Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»

Филиал «Протвино»
Кафедра информационных технологий

PLC технологии

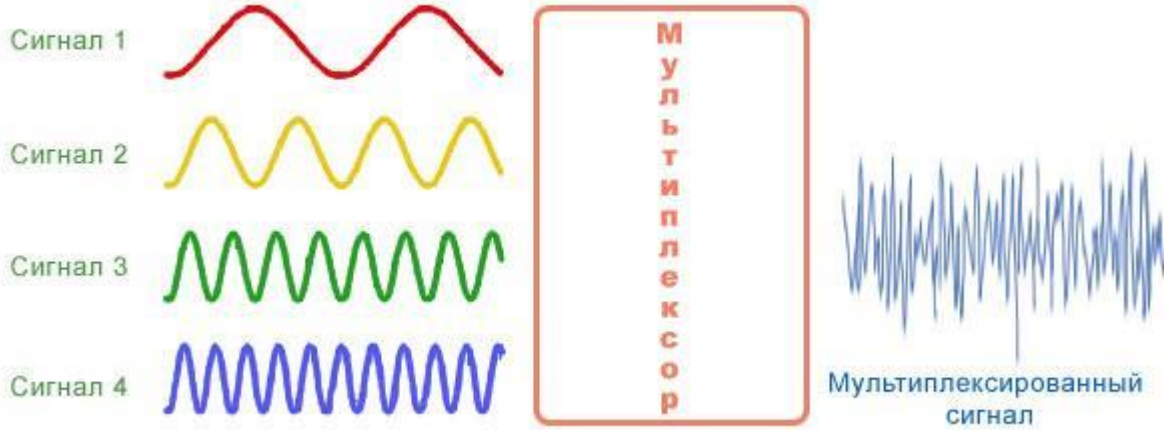
Старший преподаватель
Ковцова Ирина Олеговна

PLC

- **Связь через ЛЭП**, **PLC** (англ. *Power line communication*) — термин, описывающий несколько разных систем для использования линий электропередачи (ЛЭП) для передачи голосовой информации или данных. Сеть может передавать голос и данные, накладывая аналоговый сигнал поверх стандартного переменного тока частотой 50 Гц или 60 Гц.
- PLC включает BPL (англ. *Broadband over Power Lines* — широкополосная передача через линии электропередачи), обеспечивающий передачу данных со скоростью до 200 Мбит/с, и NPL (англ. *Narrowband over Power Lines* — узкополосная передача через линии электропередачи) со значительно меньшими скоростями передачи данных до 1 Мбит/с.
- **Широкополосная передача (broadband)** - одновременная независимая передача данных по нескольким частотным каналам - одновременная независимая передача данных по нескольким частотным каналам, что достигается с помощью частотного уплотнения - FDM (Frequency Division Multiplexing), предусматривающего модуляцию несущей каждого канала в конкретном диапазоне частот полосы пропускания.

PLC

- Основой технологии PowerLine является использование частотного разделения сигнала, при котором высокоскоростной поток данных разбирается на несколько относительно низкоскоростных потоков, каждый из которых передается на отдельной поднесущей частоте с последующим их объединением в один сигнал.

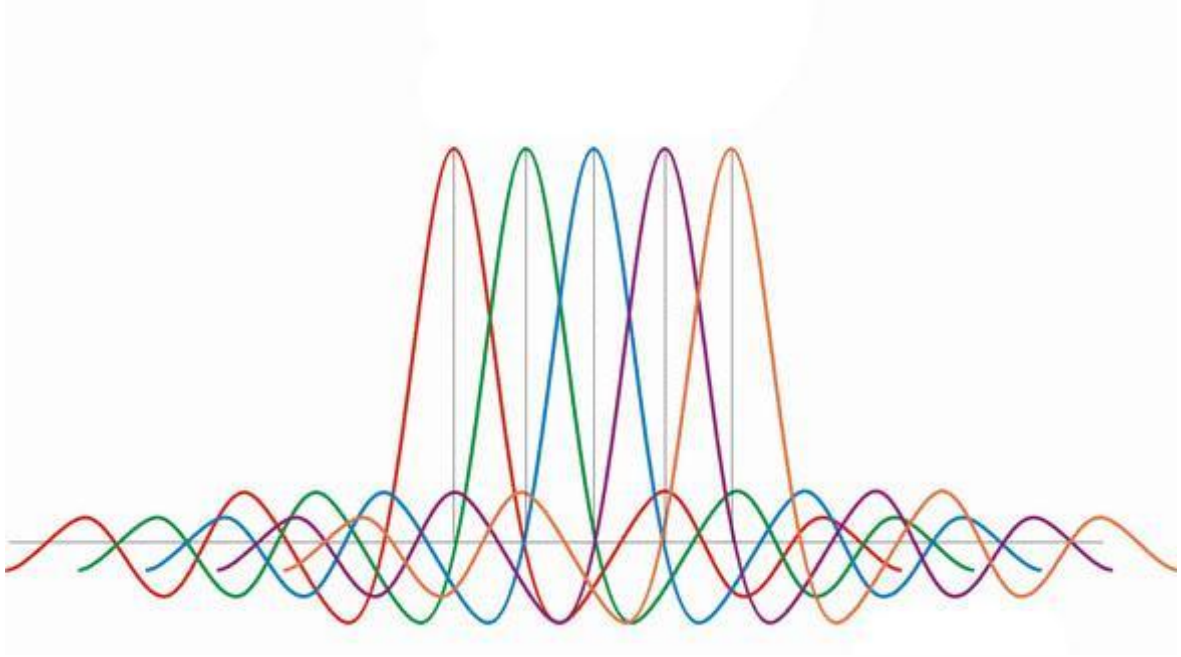


PLC

- При частотном мультиплексировании (FDM - Frequency-Division Multiplexing) доступный спектр расходуется неэффективно. Связано это с наличием защитных интервалов (Guard Band) между поднесущими. Наличие защитных интервалов необходимо для предотвращения взаимного влияния сигналов.

PLC

- Поэтому используется ортогональное частотно-разделенное мультиплексирование (OFDM). Идея заключается в размещении центров поднесущих частот так, что пик каждого последующего сигнала совпадает с нулевым значением предыдущего. Как видно, доступная полоса частот при использовании OFDM расходуется более эффективно.



PLC

- Перед объединением в один сигнал отдельные поднесущие частоты подвергаются фазовой модуляции - каждая своей последовательностью бит.

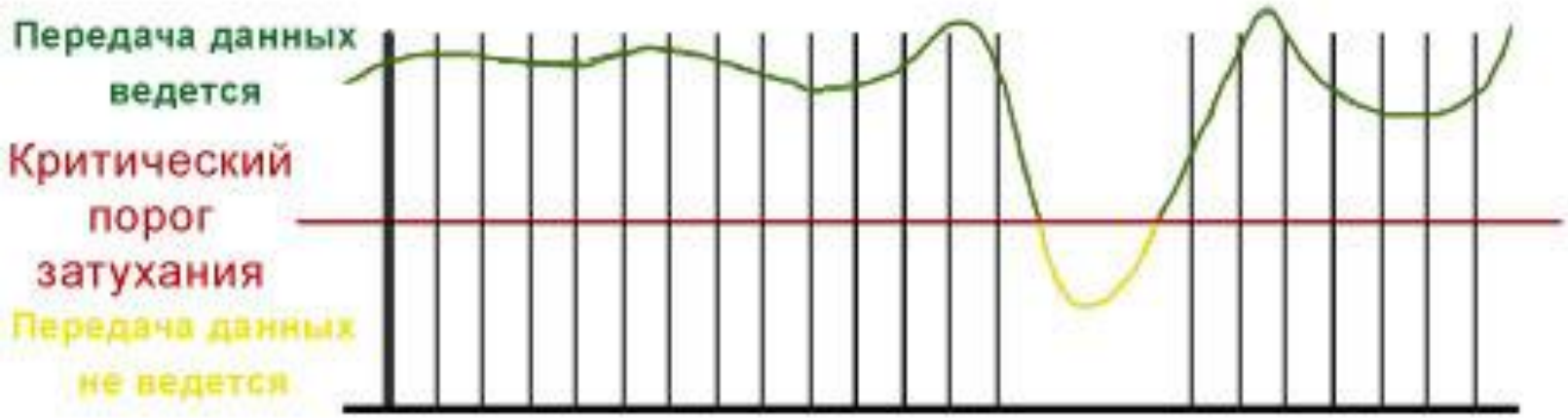
PLC

Затем наступает черед PowerPacket engine, в котором поднесущие собираются в единый информационный пакет (OFDM-symbol). В технологии PowerLine используются 1536 поднесущие частоты с выделением 84 наилучших в диапазоне 2-32 Мгц. Любая технология передачи данных нуждается в адаптации к физической среде, значит ей нужны средства обнаружения и устранения ошибок и конфликтов. PLC не исключение.

