

# **Система передачи данных по силовым кабельным линиям**

## Выбор каналов связи

Комплексное решение задач автоматизации управления электроснабжением на предприятиях городских электрических сетей связано со сбором данных с многочисленных контролируемых объектов.

Объекты чаще всего распределены по большой территории. Данные необходимо передавать на значительные расстояния.



Использование традиционных каналов связи (выделенные телефонные линии, радиоканал) в условиях городских электрических сетей требует значительных материальных затрат и во многих случаях бывает нецелесообразно с финансовой точки зрения.

# Технология связи Power Line Communication

В условиях городских электрических сетей целесообразно применение **технологии связи PLC** (Power Line Communication – связь по низковольтной сети).



Использование каналов связи, образованных на основе силовых кабельных и воздушных линий напряжением 6/10 кВ, а также сетей 0.4 кВ для передачи телеметрической информации имеет ряд преимуществ.

## Достоинства передачи данных по силовым кабельным линиям:

---

- Несомненным достоинством использования силовых линий для организации связи является тот факт, что кабельные сети находятся в собственности предприятия ГЭС;
- направление передачи телеметрической информации часто совпадает с линиями электроснабжения, что позволяет экономить средства на сооружении специальных линий связи и значительно сократить расходы при эксплуатации систем управления электроснабжением;
- передача данных по силовым кабельным линиям означает в конечном итоге то, что пользователь сможет получать всю информацию о состоянии сети в прямом смысле этого слова «из розетки», не используя при этом телефонную или какую-либо ещё линию связи, и не покидая своего рабочего места.



## Особенности силовых кабельных линий электропередач

---

В то же время необходимо учитывать, что линии электропередачи обладают следующими отличительными особенностями:

- высокий уровень шумов;
- быстрое затухание высокочастотного сигнала;
- нестабильность линии связи, т.е. наличие большого количества изменяющихся во времени нагрузок, места подключения которых также меняются;
- высокочастотный сигнал не проходит через разделительные трансформаторы и т.п. устройства, поэтому необходимо обеспечивать переход сигнала между сетями различного напряжения.

## Обеспечение помехоустойчивости

---

Для обеспечения высокой помехоустойчивости и высокого уровня защиты информации используются алгоритмы формирования шумоподобных сигналов, при которых мощность распределяется в широкой полосе частот и сигнал становится незаметным на фоне помех. На приемной стороне сигнал обрабатывается цифровыми методами оптимального и квазиоптимального приема.

Кроме того, распространение сигнала и качество его приема зависят от архитектуры электрической сети, которая, хотя и имеет древовидную структуру, может изменяться. Поэтому аппаратура должна динамически адаптироваться к меняющимся условиям распространения сигнала.

## Технология передачи данных на базе PLC

---

Используя уникальные технологии передачи сигнала по существующим силовым кабельным сетям (PLC-технологии), нашим разработчики смогли решить проблему автоматизации сбора данных с удаленных объектов городских электросетей, контроля их эксплуатационных и технологических параметров.

Была разработана технология передачи данных по сетям электропитания, которая позволила учесть особенности силовых кабельных линий.

Положительный опыт эксплуатации системы на предприятиях городских электрических сетей в ряде регионов России свидетельствует о правильности выбранного направления работ.

## Преимущества разработанной технологии передачи данных

---

- Обеспечение защиты обслуживающего персонала и аппаратуры связи от высокого напряжения;
- отсутствие громоздких устройств согласования приемопередающей аппаратуры связи с линией электропередачи;
- невысокая стоимость аппаратуры связи;
- высокая надежность функционирования;
- сохранение работоспособности в широком диапазоне температуры;
- нечувствительность к уровню сигнала на входе приемника;
- возможность оперативного изменения частоты несущего колебания;
- адаптивность к изменяющимся во времени нагрузкам.



## Построение НТС-сети

---

При построении информационной сети на основе силовых кабельных линий (НТС-сети) каждому контролируемому объекту (РП, ТП, счетчик) ставится в соответствие один из узлов информационной сети, имеющей древовидную структуру.

Каждый узел (объект) системы имеет свой уникальный адрес, соответствующий его положению в НТС-сети.

## Коммуникационный сервер

**Коммуникационный сервер (КС)**, расположенный в вершине структуры, – это аппаратно-программный комплекс, обеспечивающий маршрутизацию и обработку сообщений в НТС-сети.

**Возможности:**

- составление и хранение маршрутной таблицы, в которой прописываются маршруты доставки сообщений
- возможность составления и хранения резервной таблицы, учитывающей возможные переключения в системе электроснабжения.

