольку к телу человека прикладывается наибольшее в данной сети напряжение — линейное, которое зависит лишь от напряжения сети и сопротивления человека, не зависит от режима нейтрали

I., = 1,73Uф/Rч = Uл/ R

где 1„ — величина тока, проходящего через тело человека, A; U,, - линейное напряжение, т.е. напряжение между фазными проводами сети, В; Uф — фазное напряжение (напряжение между началом и концом одной обмотки или между фазным и нулевым проводами), В.

Двухфазное включение является одинаково опасным в сети, как с изолированной, так и с заземленной нейтралью.

Однофазное включение возникает значительно чаще, но является менее опасным, чем двухфазное, поскольку напряжение, под которым оказывается человек, не превышает фазного, т.е. меньше линейного в 1,73 раза. Соответственно, меньше оказывается ток, проходящий через человека.

При однофазном включении на величину тока влияют также режим нейтрали источника тока, сопротивление изоляции и емкость проводов относительно земли, сопротивление пола, на котором стоит человек, сопротивление его обуви и некоторые другие факторы.

Однофазная сеть может быть изолирована от земли или иметь заземленный провод.

5.5 Противопожарная безопасность

Противопожарные мероприятия.

Пожар – неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей.

Горение – химическая реакция, которая сопровождается выделением тепла и света.

Классификация помещений и зданий по степени взрывопожароопасности.

ОНТП 24–85

Все помещения и здания подразделяются на 5 категорий:

А – взрывопожароопасные. Та категория, в которой осуществляются технологические процессы, связанные с выделением горючих газов, ЛВЖ с температурой вспышки паров до 28 °С, tВСП ≤ 28 °С; P – свыше 5 кПа.

Б – помещения, где осуществляются технологические процессы с использованием ЛВЖ с температурой вспышки свыше 28 °С, способные образовывать взрывоопасные и пожароопасные смеси при воспламенении которых образуется избыточное расчетное давление взрыва свыше 5 кПа.

tВСП > 28 °С; P – свыше 5 кПа.

В – помещения и здания, где обращаются технологические процессы с использованием горючих и трудно горючих жидкостей, твердых горючих веществ, которые при взаимодействии друг с другом или кислородом воздуха способны только гореть. При условии, что эти вещества не относятся ни к А, ни к Б. Эта категория пожароопасная.

Г – помещения и здания, где обращаются технологические процессы с использованием негорючих веществ и материалов в горючем, раскаленном или расплавленном состоянии.

Д – помещения и здания, где обращаются технологические процессы с использованием твердых негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.

Основные причины пожаров: короткое замыкание, перегрузки проводов /кабелей, образование переходных сопротивлений.

Режим короткого замыкания – появление в результате резкого возрастания силы тока, электрических искр, частиц расплавленного металла, электрической дуги, открытого огня, воспламенившейся изоляции.

Причины возникновения короткого замыкания:

ошибки при проектировании.

старение изоляции.

увлажнение изоляции.

механические перегрузки.

Пожарная опасность при перегрузках – чрезмерное нагревание отдельных элементов, которое может происходить при ошибках проектирования в случае длительного прохождения тока, превышающего номинальное значение.

При 1,5 кратном превышении мощности резисторы нагреваются до 200–300 ˚С.

Пожарная опасность переходных сопротивлений – возможность воспламенения изоляции или других близлежащих горючих материалов от тепла, возникающего в месте аварийного сопротивления (в переходных клеммах, переключателях и др.).

Пожарная опасность перенапряжения – нагревание токоведущих частей за счет увеличения токов, проходящих через них, за счет увеличения перенапряжения между отдельными элементами электроустановок. Возникает при выходе из строя или изменения параметров отдельных элементов.

Пожарная опасность токов утечки – локальный нагрев изоляции между отдельными токоведущими элементами и заземленными конструкциями.

Меры по пожарной профилактике.

строительно–планировочные.

технические.

способы и средства тушения пожаров.

организационные.

Строительно–планировочные определяются огнестойкостью зданий и сооружений (выбор материалов конструкций: сгораемые, несгораемые, трудно сгораемые) и предел огнестойкости – это количество времени в течении которого под воздействием огня не нарушается несущая способность строительных конструкций вплоть до появления первой трещины.

Все строительные конструкции по пределу огнестойкости подразделяются на 8 степеней от 1/7 часа до 2 часов.

Для помещений ВЦ используют материалы с пределом стойкости от 1–5 степеней. В зависимости от степени огнестойкости определяют наибольшие дополнительные расстояния от выходов для эвакуации при пожарах (5 степень – 50 минут).

Технические меры – это соблюдение противопожарных норм при эвакуации систем вентиляции, отопления, освещения, электрического обеспечения и т.д.

использование разнообразных защитных систем.

соблюдение параметров технологических процессов и режимов работы оборудования.

Организационные меры – проведение обучения по пожарной безопасности, соблюдение мер по пожарной безопасности.