При передаче сигналов по бытовой сети могут возникать большие затухания на определенных частотах, что приведет к потере данных. В технологии Powerline предусмотрен специальный метод решения этой проблемы - динамическое выключение и включение передачи сигнала (dynamically turning off and on data-carrying signals).

Суть метода заключается в постоянном мониторинге канала с целью выявления участка спектра с превышением максимального порога затухания. В случае обнаружения такого участка передача данных в проблемном диапазоне частот прекращается до восстановления приемлемого значения затухания.

PLC


Передача данных ведется
Критический порог затухания
Передача данных не ведется

PLC

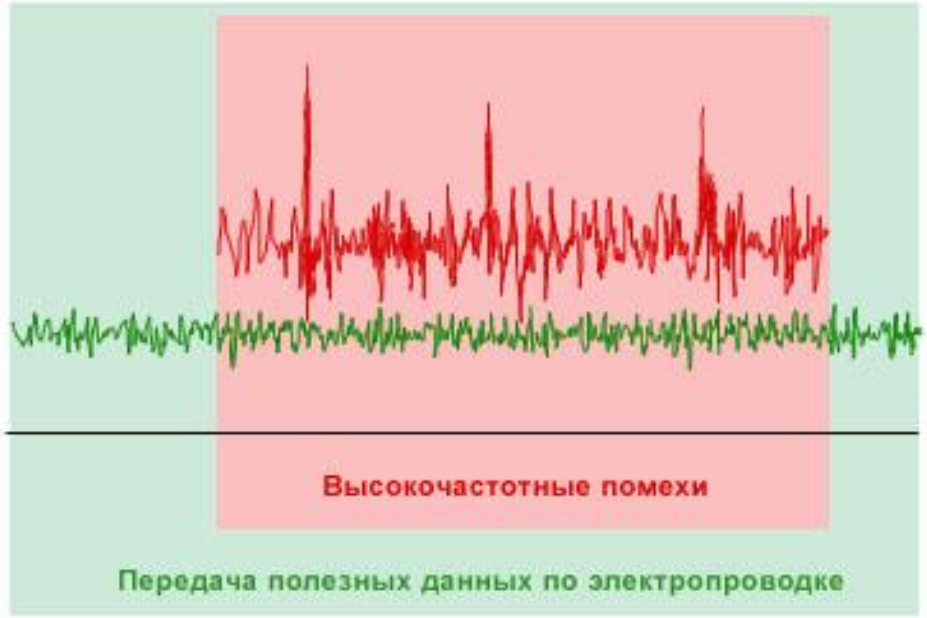
- Сила технологии PowerLine, заключающаяся в использовании широкого спектра частот, одновременно является ее слабым местом.
- В различных странах спектр запрещенных для использования частот строго регламентирован.
- Работая, PLC-устройство способно "заглушить" радиоприем в используемом спектре.
- Поэтому использование OFDM и широкого диапазона частот придают технологии PowerLine гибкость при использовании в различных условиях.
- Технически это реализуется путем настроек, так называемых Signal Mode и Power Mask на устройствах (в которых предусмотрена соответствующая возможность).
- Signal Mode - программный метод определения рабочего диапазона частот.
- Power Mask - программный метод ограничения спектра используемых частот. За счет этого устройства PowerLine могут спокойно сосуществовать в одной физической среде и не зашумлять диапазоны частот используемых радиолюбителями.

PLC

- Другой существенной проблемой, теперь уже для самих устройств PLC, являются импульсные помехи, источниками которых могут быть различные зарядные устройства, галогеновые лампы, включение или выключение различных электроприборов.

Импульсные помехи – короткие выбросы напряжения на фоне более-менее стабильного основного напряжения.

Амплитуда импульсной помехи может в десятки - сотни - тысячи раз превышать основное напряжение, но длительность помехи очень короткая. Поэтому они и имеют название – **импульсные**.



PLC

- Сложность ситуации заключается в том, что, используя вышеописанный метод, устройство PLC не успевает адаптироваться к быстроизменяющимся условиям, ведь их длительность может быть равна одной микросекунде и меньше.
- Для решения подобной проблемы используется каскадное кодирование битовых потоков перед их модуляцией и последующей передачей в сеть.
- Суть помехоустойчивого кодирования состоит в добавлении в исходный информационный поток избыточных 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, что значительно увеличивает целостность передаваемых данных.

PLC

- Кроме того, помехоустойчивое кодирование увеличивает безопасность передаваемой информации в общей среде передачи.
- Так как в качестве среды передачи данных выбрана сеть бытового электропитания, то в один момент времени передачу могут начать сразу несколько устройств. Для разрешения коллизий используется метод CSMA/CA.
- Благодаря добавлению в кадры данных, передаваемых в сетях PowerLine, полей приоритезации, стало возможным передавать голос и видео через IP.

CSMA/CA

- **Carrier Sense Multiple Access (CSMA)** — вероятностный сетевой протокол канального — вероятностный сетевой протокол канального (MAC) уровня. Узел, желающий передать пакет данных, выполняет процедуру оценки чистоты канала, то есть слушает шумы в передающей среде в течение заранее определённого периода времени. Если передающая среда оценивается как чистая, узел может передать пакет данных. В противном случае, если выполняется другая передача, узел «отстраняется», то есть ждёт определённое количество времени, прежде чем опять предпринять процедуру отправки пакета.

CSMA/CA

- **Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance** или **Carrier sensing multiple access with collision avoidance** (**CSMA/CA**, "множественный доступ с контролем несущей и избеганием коллизий" или "многостанционный доступ с контролем несущей и предотвращением конфликтов«) — это сетевой протокол, в котором:
- используется схема прослушивания несущей волны
- станция, которая собирается начать передачу, посылает jam signal (сигнал затора)
- после продолжительного ожидания всех станций, которые могут послать jam signal, станция начинает передачу фрейма
- если во время передачи станция обнаруживает jam signal от другой станции, она останавливает передачу на отрезок времени случайной длины и затем повторяет попытку

Принципы организации BPL-сетей

- В простейшем случае (соединение «точка-точка») для организации широкополосной передачи данных по кабельной линии среднего напряжения (6 - 35 кВ) требуется два BPL-модема и два высоковольтных соединителя (каплера) для инжекции сигнала в линию.
- Модем и каплер соединяются коаксиальным кабелем. К модемам могут быть подключены любые Ethernet устройства. Таким образом, между этими устройствами формируется прозрачный для пользователей канал связи (рис. 3) с поддержкой протокола TCP/IP со скоростью до 25 Мб/с.

