

[www.atlassmart.ru](http://www.atlassmart.ru)

Многофункциональные  
счетчики электроэнергии

И  
АИИС КУЭР

«АТЛАС»



PLC



 **СИСТЕЛ**  
СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Контактная информация:

[www.systel.ru](http://www.systel.ru)

Россия, 115201 Москва Каширское шоссе 22,  
корп. 3, стр.12

E-mail: [sale@systel.ru](mailto:sale@systel.ru)

тел.: (495) 727 39 65

факс: (495) 727 39 64

# Технические аспекты организации связи по линиям 0,4 и 10 кВ с использованием PLC-технологии в АИИС КУЭР «АТЛАС»



Статья посвящена техническим аспектам использования технологии связи по силовым линиям (PLC-технологии) в рамках АИИС КУЭР. Рассмотрены примеры организации связи по PLC-технологии как между приборами, подключенным к одной подстанции по линии 0,4 кВ, так и между приборами, подключенными к разным подстанциям, соединенным линией 10 кВ.

ООО «Систел», г. Москва

## Введение

В последнее время происходит стремительное развитие автоматизированных систем коммерческого учета энергоресурсов (АИИС КУЭР), применяемых в бытовом секторе [1]. В связи с их массовостью возникает потребность в снижении цены пусконаладочных работ и последующего обслуживания систем. Один из способов достижения этой цели – внедрение технологий съема учетных данных, которые не требуют проектирования и обслуживания дополнительных линий связи. Среди наиболее дешевых технологий связи с приборами учета без дополнительных линий нужно отметить технологию передачи данных по силовым линиям (power line communication, PLC – *англ.*).

Рассмотрим некоторые технические аспекты и достоинства PLC-технологии, используемой ООО «Систел» для сбора данных с приборов учета серии «Атлас».

## Основные технические аспекты PLC

Физической основой для организации связи по PLC-технологии является формирование высокочастотной несущей, модулированной

полезным сигналом и передаваемой по силовым электрическим линиям. Так как частота несущей на несколько порядков выше частоты напряжения в силовой линии, то ее легко выделить высокочастотным фильтром с трансформаторной развязкой.

Силовые линии, а особенно линии конечных потребителей 0,4 кВ, изобилуют большим количеством помех, спектр и амплитуда которых не коррелированы. Поэтому в PLC-технологии наиболее часто используют частотную модуляцию с расширением спектра, такую как OFDM-модуляция [2] или DCSK-модуляция [3]. В приборах учета «Атлас» применяется последний вид модуляции.

Еще одной немаловажной особенностью PLC-технологии является нормативное ограничение значения амплитуды несущей. В Российской Федерации оно ограничено ГОСТ Р 51317.3.8 на уровне 120 дБ (мкВ) на частоте 95 кГц, а при более высоких частотах планка еще ниже. В связи с этим возникает потребность увеличить чувствительность приемника при прохождении сигнала в условиях сильного затухания.

Проблема затухания сигнала в проводе большой длины решается с помощью введения в систему ретрансляторов, расположенных между прибором учета электроэнергии (счетчиком) и устройством сбора и передачи данных (УСПД) (рис. 1).

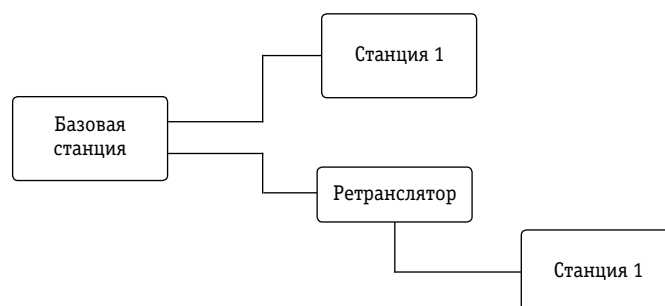


Рис. 1. Применение ретранслятора в линиях с высоким затуханием сигнала PLC-модема