Способы и средства тушения пожаров.

Снижение концентрации кислорода в воздухе.

Понижение температуры горючего вещества ниже температуры воспламенения.

Изоляция горючего вещества от окислителя.

Огнегасительные вещества: вода, песок, пена, порошок, газообразные вещества не поддерживающие горение (хладон), инертные газы, пар.

Средства огнетушения:

Ручные.

А. огнетушители химической пены.

В. огнетушитель пенный.

С. огнетушитель порошковый.

D. огнетушитель углекислотный, бром этиловый.

Противопожарные системы.

А. система водоснабжения.

В. пеногенератор.

Система автоматического пожаротушения с использованием средств автоматической сигнализации.

А. пожарный извещатель (тепловой, световой, дымовой, радиационный).

В. для ВЦ используются тепловые датчики–извещатели типа ДТЛ, дымовые, радиоизотопные типа РИД.

Система пожаротушения ручного действия (кнопочный извещатель).

Для ВЦ используются огнетушители углекислотные ОУ, ОА (создают струю распыленного бром этила) и системы автоматического газового пожаротушения, в которой используется хладон или фреон как огнегасительное средство.

Для осуществления тушения загорания водой в системе автоматического пожаротушения используются устройства спринклеры и дренчеры. Их недостаток – распыление происходит на площади до 15 м².

Таблица 5.2. Классификация пожаров и рекомендуемые огнегасительные вещества.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Классификация пожаров | Характеристика среды, объекта | Огнегасительные средства |
| А | Обычные твердые и горючие материалы (дерево, бумага) | Все виды |
| Б | Горючие жидкости, плавящиеся при нагревании (мазут, спирты, бензин) | Распыленная вода, все виды пены, порошки, составы на основе СО2 и бромэтила |
| С | Горючие газы (водород, ацетилен, углеводороды) | Газовые составы, в состав которых входят инертные разбавители (азот, порошки, вода) |
| Д | Металлы и их сплавы (натрий, калий, алюминий, магний) | Порошки |
| Е | Электрической установки под напряжением | Порошки, двуокись азота, оксид азота, углекислый газ, составы бромэтил + СО2 |

Вопрос обеспечения БЖД работников фирм и предприятий и по сей день является актуальным, что обусловлено прежде всего тем, что обусловлено прежде всего тем, что на протяжении последних лет усугубляется неблагоприятная ситуация в промышленности с охраной труда, а в ОС - с качеством природной среды. Растут число и масштабы техногенных ЧС. В промышленности растет уровень производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. Растут и масштабы загрязнения атмосферы.

Рост масштабов производственной деятельности, расширение области применения технических систем, автоматизация производственных процессов приводят к появлению новых неблагоприятных факторов производственной среды, учет которых является необходимым условием обеспечения требуемой эффективности деятельности и сохранение здоровья работников. Поэтому в проекте были рассмотрены возможные поражающие, опасные и вредные факторы производственной среды, также были описаны методы и средства обеспечения БЖД работников, основные мероприятия по электробезопасности, охране ОС, предупреждению пожаров и аварий в помещении и ликвидации последствий ЧС.

5.6 Выводы по безопасности жизнедеятельности

В связи с вышеизложенным, считаю, что проект безопасен для экологии и здоровья человека из-за следующих факторов:

Надежная работа большого количества устройств в одной сети обеспечивается с помощью технологии передачи маркера;

Стабильную работу сети без сбоев и прерываний обеспечивает использование для передачи информации всего рабочего диапазона частот

Количество технических средств для организации канала связи – минимально (УП – в едином корпусе)

Слюдяной конденсатор связи не взрывоопасен

Конструктив оборудования обеспечивает работу в температурном режиме от -40°С до 85°С с влажностью до 95%

А кроме вышеизложенного, сеть на основе технологии PLC не требует технического обслуживания в процессе эксплуатации.

Заключение

На сегодняшний день технология PLC является интересным и полезным продуктом, находящимся в особой нише, применение которого в отдельных случаях может дать хороший экономический результат. Наиболее перспективные области применения решений:

Организация связи в коттедже или квартире с использованием линейки

Организация связи в небольших коаксиальных сетях в сельской местности и поселках с использованием линейки Access или In-home

Организация связи до территориально удаленных населенных пунктов по средневольтовым линиям на дальности от 1 км с использованием линейки Access MV.

А вот столь популярное на западе использование PLC решений для организации связи в различных административных зданиях может наталкиваться на проблемы, вызванные спецификой построения и обслуживания отечественных электросетей.