Принципы организации BPL-сетей

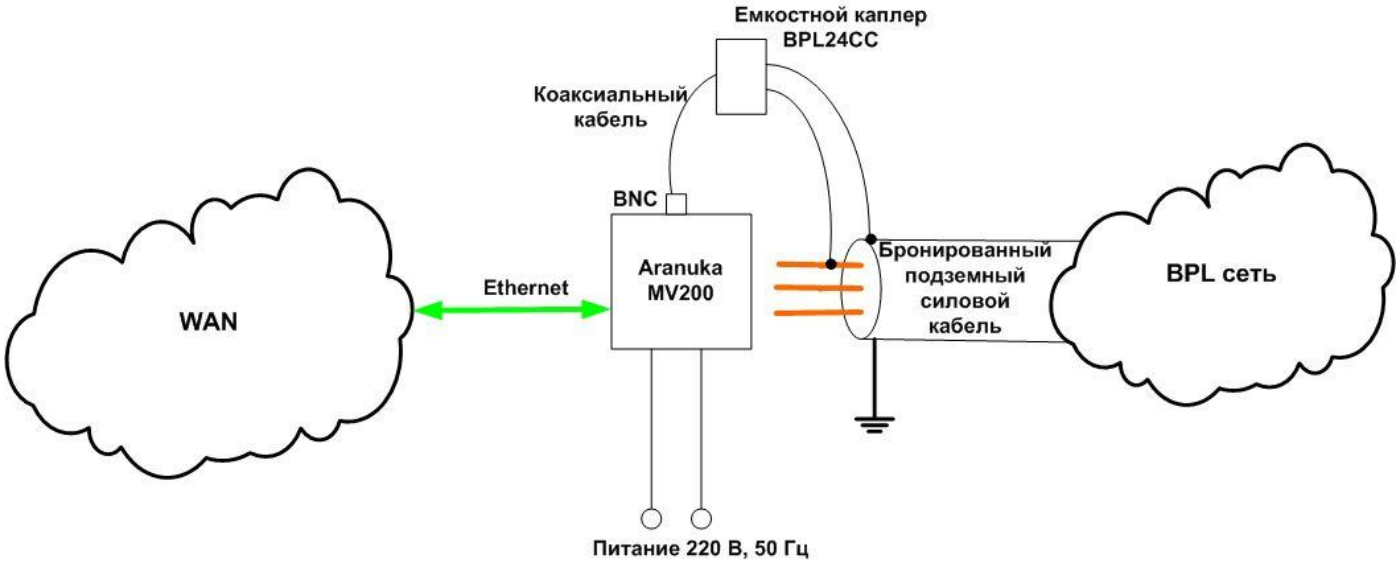
- Средой передачи информации служит электромагнитная волна, которая распространяется по кабельной линии (между токопроводящей жилой и броней кабеля) аналогично коаксиальной линии. По воздушной линии распространение сигнала происходит аналогично двухпроводной линии передачи.

Принципы организации BPL-сетей

- Для доставки (приема) сигнала к конечному абоненту требуется перейти с линий среднего напряжения на линию низкого напряжения, а это значит, что возникает необходимость обойти понижающий трансформатор на трансформаторной подстанции (ТП) и выключатель.
- Для этого в ТП устанавливается два BPL модема: один со стороны среднего напряжения, другой со стороны низкого.
- Эти модемы соединяются Ethernet кабелем.
- Для модема, подключенного к линии низкого напряжения, не требуется каплер.
- Модем, установленный в помещении конечного абонента, называется клиентским и включается в электропроводку здания, который питается от данного ТП.
- Скорость передачи данных по линиям низкого напряжения – до 5 Мб/с.

Принципы организации BPL-сетей

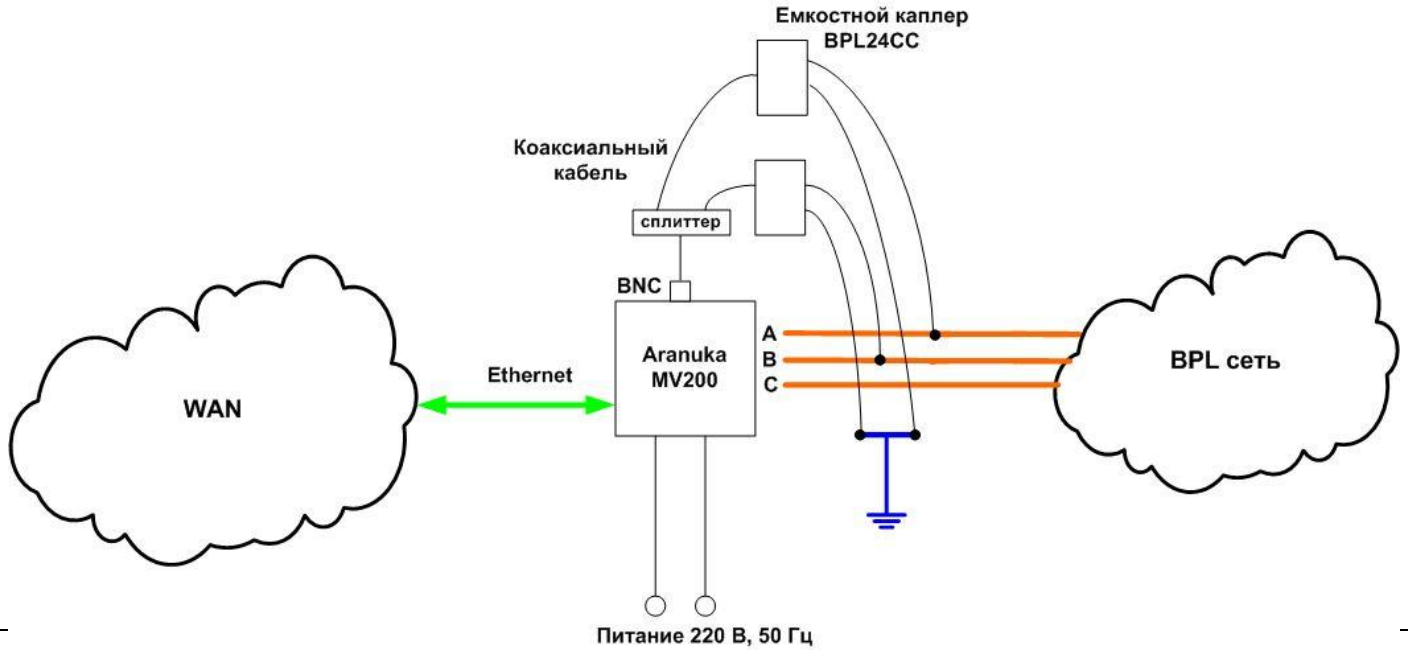
- Разные типы линий электропередач требуют разного типа инжекции сигнала в линии среднего напряжения.
- В кабельных линиях ёмкостной каплер присоединяется к токопроводящей жиле и броне кабеля. В этом случае электромагнитная волна распространяется между жилой и экраном кабеля.



Принципы организации BPL-сетей

- 2. В воздушных линиях для инжекции сигнала используется два каплера – они подсоединяются к разным фазам, а с модемом соединяются с помощью коаксиального разветвителя – сплиттера.

В этом случае электромагнитная волна распространяется между двумя фазами.



Стандартизация технологии

- В 2000 году крупнейшие игроки рынка телекоммуникаций основали организацию HomePlug Powerline Alliance, которая занимается разработкой и стандартизацией оборудования для передачи данных по электропроводке.
- В настоящий момент ее членами являются Cisco, Qualcomm, Broadcom, General Electric, Sony, LG, Huawei и многие другие всемирно известные корпорации.
- Первые наработки базировались на и без того пригодной к массовому использованию технологии PowerPacket компании Intellon, одного из участников альянса.

Стандартизация технологии

- Благодаря этому уже в 2001 году был представлен общепринятый стандарт **HomePlug 1.0** с пиковой скоростью передачи данных 14 Мбит/с; на практике же скорость была заметно ниже из-за высоких накладных расходов на служебные данные.
- Чуть позже появилась модификация **HomePlug 1.0 Turbo** с возросшей до 85 Мбит/с пиковой пропускной способностью, которая благодаря сравнительно невысокой цене да сих пор применяется наравне с более поздними стандартами.
- В 2005 году на смену **HomePlug 1.0** пришел стандарт HomePlug AV с пиковой скоростью 200 Мбит/с (на практике- около 80 Мбит/с), что сделало его вполне пригодным для IP-телефонии и просмотра онлайн-видео высокого разрешения.
- В настоящее время близятся к завершению работы по стандартизации нового поколения устройств для передачи данных по электросетям —**HomePlugAV2**. Пиковая пропускная способность этого стандарта может достигать 1 Гбит/с, реальная же скорость составляет около 600 Мбит/с.

