

СОЗДАНИЕ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ PLC-ТЕХНОЛОГИИ

ФЕДОР КОРОТЧЕНКО
НАТАЛЬЯ НАТАШИНА
info5@tellink.ru

В статье рассказывается о построении и применении сетей передачи данных на основе технологии PLC в энергетике, управлении наружным и внутренним освещением, нефте-, газо- и угледобывающих отраслях, системах автоматического и диспетчерского управления, автомобильных зарядных станциях, видеонаблюдении с трала. Материал предназначен для руководителей, технических специалистов, связанных с организацией построения сетей передачи данных, а также компаний-интеграторов, разрабатывающих и внедряющих автоматизированные системы управления.

Технология PLC (Power line communication) — телекоммуникационная технология, базирующаяся на использовании силовых электросетей для высокоскоростного информационного обмена. Термин PLC описывает несколько разных систем, использующих линии электропередачи (ЛЭП) для пересылания голосовой информации или данных. Сеть передает голос и данные, накладывая цифровой радиосигнал поверх стандартного переменного тока частотой 50 или 60 Гц.

Компания «ТелЛинк» при использовании технологии PLC обеспечивает оптимизированную широкополосную модуляцию с расширяющимся спек-

тром, адаптивную стабилизацию, ускоренную синхронизацию, кодирование с защитой от ошибок и оптимизированный протокол символьной пересылки. Основа этого подхода заключается в адаптивной стабилизации и динамической адаптации к согласованию импеданса электросети.

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

Микропроцессорный контроллер PLC-сети обеспечивает передачу

данных в распределенных коммуникационных системах, в системах управления, контроля, а также общего применения без дополнительных выделенных линий связи. Используя PLC-технология распространения сигнала и организацию сетевых протоколов на базе микропроцессора, можно организовать надежную сеть обмена данными цифровых устройств по линии электропередачи, при этом нет необходимости в прокладке дополнительных дорогостоящих сетевых кабелей.

Микроконтроллер модема реализует широкополосную модуляцию сигнала, автоматическое отслеживание и адаптацию к быстроменяющимся

ТАБЛИЦА. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ PLC-МОДЕМОВ КОМПАНИИ «ТЕЛЛИНК»

Наименование	Скорость, кбит/с, физ. уровень/ уровень приложения	Дальность, км, без учета ретрансляции	Интерфейс
TL300(L)	480/160	0,5	UART/RS-485
TL301(L)	Версия L 9,6	1	
TL302(L)	480/160 Версия L 9,6	2	RS-232/RS-485
TL303		3	
TL304		4	
TL305		5	RS-232/RS-485/Ethernet
TL310		10	
TL320		20	
TL330		30	
TL350	480/160	50–100	RS-232/RS-485/Ethernet
TL350E		100	
TL3010	1500/500	100	RS-232/RS-485/Ethernet
TL300LED	480/160	0,5	Ethernet, ШИМ, DALI, 1-10
TL300LoRa	PLC + радиомодем LoRa		
TL2010	20 Мбит/с	10	Ethernet

условиям распространения сигнала, прямое исправление ошибок, протокол помехозащищенной символьной пересылки. Все микропроцессоры и микроконтроллеры, оптимизированные для PLC-оборудования, а также контроллеры физического уровня, процессор передачи данных, процессор канального уровня выполнены на основе микропроцессорной архитектуры.

Аналоговые и цифровые микросхемы, обеспечивающие функции PLC-приемопередатчика, осуществляют модуляцию/демодуляцию, отслеживание и адаптацию распространения сигнала, прямое исправление ошибок. С применением высокоинтегрированных, специализированных микросхем, выполняющих как цифровые, так и аналоговые функции, нет необходимости устанавливать дополнительные внешние устройства или схемные решения.

Области применения PLC-модемов «ТелЛинк»:

- Энергетика (телемеханика, SCADA (АСУ ТП), телефония, АСКУЭ).
- Система автоматического и диспетчерского управления, система централизованного учета энергопотребления, нефте-, газо- и угледобывающие отрасли.
- Управление освещением.
- Видеонаблюдение с трала рыболовного тралящика.
- Зарядные станции для электромобилей по стандарту HomePlug Green Phy.