Хотелось бы еще раз напомнить о необходимости строго соблюдения правил безопасности. Работы на электросетях должны проводить люди прошедшие инструктаж и получившие соответствующий допуск. Понятнее всего о мерах предосторожности

Учитывая динамику развития рынка, можно ожидать, что широкополосные технологии PLC в течение ближайших полутора лет могут найти широкое применение в самых различных отраслях - от телеметрии ресурсов коммунальных сетей до многофункциональных интеллектуальных систем отдельных помещений. После завершения работы над основными международными стандартами вероятно начало встраивания PLC-адаптеров практически во все бытовые приборы, предусматривающие возможность обмена данными с «внешним миром».

Учитывая, что в ЧР только два основных оператора фиксированной связи, рынок телекоммуникационных услуг не занят полностью, а использование и применение технологии PLC по мере ее развития, позволит стать одним из лидеров этого сегмента рынка как существующим провайдерам так новым участникам.

Проще говоря имея небольшой капитал можно создать очень перспективную и конкурентно способную организацию по предоставлению ШПД в интернет.

Список используемой литературы

1. Савин А.Ф. PLC – уже не экзотика. Вестник связи
2. Павловский А. Соломасов С. PLC в России. Специфика, проблемы, решения, проекты. ИнформКурьерСвязь.
3. Невдяев Л.М. Мост в Интернет по линиям электропередачи. ИнформКурьерСвязь.
4. Курочкин Ю.С. "PLC приходит в Россию". Connect.
5. Коноплянский Д.К. PLC - передача данных по электрическим сетям. Последняя миля.
6. Даффи Д. BPL набирает силу. Сети.
7. Морриси П. Реализация технологии BPL. Сети и системы связи.
8. Отчет «Технология PLC и ее перспективы на российском рынке широкополосного абонентского доступа», компания «Современные телекоммуникации».
9. Электромонтажные работы. В 11 кн. Кн. 8. Ч. 1. Воздушные линии электропередачи: Учеб. пособие для ПТУ / Магидин Ф. А.; Под ред. А. Н. Трифонова. — М.: Высшая школа, 1991. — 208 с ISBN 5-06-001074-0
10. «Программируемые контроллеры PLC-5 ControlNet» - Allen-Bradley
11. «Безопасность жизнедеятельности» 2009 г.в. Р.А. Газаров,Р.С. Эржапова, Х.Э.Таймасханов, М.С.Хасиханов,
12. «Финансы предприятия» Е.Б. Тютюкина.
13. http://www.dchizhikov.boom.ru/works/PlanPLC.htm (Интернет через розетку - анализ товарного предложения на рынке PLC-модемов. Чижиков Дмитрий)
14. http://www.mrcb.ru/kpk.html?25614
15. http://network.xsp.ru/5\_5.php
16. http://ru.wikipedia.org – электронная энциклопедия
17. http://www.datatelecom.ru/technology/plc.html
18. http://www.tellink.ru
19. https://www.corinex.com
20. http://www.bosfa.energoportal.ru/srubric16008-1.htm

Список сокращений

|  |  |
| --- | --- |
| BPL | Broadband over Power Lines - широкополосная передача по силовым линиям |
| CBPL | Cognitive Broadband over Power Lines - «распознаваемая» широкополосная передача по силовым линиям |
| CENELEC | Comite Europeen fie Normalisation Electnotechnique - Европейский комитет по стандартизации в области электротехники (английское наименование - Еигореаn Committee for Electrotechnical Standardization) |
| CoS | Class-of-Service - класс обслуживания |
| CPE | Customer Premises Equipment - абонентское оборудование |
| ETSI | European Telecommunications Slandartizalion Institute - Европейский институт по стандартизации в области телекоммуникаций |
| GMII | Giqabit Media Independence Interface - гигабитный независимый от среды интерфейс |
| GPIO  | General Purpose I/O - основные задачи ввода/вывода |
| FDD | Frequency Devision Duplexing - дуплексирование с частотным разделением |
| HV | High Voltage - высокое напряжение |
| LV | Low Voltage - низкое напряжение |
| MII | Media Independence Interface - независимый от среды интерфейс |
| MV | Medium Voltage - среднее напряжение |
| NMS | Network Management System - система управления сетью |
| NPL | Narrowband over Power Lines - узкополосная передача по силовым линиям |
| OFDM | Ortogonal Frequency Division Multiplexing - ортогональное частотное мупьтиплексирование |
| OPERA | Open PLC European Research Alliance - Европейский исследовательский альянс в области PLC |
| PLC | Power Line Communications - связь по силовым кабелям |
| PLT | Power Line Telecommunications - телекоммуникации по силовым кабелям |
| QoS | Quality-of-Service - качество обслуживания |
| SPI | Serial Peripheral Interface - последовательный периферийный интефейс |
| TDD | Time Devision Duplexing - дуплексирование с временным разделением |
| TDM | Time Devision Multiplexing - мультиплексирование с временным разделением |
| UART | Universal Asynchronous Receiver-Transmitter - универсальный асинхронный приемопередатчик |
| UPA | Universal Powerline Association - ассоциация Universal Powerline |
| VLAN | Vitual LAN - виртуальная локальная сеть |