ПОЧЕМУ PLC?

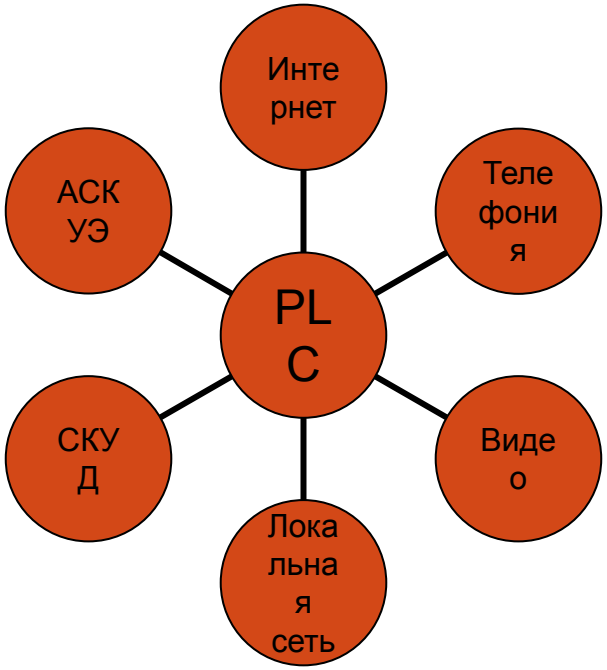
Технология **Powerline communications (PLC)** позволяет, используя уже существующую электрическую проводку здания**,** построить компьютерную сеть с доступом в Интернет, установить систему видеонаблюдения, провести автоматизацию предприятия или дома. Сетевые устройства стандарта **HomePlug** используют 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).

Основные достоинства: нет необходимости в проводке специальных сетевых коммуникаций; компьютеры не "привязаны" к сетевым разъемам, их можно разместить в любом месте, где есть розетка электропитания. 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 DES, 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.

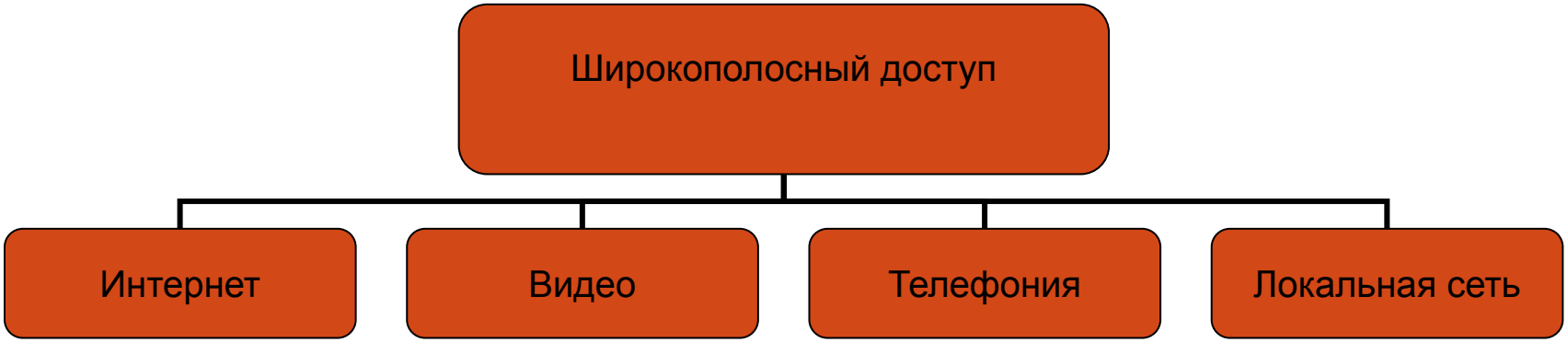
КОМУ НУЖНЫ ТЕХНОЛОГИИ PLC?

- Интернет провайдеры
- Энергетические компании
- Охранные организации
- Телефонные компании
- Предприятия
- Частные пользователи

ПРИМЕНЕНИЕ PLC ТЕХНОЛОГИИ



ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ДОСТУП
ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ



ПРИМЕНЕНИЕ PLC ТЕХНОЛОГИИ

- Для обеспечения безопасной передачи электроэнергии и для стабильной эксплуатации сетей и оборудования необходимо достижение оптимального баланса между предложением электроэнергии и её потреблением.
- Таким образом, крайне важно обладать точными, оперативными данными, о производстве энергии, а также иметь возможность контролировать и автоматически управлять ее последующим использованием. Чтобы интеллектуальные сети (Smart Grid) и интеллектуальный учет (Smart Metering) стали реальностью, необходимо иметь мощную коммуникационную платформу, которая способна передавать информацию о состоянии энергосистемы в режиме реального времени. Эта платформа должна:
- - иметь IP-основу,
- - быть высокоскоростной,
- - обеспечивать безопасную передачу данных.

Основные области применения PLC-систем:

- техническое оснащение электрических систем при комплексной автоматизации объектов электроэнергетики;
- удаленный сбор и передача информации о потреблении энергоресурсов со счетчиков (электроэнергии, воды, тепла, газа и пр.);
- удаленное управление подачей энергоресурсов потребителю;
- включения в состав автоматизированных систем телемеханики;
- создания цифровых каналов связи на основе силовых линий электропередач для доступа в Интернет, IP-телефонии, видеонаблюдения, охранной и пожарной сигнализации.

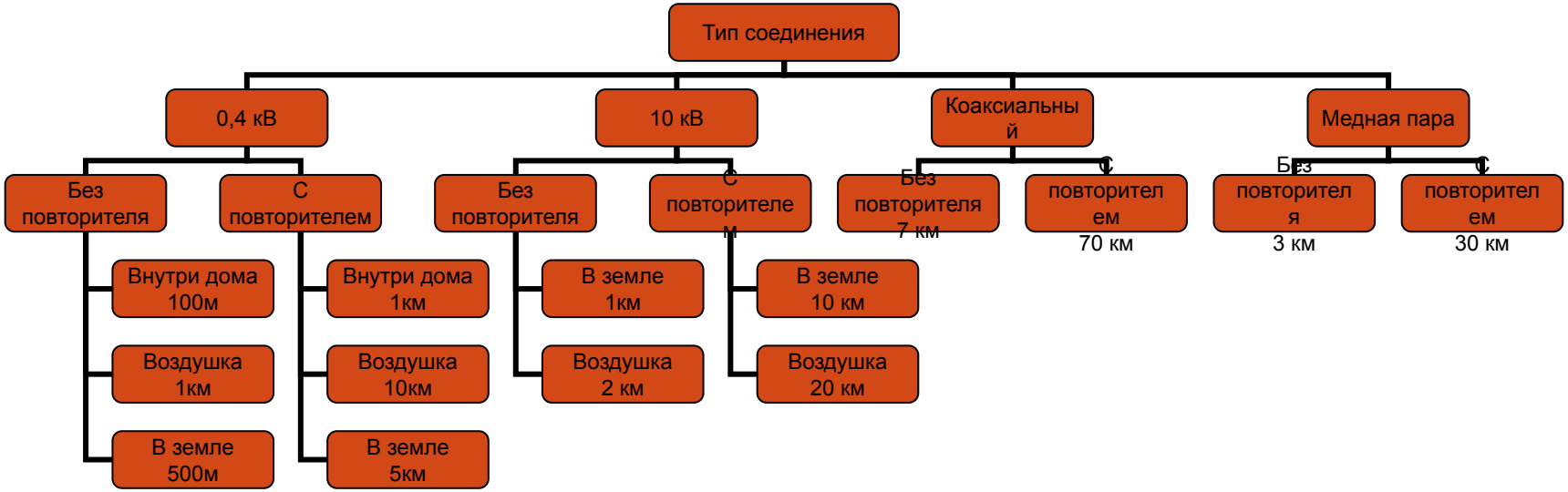
Телемеханика

- **Телемеханика** — отрасль науки и техники, охватывающая теорию и технические средства контроля и управления объектами на расстоянии с применением специализированных преобразований сигналов для эффективного использования каналов связи[1].
- Телемеханика выполняет функции управления режимами работы единой энергосистемы и обеспечение ее надежного функционирования и устойчивого развития.
- Телемеханика должна отвечать серьёзным требованиям к системам обмена технологической информацией.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