В таблице представлен краткий обзор PLC-модемов серий 200 и 300 компании «ТелЛинк». Рассмотрим подробнее варианты их использования.

ЭНЕРГЕТИКА

Для сбора и передачи данных по линиям электропередачи 0,4–10 кВ компания «ТелЛинк» разработала оборудование узкополосного доступа — модемы, емкостное и индуктивное устройства присоединения к кабельным линиям и ЛЭП. Оборудование предназначено специально для решения задач контроля и управления в области энергетики и построения таких систем, как АСКУЭ и SCADA (АСУ ТП), телемеханика, телефония и др.

PLC-модем 300-й серии можно использовать в электросетях разного напряжения, с многочисленными

узлами, поддерживающими различные промышленные протоколы.

С учетом того, что пользователю доступна максимальная скорость до 500 кбит/с на внешнем интерфейсе, это решение оптимально для систем с высокими требованиями к пропускной способности канала, систем автоматизации, мониторинга и других служб, использующих высокочастотную связь по ЛЭП.

Емкостное устройство присоединения УП предназначено для передачи данных по высоковольтным линиям с напряжением до 10 кВ как воздушным, так и кабельным путем. УП является неотъемлемым звеном при построении PLC-сетей, 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, не требует дополнительного электропитания и не нуждается в каких-либо настройках. Конструкция и габариты УП 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 полиэфиром, что обеспечивает необходимый уровень безопасности при эксплуатации и степень защиты по классу СЗ.

Индуктивное устройство присоединения УП-и имеет назначение, аналогичное емкостному УП, но отличается быстротой и легкостью установки без непосредственного контакта с токоведущими частями ЛЭП.

Реализация системы промышленного учета энергоресурсов или автоматизированной системы управления технологическим процессом представлена на рис. 1.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО И ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УЧЕТА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

Автоматизированная система предназначена для локального управления потреблением тепловых ресурсов, а также централизованного сбора и обработки информации о работе ИТП и решения задач цен-

трализованного управления. Система коммерческого учета энергоресурсов (АСКУЭ, АИИС КУЭ) состоит из трех основных уровней: приборы учета, канал связи, обработка полученных данных. Приборы учета — электро-, тепло-, водосчетчики, различные датчики и регистраторы. Канал связи — PLC. Обработка данных — локальный или удаленный сервер с программным комплексом учета и контроля энергоресурсов.

Функции, которые могут выполнять такие системы:

- Учет электроэнергии.
- Учет воды.
- Учет тепла.
- Охранная сигнализация — выявляет наличие движения людей/объектов в запрещенной зоне или в нерабочее время суток, извещает оператора.
- Охранное видеонаблюдение.
- Пожарная сигнализация — не является заменой штатной сигнализации, выполняет дублирующие функции. Однако совместно с датчиком движения и/или с видеокамерой позволяет гораздо быстрее выявить возгорание.

НЕФТЕ-, ГАЗО- И УГЛЕДОБЫВАЮЩАЯ ОТРАСЛЬ

PLC-технология можно использовать для осуществления дистанционного мониторинга. Комплексное решение обеспечивает беспроводной доступ к точкам измерения, до которых трудно добраться.

Функции решения:

- Диагностика и управление скважинными насосами.
 - Передача данных с различных датчиков.
 - Удаленное управление процессами.
- Предлагаемые нами системы с использованием PLC-модемов серии TL300 имеют следующие достоинства:
- Скорость модемов TL300 в 10 раз превышает скорость аналогичных PLC-модемов, радио- и GSM-модемов других компаний.
 - Построенная сеть будет работоспособна уже через 5 мин после включения, а не через несколько часов или даже через сутки, как на других PLC-модемах.
 - В случае изменений условий в электросети (а это происходит постоянно) и «пропадания» некоторых