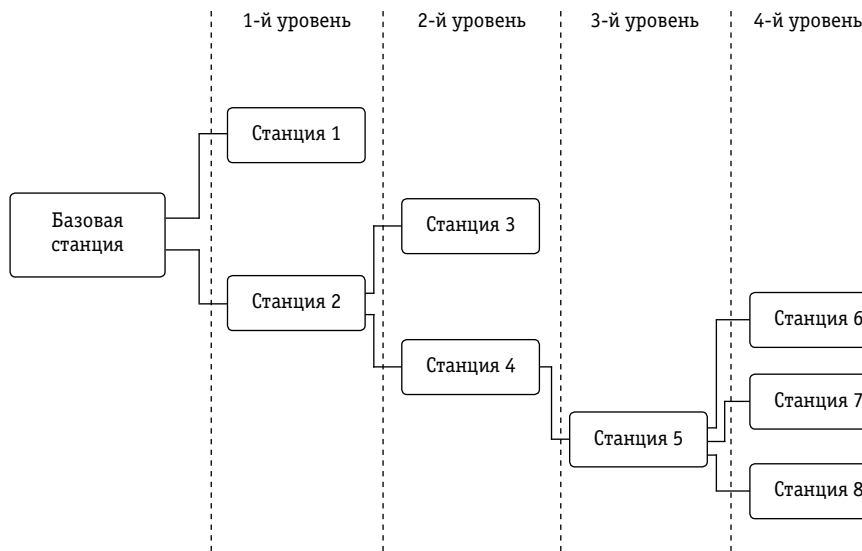


Рис. 2. Структуры многоуровневой PLC-сети: часть станций автоматически становятся ретрансляторами

между приборами, находящимися на нескольких понижающих подстанциях, подключенных к одной линии 10 кВ, и базовой станцией, также находящейся на одной из этих подстанций. Схема организации такой сети приведена на рис. 3.

Решить проблему можно двумя способами:

- ▶ установить дополнительные устройства связи-развязки между первичной и вторичной обмотками понижающего трансформатора, которые пропускают несущую PLC-сигнала и развязывают напряжение по частоте 50 Гц;

- ▶ применить несущую PLC-сигнала такой частоты, чтобы она успешно передавалась через понижающий трансформатор в линию 10 кВ, и использовать высокочувствительные приемники, так как на линии 10 кВ отсутствуют потенциальные ретрансляторы.

Первый способ требует дополнительных затрат на дорогостоящее оборудование (устройства связи-развязки 0,4–10 кВ), а также на проектирование и пусконаладочные работы. Поэтому в приборах серии

**PLC-технология с автопостроением сети**

В оборудовании серии «Атлас» ООО «Систел» использует PLC-технология с выделенной базовой станцией и поддержкой автоматического построения сети.

Автоматическое построение сети предполагает:

- ▶ автоматический поиск и регистрацию на базовой станции (встроена в УСПД) каждого прибора учета, вступающего в сеть;
- ▶ автоматическое объявление приборов, которые будут выполнять функции ретрансляторов;
- ▶ автоматическую прокладку и оптимизацию маршрутов связи и ретрансляции.

В результате автоматического построения возникает сеть с логической структурой, изображенной на рис. 2, в которой присутствует многоуровневая ретрансляция. Отметим, что сеть является динамически оптимизируемой в автоматическом режиме. То есть каждый прибор постоянно занимается поиском оптимального маршрута (с точки зрения его надежности и скорости) и может менять ретранслятор, через который он осуществляет передачу данных, в автоматическом режиме.

Еще одна особенность заключается в том, что при полноценном автоматическом построении любой прибор способен выполнять функции ретранслятора без предварительного конфигурирования.

**Организация связи по PLC-технологии через линии 10 и 0,4 кВ**

Ретрансляция решает проблему, если все приборы и базовая станция находятся в рамках электрической сети 0,4 кВ одной понижающей подстанции. Однако иногда возникает необходимость установить связь