## Обмен информацией между узлами

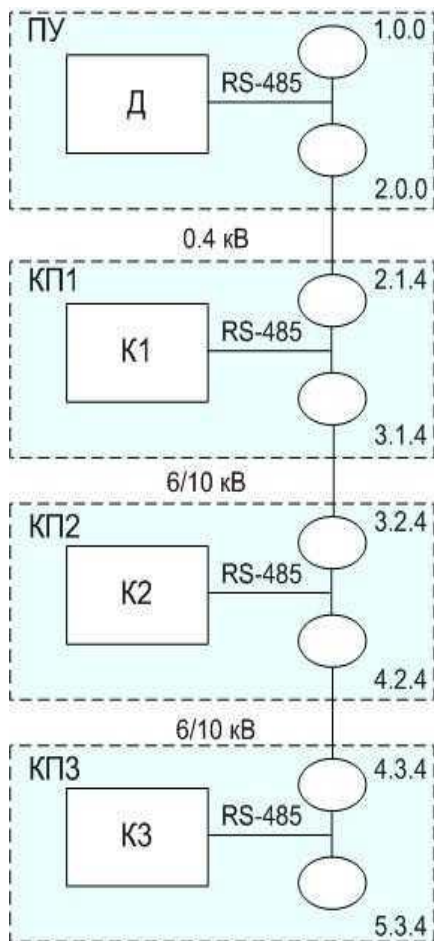
---

Информационный обмен в системе связи осуществляется подобно обмену в сети Интернет, но немного модифицирован.

Один из возможных вариантов модифицированного протокола TCP/IP используется в системе телемеханики и АСКУЭ НТС-7000.

В соответствии с этим протоколом в передаваемом пакете содержится не только адрес отправителя и пункта назначения, но и адреса всех приемопередатчиков, участвующих в процессе передачи информационного пакета данных от пункта управления к периферийному объекту. Так как каждый объект системы (РП, ТП, и т.д.) имеет свой уникальный адрес, соответствующий его положению в сети, сообщения легко находят адресатов.

# Структура информационного пакета (запрос от пункта управления)



1.19.19. 0.0.0. 2.0.0. 3.1.4. 4.2.4. 4.3.4. 9.32. SL1.SH1

1.16.18. 2.0.0. 3.1.4. 4.2.4. 4.3.4. 9.32. SL2.SH2

1.16.18. 2.0.0. 3.1.4. 4.2.4. 4.3.4. 9.32. SL2.SH2

1.13.17. 3.1.4. 4.2.4. 4.3.4. 9.32. SL3.SH3

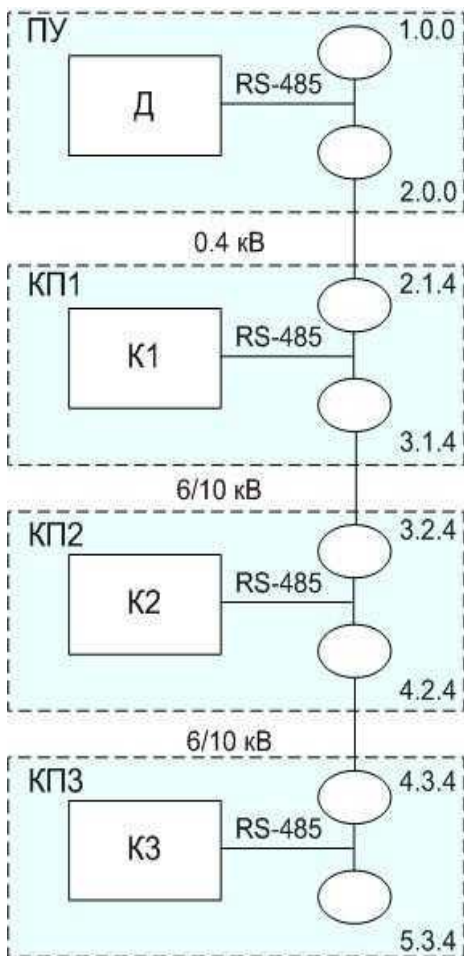
1.13.17. 3.1.4. 4.2.4. 4.3.4. 9.32. SL3.SH3

1.10.16. 4.2.4. 4.3.4. 9.32. SL4.SH4

1.10.16. 4.2.4. 4.3.4. 9.32. SL4.SH4



# Структура информационного пакета (ответ контролера на запрос ПУ)



1.42.1. 4.3.4. 0.0.0. 9. D0.D1....D32. SL8.SH8

1.42.1. 4.3.4. 2.0.0. 9. D0.D1....D32. SL7.SH7

1.42.1. 4.3.4. 3.1.4. 9. D0.D1....D32. SL6.SH6

1.42.1. 4.3.4. 4.2.4. 9. D0.D1....D32. SL5.SH5

## Передача пакетов данных

---

При поступлении пакета по линии связи на вход PLC-приемопередатчика контроллер связи сверяет адрес в маршруте со своим собственным адресом и при их совпадении обрабатывает поступившее сообщение. Если данное сообщение необходимо транслировать дальше, то ППЛ отправит его по локальной сети на соответствующий приёмопередатчик, с выхода которого пакет данных будет передан на следующий уровень.

ППЛ обеспечивает не только маршрутизацию сообщений в НТС-сети, но и выполняет регенерацию сигнала, усиливая его и, тем самым, обеспечивая его продвижение в пространстве информационной сети.

# Каналообразующая аппаратура

Базовым устройством каналообразующей аппаратуры, обеспечивающим создание и функционирование НТС-сети, является **PLC-приемопередатчик**, обеспечивающий связь по линиям электропитания (**ППЛ**).