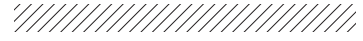
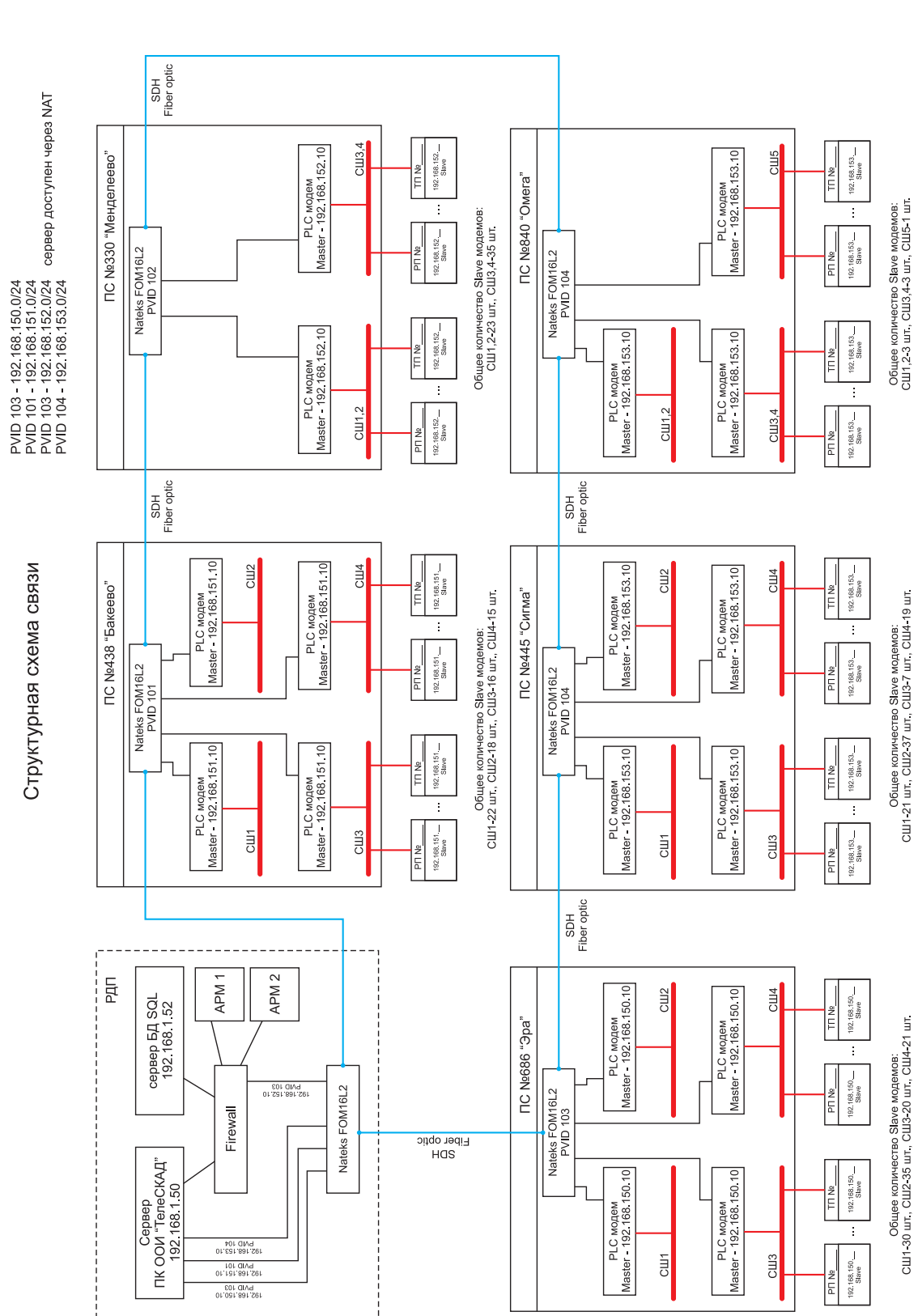


РИС. 1. ►
Схема системы
промышленного учета
энергоресурсов



PLC-модемов наша сеть автоматически произведет реконфигурацию с учетом новых условий, устранив временную неработоспособность пропавшего узла. На это уйдет также не более 5 мин.

- При построении систем учета с применением многофункциональных счетчиков скорость является неоспоримым преимуществом, поскольку обработка больших объемов данных требует более высокой пропускной способности в каналах передачи. И также высокая скорость крайне важна для АСУ ТП.