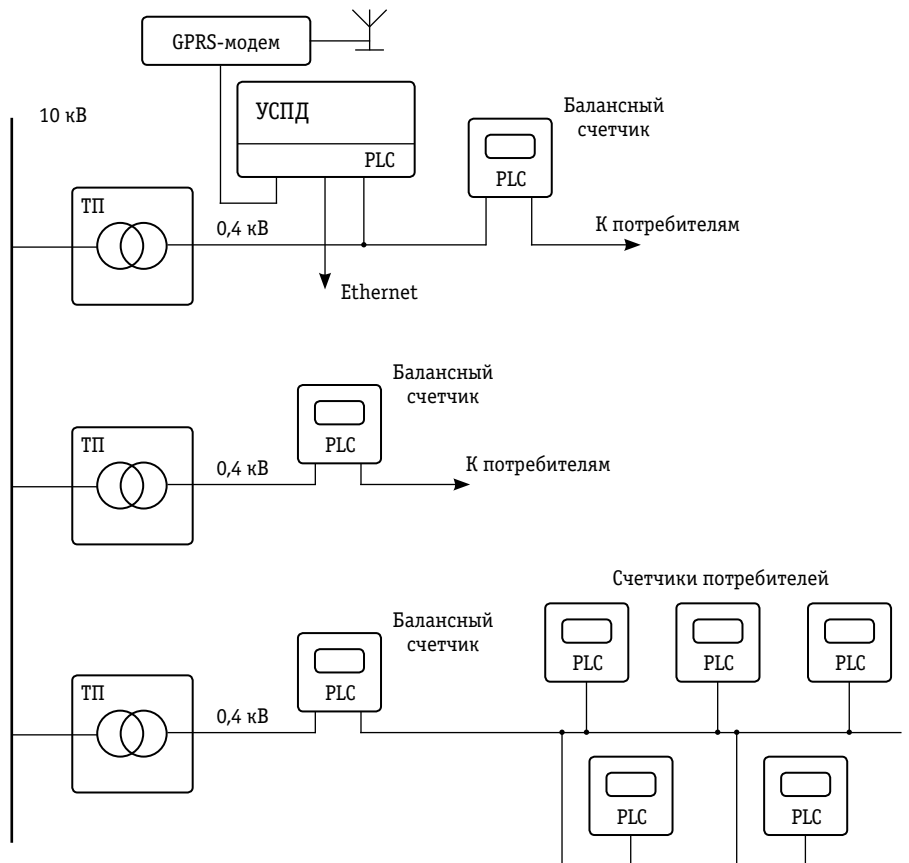


Рис. 3. Организация связи по PLC-технологии через линии 0,4 и 10 кВ

«Атлас» для организации связи через линии 10 кВ был применен второй способ.

**Особенности применения PLC-технологии в АИИС КУЭР «Атлас»**

При организации связи между приборами учета электроэнергии и устройствами сбора и передачи данных в АИИС КУЭР «Атлас» была использована PLC-технология со всеми возможностями, представленными выше, а именно:

- ▶ автоматическое построение сети с назначением до 7 ретрансляторов в цепочке (8-уровневая сеть);
- ▶ выбор оптимального частотного диапазона несущей (64–95 кГц) и модуляции с расширением спектра, называемой «дифференциальной кодовой манипуляцией» (DCSK), обеспечивающей связь через линии 10 кВ.

**Возможности АИИС КУЭР «Атлас» с применением PLC-технологии передачи данных**

Применение стабильной PLC-связи между приборами учета и УСПД в системе «Атлас» предоставляет следующие возможности:

- ▶ сбор архивных данных потребления, в том числе по получасовому потреблению, с задержкой не более чем на 2 часа;
- ▶ доступ к оперативным изменениям не дольше чем за 20 с (даже при наличии нескольких ретрансляторов);
- ▶ отправка команд на управление ограничением потребления, на смену тарифного расписания, смену режимов индикации в реальном времени (с задержкой не более чем на 20 с).

Важно отметить, что реализация всех этих возможностей не требует

дополнительных пусконаладочных работ и обслуживания.

**Результаты эксплуатации АИИС КУЭР «Атлас»**

АИИС КУЭР «Атлас» с применением PLC-технологии связи внедрена на нескольких объектах для нужд бытового учета электроэнергии. Например, PLC-технология была использована для реализации пилотного проекта АИИС КУЭР «Атлас» на объекте ЖКХ в городе Протвино Московской области [4]. Также приборы учета «Атлас» с поддержкой PLC-технологии в большом количестве применяются в рамках системы АИИС КУЭ «Нейрон», функционирующей на объектах компании «Белгородэнерго» – филиала ОАО «МРСК Центра».

