



Модем PLC-MV

ВЧ связь по ЛЭП 6/10 кВ
Применение для службы ЭХЗ

Модем предназначен для телеуправления и передачи данных систем катодной защиты (СКЗ) по линиям электропередач (ЛЭП) среднего напряжения 6/10 кВ расположенных вдоль трубопровода.

Комплект аппаратуры состоит из модема PLC-MV и устройства присоединения к высоковольтной ЛЭП (емкостное - для подключения к воздушной линии или индуктивное - для подключения кабельной линии).



Рис. 1. Модем PLC-MV



Рис. 2. Устройства присоединения

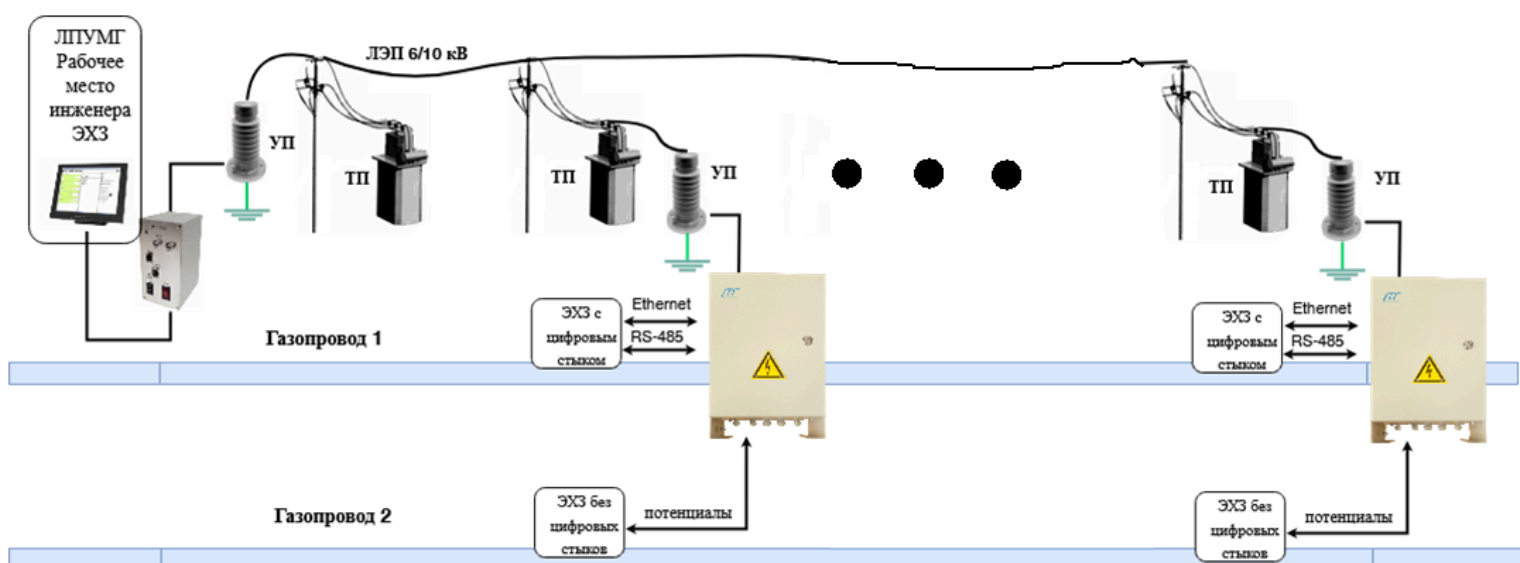


Рис. 3. Схема применения

На базе модема PLC-MV реализован ряд успешных проектов по телеизмерениям и телеуправлению установок катодной защиты трубопроводов АО Транснефть. На настоящее время (март 2024 г.) в эксплуатации находится более 250 модемов PLC-MV.