	Классич. Ethernet	**PowerLine**	**HomePNA**	**Wi-Fi**
Тип передающей среды	витая пара, оптика	электрическая проводка	телефонная проводка	радиоэфир
Макс, скорость, Мб/с	100	200	200	54
Дальность, м	100	500	600	100
Достоинства	высокая скорость, недорогое оборудование	инсталляционные работы не нужны	высокая скорость, не нужен Ethernet-кабель	инсталляционные работы не нужны
Недостатки	установка розеток и прокладка кабеля	необходимо создавать сеть на одной фазе	часто требуется установка дополнительных розеток	мертвые зоны в радиопокрытии, необходима настройка безопасности

РАССТОЯНИЯ


Тип соединения
0,4 кВ
10 кВ
Коаксиальный
Медная пара
Без повторителя
С повторителем
Без повторителя
С повторителем
Без повторителя 7 км
С повторителем 70 км
Без повторителя 3 км
С повторителем 30 км
Внутри дома 100м
Воздушка 1км
В земле 500м
Внутри дома 1км
Воздушка 10км
В земле 5км
В земле 1км
Воздушка 2 км
В земле 10 км
Воздушка 20 км

ЭКОНОМИЯ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ

- Отсутствие затрат на строительство, прокладку и дальнейшее обслуживание каналов и линий связи. Актуально с учетом существующей высотной застройки и инфраструктуры современных городов.
- Отсутствие затрат для получения дополнительных разрешений и сертификатов на использование радиочастот
- Отсутствие затрат на дополнительные устройства, обеспечивающие качественную работу оборудования
- Отсутствие затрат на аренду каналов связи
- Отсутствие затрат на обучение персонала

ЭКОНОМИЯ ВРЕМЕНИ

- Простота монтажа, установки и настройки PLC оборудования существенно сокращает сроки ввода в эксплуатацию сети передачи данных
- Универсальное оборудование для любых систем локального сбора информации
- Небольшие габариты позволяют использовать оборудование в спроектированных выкатных ячейках, а также шкафах телеметрии
- Возможность построения сети любой топологии с практически не ограниченным количеством абонентов (65536 адресов – один модем)
- Оборудование унифицировано для установки в сетях с различным напряжением

Преимущества

- Можно использовать любые другие провода, в том числе и контактные сети электротранспорта и метро.
- Сеть PLC можно забрать с собой и перенести в другое место.
- Перед установкой на объекте сеть можно настроить в буквальном смысле на столе.
- Оперативность при развертывании сети передачи данных - электрические провода есть везде.
- Не требуется регистрация оборудования как радиочастотного, хотя мощность передатчика 75 мВт и это создает уровень помех выше допустимых норм ГОСТ по ЭМС.
- В случае, если каким-то образом есть влияние на какие-то частоты, в PLC-оборудовании предусмотрен механизм подавления сигнала в заданном диапазоне.

НАДЕЖНОСТЬ

- **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 (устройство присоединения – 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%

Не требует технического обслуживания в процессе эксплуатации!

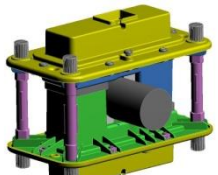
Недостатки

- Пропускная способность сети по электропроводке делится между всеми ее участниками.
- Иногда требуются специальные совместимые сетевые фильтры и ИБП. Через многие сетевые разветвители-фильтры сигнал может существенно ослабляться.
- На качество, скорость и надежность связи оказывают отрицательное влияние электробытовые приборы (энергосберегающие лампы, импульсные блоки питания, зарядные устройства, выключатели освещения и т.п. и т.д.) - снижение скорости от 5 до 50%.
- На качество, скорость и надежность связи оказывает отрицательное влияние исполнение/топология/качество электропроводки, тип/режим/мощность бытовых электроприборов и устройств, наличие скруток (снижение скорости до полного пропадания).
- Уязвима для сигналов от радиопередающих устройств коротковолнового (КВ) диапазона, в том числе и Любительской службе радиосвязи.

Недостатки

- Не может серьезно рассматриваться как надежная технология передачи данных из-за уязвимости к помехам из общих электросетей и несоответствия нормам по Электромагнитной совместимости как по приему (уязвимость к помехам из электросети, сигналам КВ передатчиков), так и по передаче сигналов (создание помех в электросеть и КВ приемникам).
- Создает помехи в коротковолновом диапазоне, что особенно чувствительно для Любительской службы радиосвязи (ЛСР), учитывая что ЛСР использует КВ частоты исключительно на официальной и разрешительной основе в государственных органах, ЛСР имеет безусловный приоритет перед PLC.

ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

	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 сопротивление 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

ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

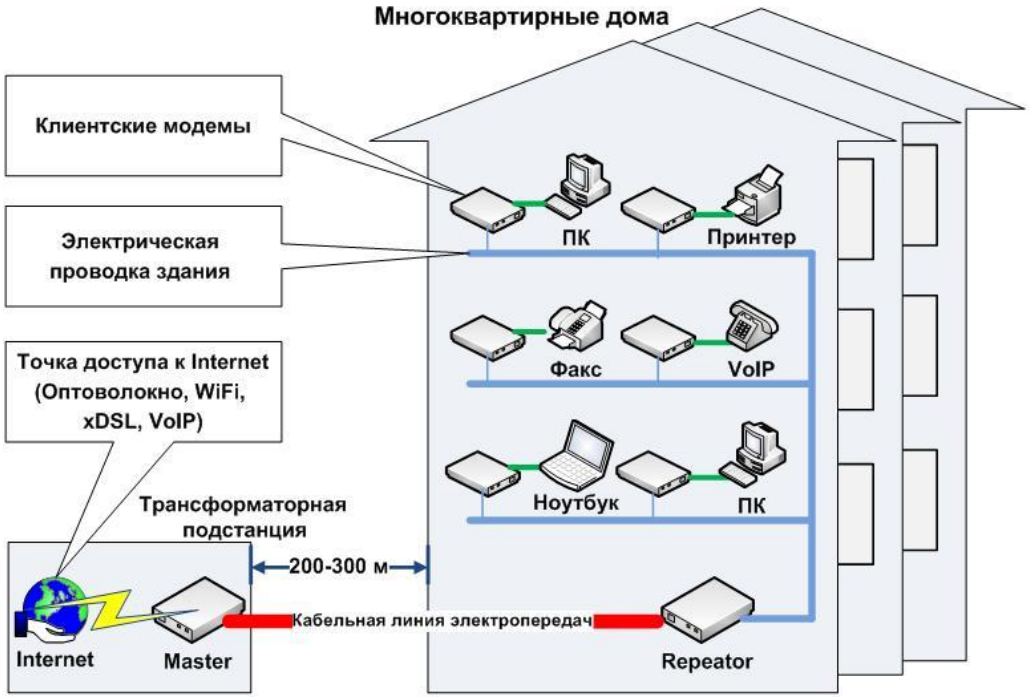
1. Интернет (Локальная сеть)

Вариант №1.

- Расстояние от ТП до Дома 200 м.
- Тип кабеля - алюминий

В ТП устанавливаем Магистральное оборудование. В Доме в каждом подъезде устанавливаем повторители.