На рис. 2 изображена одна из модификаций модема серии TL300.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НАРУЖНЫМ И ВНУТРЕННИМ ОСВЕЩЕНИЕМ (АСУНО И АСУВО)

Автоматизированная система управления на базе светодиодных светильников предназначена для централизованного автоматического и оперативно-диспетчерского управления наружным освещением улиц, а также освещением объектов на предприятии. Система позволяет существенно снизить потребление электроэнергии для внутренних светильников до 80%, для наружного освещения — до 30%, увеличить срок службы светильников в 3–5 раз, снизить расходы на техобслуживание светильников, срок окупаемости составит 1–2 года. На рис. 3 представлена PLC-плата серии 300LED, встраиваемая в светильник.

Возможности системы:

- Автоматическое управление освещением (включение/выключение, яркость свечения) — каждым светильником в отдельности или группой светильников:
 - по предварительно составленной программе;
 - в зависимости от уровня естественной освещенности;
 - по датчику движения и/или акустическому датчику.
- Контроль технических параметров светильников (встроенные в светильник датчики температуры, влажности, тока, напряжения) с выводом на пульт оператора:
 - текущих параметров светильника — ток потребления, напряжение питания, температура, влажность;

- учет времени работы светильника в течение всего срока эксплуатации;
 - прогнозирование возможных неисправностей и сроков замены светильника.
- Обработка и передача в соответствии со стандартами: ШИМ, DALI, 0–10.

Для автоматической системы управления освещением компания «ТелЛинк» разработала двухканальный и одноканальный модемы серии 300LED. Состав и описание системы:

- АСУО помещения — самостоятельная система, управляющая одной или несколькими группами светильников в одном или нескольких помещениях.
- Блок управления светильником устанавливается внутрь светильника и управляет одним или несколькими светильниками. Состоит из PLC-модема и блока питания светильника.
- Модемы применяют Mesh (SmartGrid) топологию, при которой каждый модем может передавать данные любому другому модему, выступая ретранслятором. Таким образом обеспечивается теоретически неограниченная площадь покрытия. Работа всей системы координируется управляющим блоком, называемым концентратором, который расположен непосредственно у компьютера центрального пульта (ЦП).
- В зависимости от расположения помещений, оборудованных управляемыми светильниками, и их удаленности от ЦП может потребоваться установка дополнительных модемов для ретрансляции сигнала, например в этажных щитках здания. При наличии можно задействовать существующую инфраструктуру здания — коаксиальный кабель, витую пару, иные выделенные линии. В этом случае возможно существенное снижение стоимости проекта за счет уменьшения количества используемых модемов.
- АСУО здания — централизованная компьютеризованная система управления, охватывающая освещение и другие системы целого здания или группы зданий.
- Работа данной системы аналогична работе АСУО помещения за исключением того, что в этом случае не потребуется установка допол-



РИС. 2. ◀
Вариант модификации модема TL300

нительных ретрансляторов связи внутри здания, поскольку каждый модем светильника является еще и ретранслятором сигнала.

- АСУО наружного освещения аналогична АСУО зданий, за исключением наружного исполнения. Преимущества двухканального модема серии 300LED:
 - Два PLC-чипа на разные диапазоны для увеличения надежности связи. Фактически это два модема в одном, которые управляются единым микроконтроллером.
 - В модеме TL300LED.2 благодаря наличию дублирующего канала исключена потеря связи при сильных помехах и при сильном понижении импеданса электросети (внезапном включении мощной нагрузки).
 - Высокие требования по надежности — расширенный температурный диапазон, большие запасы по напряжению питания, усиленная защита от импульсных бросков напряжения по линии связи (электросети).