## Состав PLC-приемопередатчика

---

**Состав PLC-приемопередатчика:** контроллер связи, передатчик, приемник, устройство согласования с линией связи и интерфейс для организации локальной внутренней сети объекта.

В зависимости от электрической конфигурации на объекте может быть установлено несколько ППЛ, между собой они соединяются в локальную сеть через интерфейсы RS-485. При этом только один из них является «ведущим» и обеспечивает связь с ППЛ верхнего уровня, остальные ППЛ имеют статус «ведомый» и обеспечивают регенерацию сообщений на нижние уровни НТС-сети.



## Модификация PLC-приемопередатчиков

В настоящее время используются ППЛ серий **7042М, 7043, 7044**. Все они отличаются схемотехническими и программными решениями.

Основные схемотехнические отличия:

- применение нового микроконтроллера серии AVR AT2313-10PI позволило производить обработку и формирование сигнала на несущей частоте, что увеличило быстродействие PLC-приемопередатчика. Также появилась возможность оперативно менять параметры PLC-модема через интерфейс RS-485;
- применение новой быстродействующей схемы формирования сигнала RESET обеспечило более стабильную работу микроконтроллера;
- применение конструктивно нового двухтактного усилителя мощности работающего с трехпроводным блоком согласования.

# Технические характеристики PLC-модемов

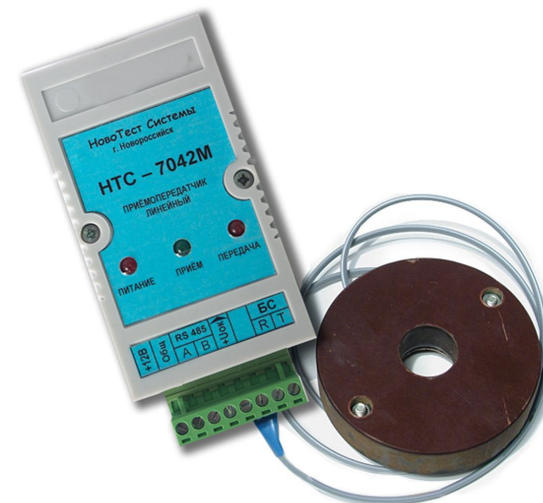
Характеристики / Тип ППЛ	НТС-7042 М	НТС-7043	НТС-7044
Напряжение питания, В	+12В±10%	+12В±10%	12-100
Несущая частота, кГц	70-160	69-173	69-173
Скорость передачи данных (в зависимости от несущей частоты), Бод	9600-24000	9600-24000	9600-24000
Время установления рабочего режима, не более	1сек	1сек	1сек
Скорость передачи данных по интерфейсу RS-485	до 56 000 Бод	до 56 000 Бод	до 56 000 Бод
Чувствительность приёмника, мВ	не хуже 1	не хуже 1	не хуже 1
Потребляемая мощность ППЛ: в режиме «ПЕРЕДАЧА», ВА в режиме «ПРИЕМ», ВА	≤13 ≤ 0.5	≤ 10 ≤ 0.65	≤ 20 ≤ 0.65
Габаритные размеры корпуса ППЛ, мм	115x60x40	115x60x40	115x60x40
Масса ППЛ, не более	0,2 кг	0,2 кг	0,2 кг

## Устройство согласования

Блок согласования был специально разработан для обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала при сопряжении приемопередающей аппаратуры с высоковольтным кабелем.

В этом запатентованном устройстве использован способ возбуждения сигнала в силовом кабеле со стороны бронирующей оплетки. При этом в состав устройства согласования PLC-приемопередатчика с высоковольтным кабелем входит высокочастотный трансформатор.

Таким образом, схема устройства согласования не отличается от традиционно используемых в системах ВЧ связи и реализуется в соответствии с патентом.



## Схема установки блока согласования

Вторичная обмотка высокочастотного трансформатора реализована путем «нанизывания» кольцевого сердечника трансформатора с намотанной на нем первичной обмоткой на проводник, заземляющий бронирующую оплетку кабеля.

За счет этого обеспечивается надежная защита обслуживающего персонала и приемопередающей аппаратуры от высокого напряжения.

При этом не требуется каких-либо иных устройств согласования.





## Внешний интерфейс

Приемопередатчик обменивается информацией с внешними устройствами, подключенными к локальной сети с помощью стандартного интерфейса.

Благодаря этому в составе автоматизированной системы телемеханики «НТС-7000» успешно функционируют не только контроллеры разработанные НПО «НовоТест Системы», но и многие другие, снабженные аналогичным интерфейсом.

A blue square icon with rounded corners containing the text "RS-485" in white, bold, sans-serif font.

RS-485



## Контактная информация

### НПО «НовоТест Системы»

353925, г. Новороссийск,  
пр-т Дзержинского, д. 211,  
тел./факс: (8617) **63-88-05**  
(8617) **77-27-22**

e-mail: [novotest@novotest.net](mailto:novotest@novotest.net)

<http://www.novotest.net>