В квартирах устанавливаем Клиентское оборудование.



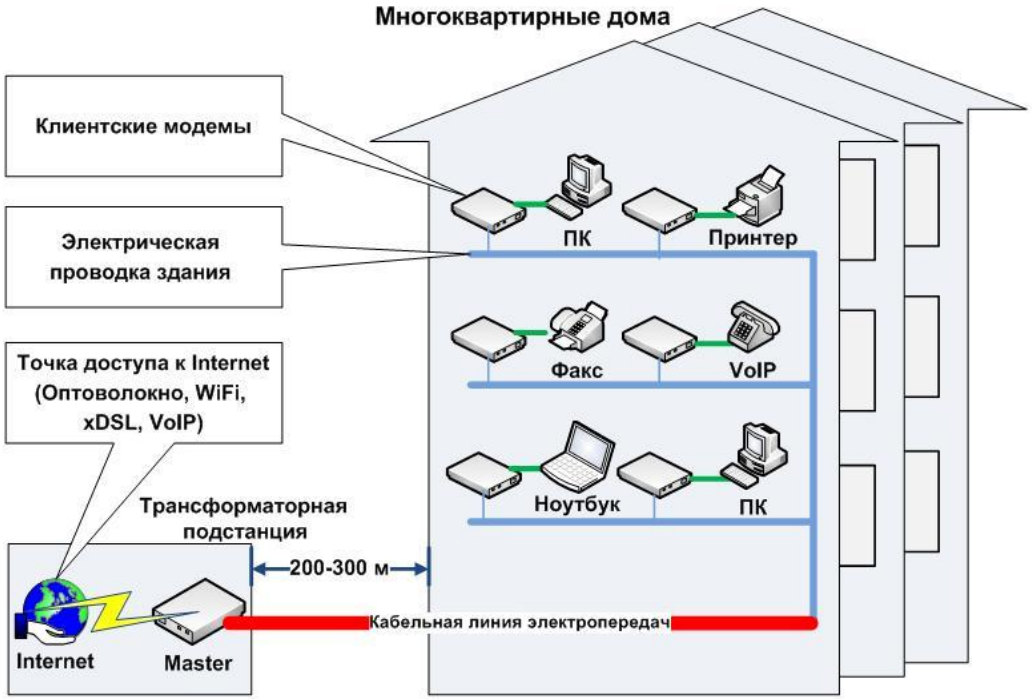
ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

Вариант №2.

- Тип кабеля - медь

  В ТП устанавливаем Магистральное оборудование.

  У клиентов устанавливаем Клиентское оборудование.

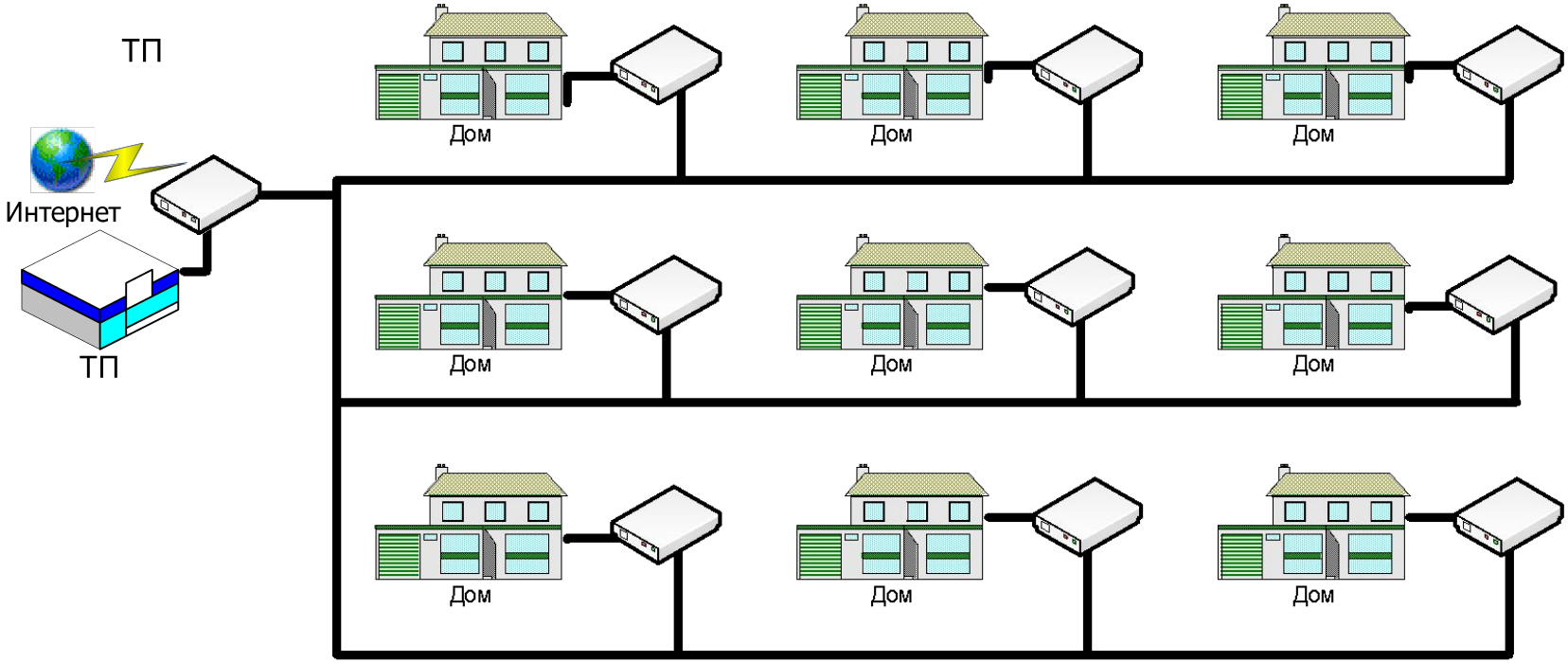


ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

Вариант № 3

Коттеджный поселок

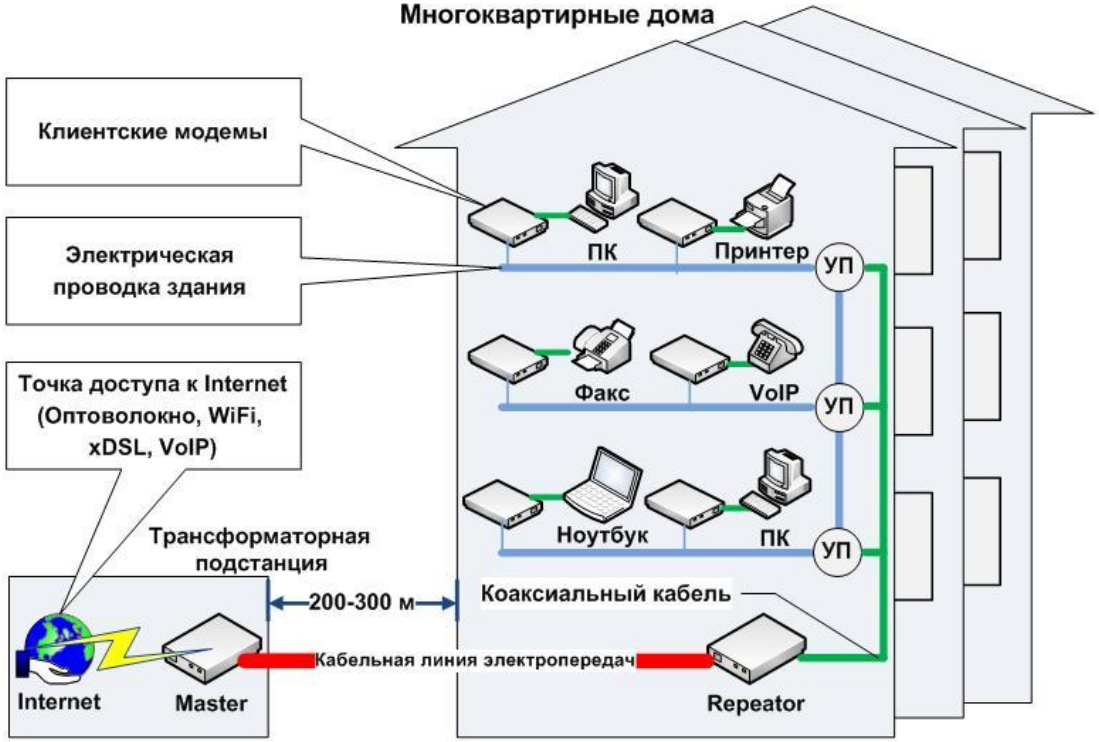
В ТП устанавливаем Магистральное оборудование. В домах устанавливаем Клиентские PLC модемы.



ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

Вариант № 4.

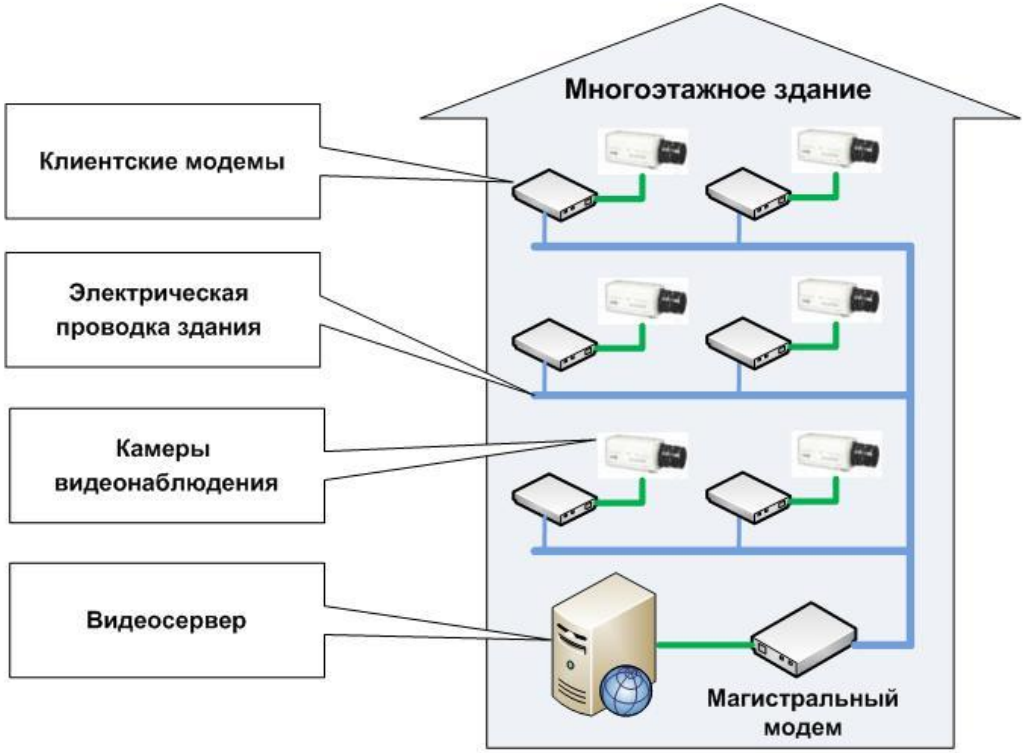
Как оптимальный вариант прокладки Интернет - линии внутри дома предлагается смешанный PLC-коаксиальный вариант, который обеспечивает большую скорость и помехозащищенность передачи информации



ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

2. Видеонаблюдение

- Сервер: видеосервер и магистральное оборудование.
- Для подключения каждой камеры видеонаблюдения потребуется модем TL-200WM.



ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

3. Связь на ж/д

1) Кол-во пользователей 20, сервер-1. В вагонах присутствует радио линия.

Магистральное оборудование:

- магистральный PLC модем

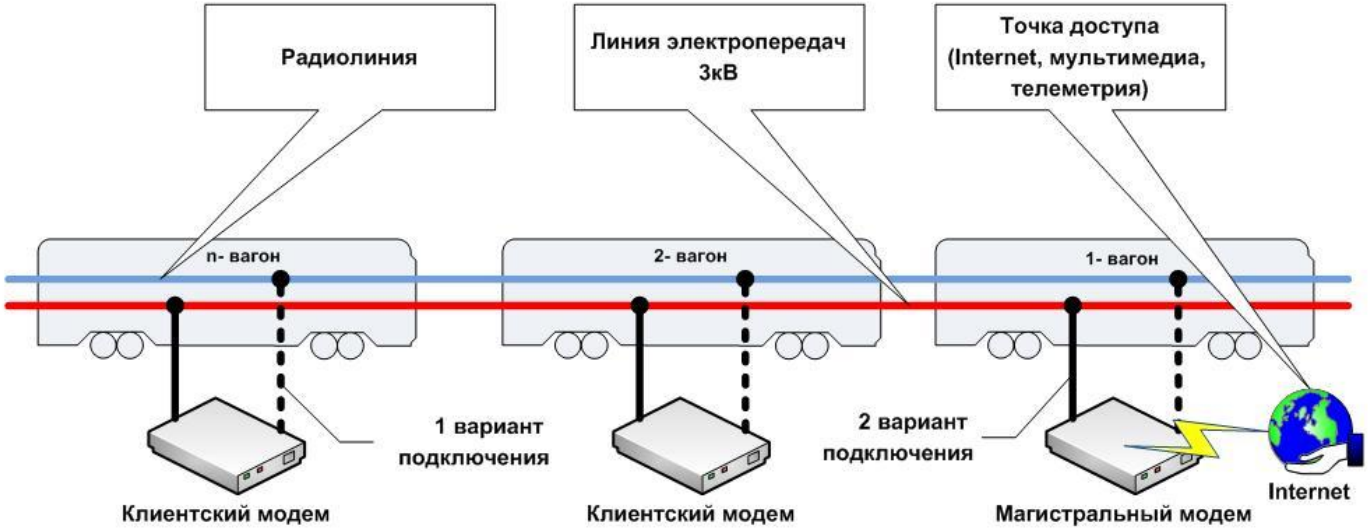
У пользователей клиентские модемы TL-200 WM

2) Кол-во пользователей 20, сервер-1. Линия 3 кВ

Магистральное оборудование:

- индуктивное УП (устройство присоединения)
- магистральный PLC модем

У пользователей устанавливаем клиентское оборудование - TL-200 WM



ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

4. Интернет, телевидение, телефон.

Задача: Предоставить пользователям коттеджного поселка Интернет, телефонию, телевидение.

Точка доступа находится в КПП. Кол-во пользователей -100.

Решение: В КПП устанавливаем клиентский модем.

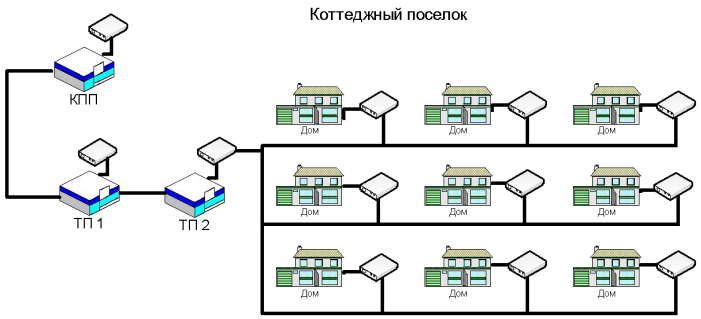
В ТП-1 устанавливаем магистральное оборудование.

В ТП-2 устанавливаем: магистральное оборудование.