Одним из примеров одновременного использования связи по PLC-

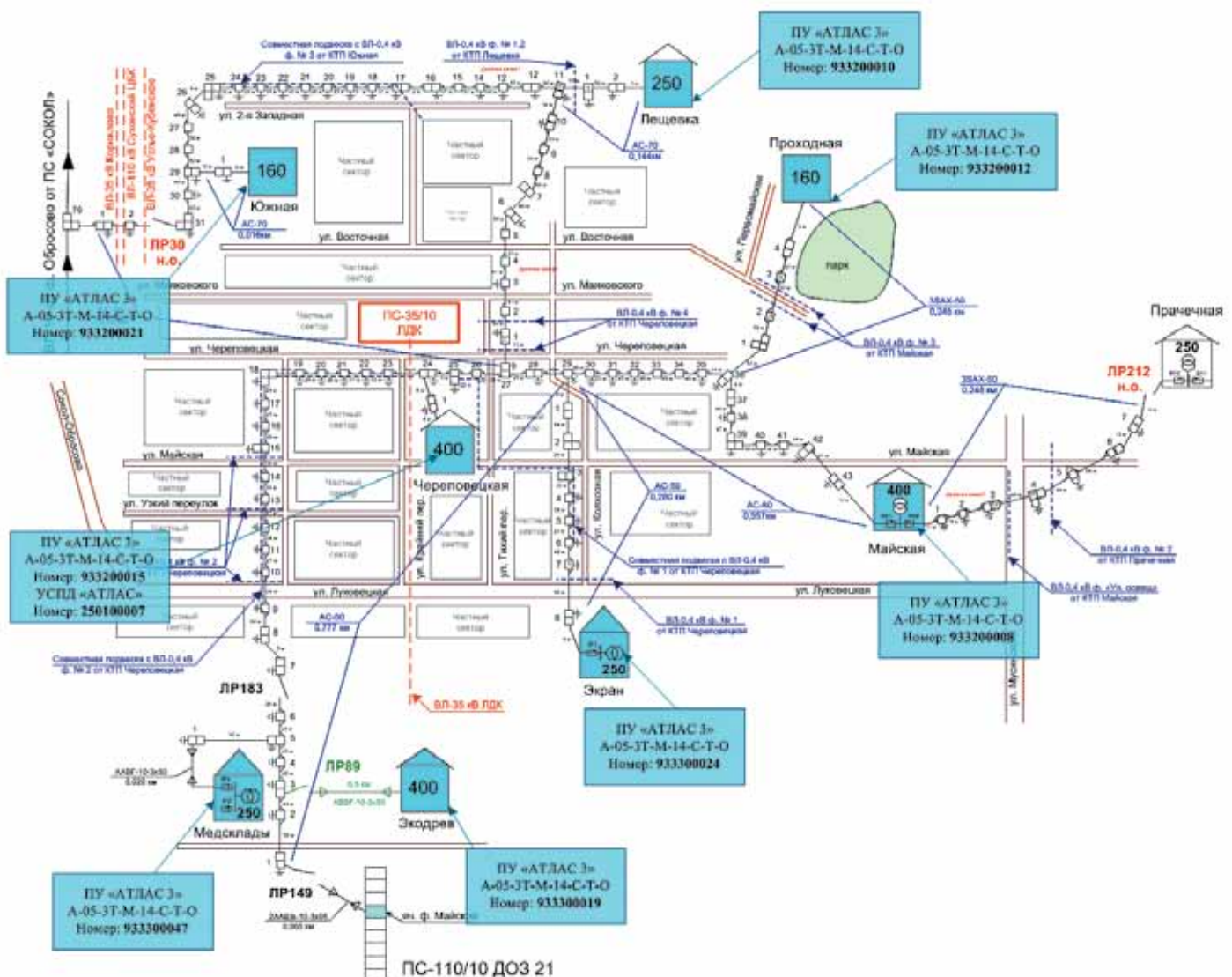


Рис. 4. Пример организации связи по PLC-технологии на реальном объекте (фрагмент мнемонической схемы АРМ АИИС КУЭР «Атлас»)

технологии через линии 0,4 и 10 кВ является проект, реализованный в частном секторе города Сокол Вологодской области (объект ПО «Вологодские электрические сети» филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» - «Вологдаэнерго»). Его особенность заключается в том, что только одно УСПД установлено на подстанции «Череповецкая» (рис. 4) по линиям низкого напряжения 0,4 кВ. На ней же установлен балансирующий счетчик «Атлас 3». Это УСПД опрашивает балансирующие счетчики установлены на подстанциях «Лещевка», «Проходная», «Майская», «Экодрев», «Экран», «Медсклады» и «Южная».