Функциональные возможности модема PLC-MV

- Топология сети: точка–точка, многоточка
- Дальность связи без ретрансляции более 100 км на воздушных ЛЭП(на качество соединения в большей мере влияет не расстояние между модемами, а количество отводов на линии, которые шунтируют сигнал).
- Самоорганизующаяся сеть. При невозможности передачи сообщений напрямую между далеко расположенными модемами или при плохом качестве связи, промежуточные модемы выполняют роль ретранслятора сообщений(до 15 ретрансляций). Автоматическое построение оптимальных маршрутов между модемами.
- Гарантированная доставка сообщений при возможности связи между модемами. Модемы осуществляют автоматический повтор отправки сообщений, а в случае невозможности доставки ищут другой маршрут.
- Управление модемами с помощью веб-интерфейса через Ethernet, управление удаленными модемами через сеть PLC(канал через ЛЭП).
- Удалённое обновление ПО через сеть PLC.
- Интерфейсы для подключения к устройствам СКЗ:
 - Порт Ethernet (RJ45, витая пара, 10/100 Мбит/с):
 - IPv4/IPv6 (любой протокол)
 - Modbus-TCP
 - Порт RS-485 (RS-232) с гальванической развязкой
 - Modbus-RTU
 - Конвертер Modbus-TCP в Modbus-RTU
 - Конвертер “Modbus-RTU over TCP” в Modbus-RTU
 - Прозрачный режим (любой протокол)
- Функция Modbus-агента. Упрощает подключения к любым системам мониторинга - время ответа устройств СКЗ не зависит от задержки при передаче сигнала через ЛЭП. При опросе модемов сети PLC через центральный модем внешними программами, модем без задержек отвечает вместо удалённых устройств, отдавая прочитанные ранее регистры.
- Узкополосная ВЧ связь по линиям электропередач(NB-PLC) на основе передачи с разделением на независимые несущие частоты(OFDM) в частотном диапазоне CENELEC A или FCC.
- Скорость передачи данных на физическом уровне до 270 кбит/с. Реальная скорость передачи данных будет зависеть от количества устройств подключенных к одной ЛЭП, т.к. ресурсы шины передачи разделяются между устройствами. Кроме этого, между сеансами передачи, требуются паузы, для избежания коллизий.
- Протокол доступа к среде передачи – CSMA/CA – организация общей шины передачи данных, через канал PLC, передача одним из модемов возможна только в случае, если нет передачи другими узлами сети.
- Оценка качества канала, автоматический и ручной выбор оптимальной схемы модуляции между соседними узлами, автоматический и ручной выбор несущих частот в зависимости от шумовой обстановки..
- Восстановление потерянных из-за шума битов посредством избыточного кодирования.
- Высокая мощность передаваемого ВЧ сигнала и согласование импеданса по приему.
- Возможность работы при низком отношении сигнал/шум менее 12 дБ.
- Подключение модемов к ЛЭП – с помощью емкостного (для ВЛ) или индуктивного (для кабельной вставки) устройства присоединения без ВЧ заградителей. Допускается подключение устройств присоединения модемов к разным фазам одной ЛЭП.
- На воздушной ЛЭП допускаются следующие неоднородности:
 - отпайки на промежуточные трансформаторные подстанции без ВЧ заградителей;
 - кабельные вставки;
 - пункты авторегулирования напряжения (ПАРН);

Технические характеристики модема PLC-MV

Скорость передачи данных на физическом уровне	CENELEC A: до 40 кбит/с FCC: до 270 кбит/с.
Частотный диапазон:	CENELEC A: 35 – 91 кГц (передача сигнала на низкой частоте в узкой полосе позволяет сигналу с меньшими потерями преодолевать участки с неоднородностями, например ПАРН) FCC: 151 – 492 кГц
Фазовая модуляция несущих частот	8PSK, QPSK, BPSK, ROBO. (дифференциальная или когерентная)
Затухание в линии	до 60 дБ.
Мощность передатчика среднеквадратичная в полной полосе диапазона	CENELEC A: +31 дБм (140 дБмкВ @ 75 Ом) FCC: +34 дБм (143 дБмкВ @ 75 Ом)
Чувствительность приемника при $K_{\text{ош}} \leq 10^{-4}$:	80 дБмкВ / 10 мВ
Электропитание	- сеть ~220 В/50 Гц - постоянное напряжение 24...75 В
Максимальная мощность потребления	10 Вт
Корпус	Алюминиевый корпус, IP-54
Габаритные размеры	102*75*150мм
Установка	Установка на DIN-рейку и эксплуатация в силовых и/или коммутационных шкафах.



Рис. 4. Фото подключения модема из эксплуатации: слева - модем установлен в шкаф, справа - подключение ёмкостного устройства присоединения на фазу ЛЭП.