РИС. 3. ▼
PLC-плата 300LED

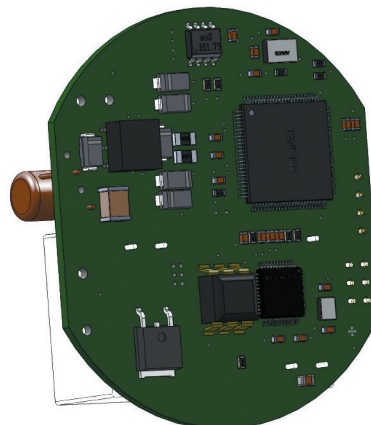


РИС. 4. ►
Буксировка трала



- Для работы модемов в сложных электромагнитных условиях разработаны специальные прошивки, позволяющие с многократными повторами передавать сигнал по нескольким каналам одновременно.
- Модемы поддерживают ретрансляцию с режимом автоматического конфигурирования и реконфигурирования сети.
- Наличие второго, более широкополосного и скоростного канала позволяет установить, например, камеры видеонаблюдения или подключить иное оборудование, требующее повышенной пропускной способности.

Достоинства одноканальных модемов серии 300LED:

- Намного более высокая скорость, чем у аналогичных устройств.
- Построенная сеть будет работоспособна через 5 мин после включения.

ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЕ С РЫБОЛОВНОГО ТРАЛЬЩИКА

Для решения задач по получению информации с гидроакустической аппаратуры и подводных видеокамер с рыболовных и научных судов компанией «ТелЛинк» был разработан модем TL2010. Гидроакустическая аппаратура и видеокамера находятся на трале, который буксируется судном (рис. 4). Трал соединен с судном коаксиальным или медным кабель-тросом длиной до 10 км. С судна на трал поступает напряжение питания и команды управления. В обратную сторону с трала на судно идет поток информации — данные с гидролокатора и видеоизображение со скоростью потока 4–10 Мбит/с. Для выполнения вышеперечисленных условий понадобилась разработка специализированного модема, удовлетворяющего требованиям по надежности и скорости передачи данных.

Особенности данного модема:

- Скорость: до 20 Мбит/с на расстоянии 10 км.
- Передача сигнала синхронизации.
- Автоматическая диагностика.
- Время инициализации канала после включения питания: 15 с.
- Время восстановления в случае потери соединения: 3 с.
- Интерфейс Ethernet, протокол TCP/UDP.
- Питание: 24 В (220 В).

ЗАРЯДНЫЕ СТАНЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Зарядные станции предназначены для зарядки электромобилей и должны поддерживать протокол обмена стандарта IEC/ISO 15118-3 между зарядной станцией и электромобилем. В настоящее время, несмотря на большое количество уже установленных зарядных станций, лишь незначительная их часть поддерживает стандарт HomePlug Green Phy. Компанией «ТелЛинк» разработан модем, на данный момент соответствующий требованиям стандарта IEC/ISO 15118-3. Модем может быть встроен как во вновь разрабатываемую зарядную станцию, так и в уже эксплуатирующиеся. На рис. 5 представлен пример зарядной станции для электромобилей.

При необходимости модем может быть интегрирован в мини-, микрокомпьютер на базе Linux для поддержания полного стандарта IEC/ISO 15118, обеспечивая не только контроль зарядного тока, но и полный спектр возможностей, предусмотренных этим стандартом.

Назначение PLC-модема — обеспечение связи импульсного преобразователя зарядной станции с блоком контроля заряда тяговых батарей электромобиля/электробуса. Связь осуществляется по стандарту PLC ISO 15118-3 через информационно-управляющую шину (Control Pilot).

Особенности модема:

- RS-232/485, CAN-, Ethernet-интерфейсы.
- Может быть как встроенным в зарядную станцию, так и быть в составе отдельного контроллера зарядного тока.
- Быстрый режим инициализации, высокая скорость подключения и поддержания соединения.
- Высокая помехоустойчивость и электромагнитная совместимость с другими видами связи.
- Поддержка одновременного соединения с несколькими транспортными средствами.
- Поддержка удаленного обновления программного обеспечения.
- Совместимость стандарта со следующими моделями автомобилей (по состоянию на октябрь 2019 г.): BMW, Volkswagen, GM, Porsche, Audi, Nissan, Mitsubishi, Peugeot, Citroen, Kia, Renault, Daimler, Tesla, Smart, Mercedes. ●

РИС. 5. ▼
Зарядная станция для электромобилей