К линии 0,4 кВ подстанции «Южная» подключено порядка 50 бытовых счетчиков «Атлас 1», которые находятся у конечных потребителей электроэнергии и опрашиваются по PLC-технологии. Опрос производится УСПД, установленным на подстанции «Череповецкая». Таким образом, связь осуществляется как через длинный участок линии

10 кВ, так и через последующий длинный участок линии 0,4 кВ.

Внедрение такой системы в бытовом секторе имеет следующие положительные результаты:

- ▶ снижается нагрузка на персонал, занимающийся сбором показаний счетчиков электроэнергии;
- ▶ выявляются факты хищения электроэнергии и неучтенное энергопотребляющее оборудование путем расчета баланса потребления практически в реальном времени, вплоть до баланса за последние полчаса;
- ▶ ведется постоянный мониторинг напряжения на подстанции и у конечных потребителей путем отслеживания минимумов и максимумов напряжения за полчаса и оперативных измерений. Это дает возможность находить участки с наибольшим падением напряжения и при необходимости заменять на них оборудование.

Кроме того, организация связи через 10 кВ позволило сократить затраты на установку УСПД на каждой подстанции.

Опытная эксплуатация показывает, что в такой системе обеспечивается достаточно хорошая и устойчивая связь со всеми приборами учета.

В данный момент идет расширение описанного проекта в «Вологдаэнерго». В частности к существующей системе подключаются счетчики, устанавливаемые на других объектах бытового учета.

#### Литература

1. Автоматизация учета электроэнергии на розничном рынке и в ЖКХ // Энергоэксперт. 2009. № 5.
2. Орхименко В. Узкополосная PLC-технология: OFDM-модуляция // Время Электроники. 2010. № 9.
3. Орхименко В. DCSK-модемы для PLC-связи: стандарты, производители, компоненты // Время Электроники. 2010. № 8.
4. Рыкованов С.Н., Шалунов А.Н., Семёнов А.Н., Лапшенков Е.М. АИИС КУЭР «АТЛАС», учет энергоресурсов в промышленности и ЖКХ // ИСУП. 2013. № 2.

С.Н. Рыкованов, генеральный директор,  
А.Н. Шалунов, зам. генерального директора,  
Е.М. Лапшенков, ведущий инженер,  
ООО «Систел», г. Москва,  
тел.: (496) 731-0836,  
e-mail: office@systel.ru  
www.systel.ru



# Электроника → Транспорт

## 2015

### 13-15 мая 2015 г.

#### Москва, Сокольники

## 9-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

В рамках:  
12-15 мая 2015 г., Москва - Коломна



Российской  
недели  
общественного транспорта  
<http://www.publictransportweek.ru>

**ТЕМАТИКА:** Информационные технологии для транспорта и транспортной инфраструктуры

- Системы диспетчеризации и управления транспортным парком (грузовые автоперевозки, пассажирский транспорт, такси, спецтранспорт)
- Комплексы навигации и связи
- Системы безопасности и видеонаблюдения
- Системы контроля пассажиропотока и оплаты проезда
- Технологии снижения расхода топлива
- Рекламно-информационные комплексы
- Автоматика, телемеханика
- Измерительные и диагностические приборы
- Силовая электроника для транспорта
- Электронные, электротехнические компоненты

**КОНФЕРЕНЦИИ:**

- «Практические особенности внедрения информационно-навигационных технологий на городском пассажирском транспорте»
- «Электронные модули для транспортного приборостроения и машиностроения»
- «Технологии оплаты проезда и учета пассажиропотока»
- «Рекламно-информационные технологии, Digital Signage в транспортной инфраструктуре»

**ПОДДЕРЖКА:**



**КОНТАКТЫ:**

тел.: +7(495) 287-4412  
E-mail: info@e-transport.ru

<http://www.e-transport.ru>

# Ensto Clampo Pro

## Компактные универсальные клеммы на напряжение 800В и токи до 425А

- Легкость при монтаже и надежность соединения проводников.
- 4 типоразмера клемм обеспечивают диапазон перекрываемых сечений от 2.5 до 240 мм<sup>2</sup>.
- Применимы для проводников Al и Cu, а также для их соединения в одной клемме.
- Соответствуют классу "А"- подключение силовых кабелей в электрощитовом оборудовании.

[www.ensto.ru](http://www.ensto.ru)  
[ensto.russia@ensto.com](mailto:ensto.russia@ensto.com)



*Saves Your Energy*