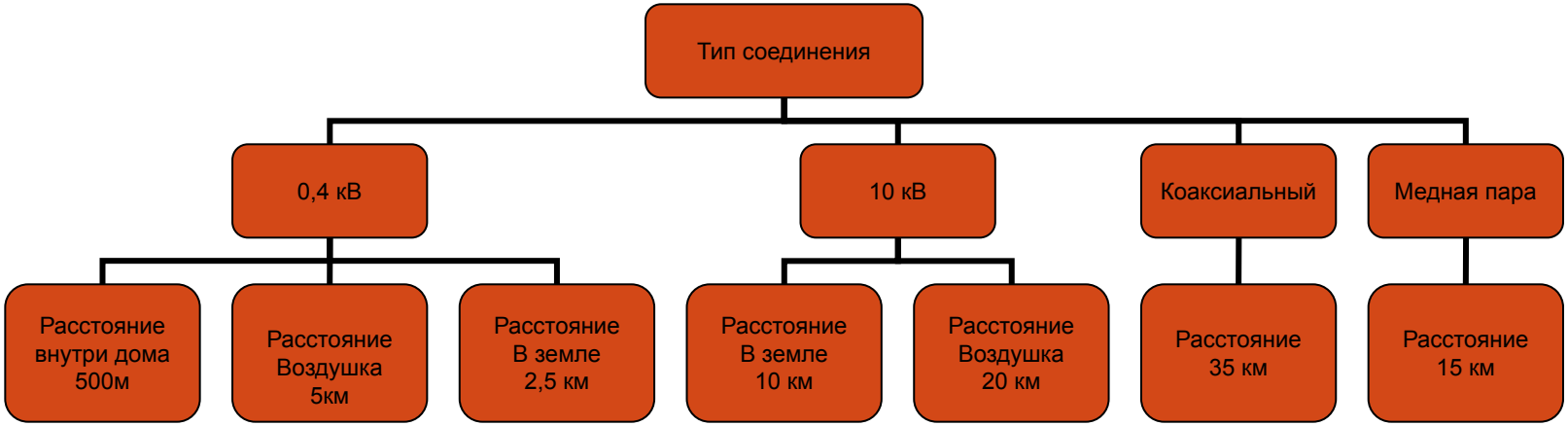
Клиентская часть:

Устанавливаем клиентский PLC модем

TL-200 WM.



УЗКОПОЛОСНЫЙ ДОСТУП



ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕИЯ

- АСУТП (SCADA) Автоматизированная система управления технологическими процессами
- АСКУЭ Автоматизированная система контроля и учета энергоресурсов
- СКУД Система контроля и управления доступом

1. Система видеонаблюдения
2. Охранно-пожарная сигнализация
3. Контроль доступа
4. Учет рабочего времени
5. Умный дом
6. Видеодомофон
7. Система безопасности

ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

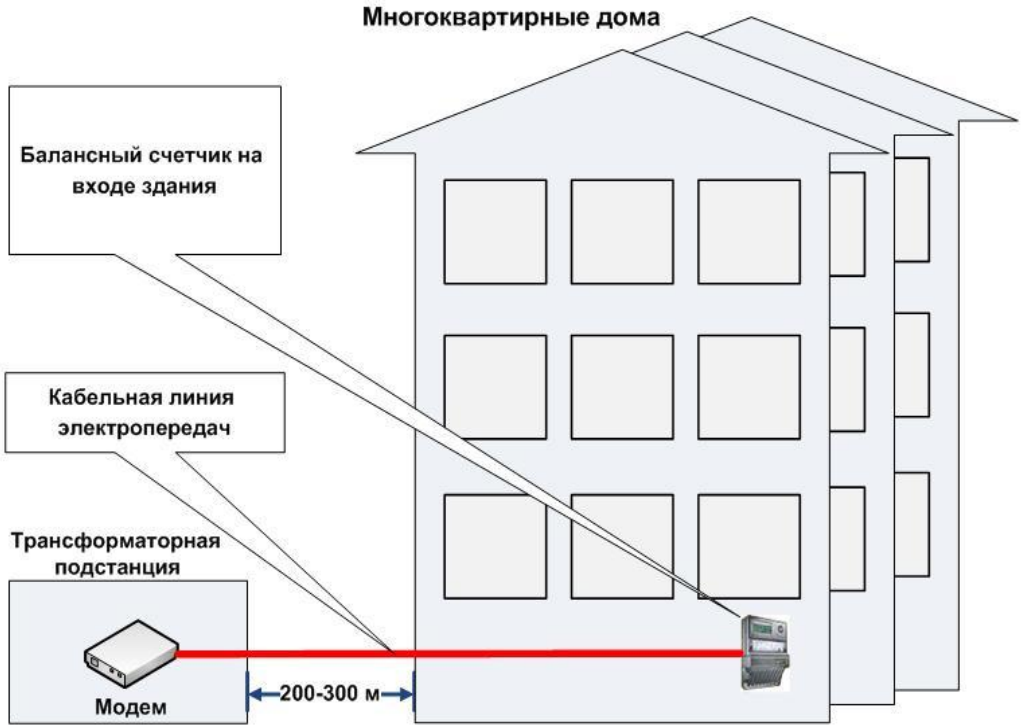
1.Сбор данных с электросчетчиков

Вариант №1

Предлагаем создать сбор данных с электросчетчиков по электрической сети многоквартирного дома.

Предлагаемое оборудование:

- Магистральный модем
- Балансный счетчик на весь дом



ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

Вариант №2

Предлагаем создать передачу данных по электрической сети многоквартирного дома.

Предлагаемое оборудование:

- Магистральный модем
- PLC счетчик

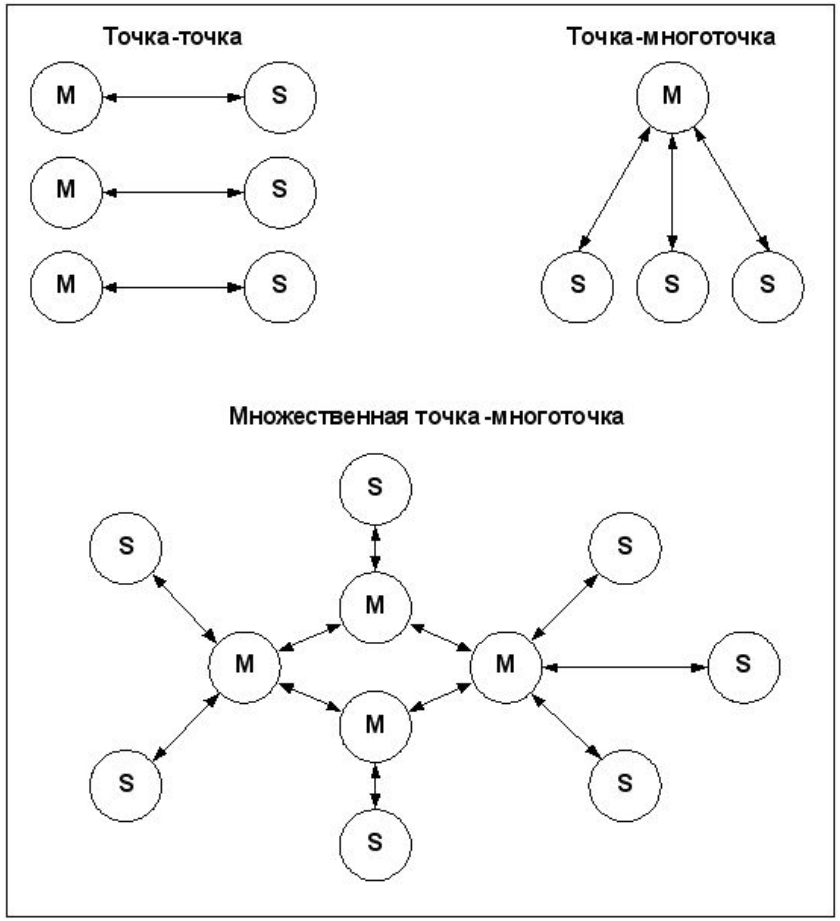
НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Во всех рассмотренных примерах построения сети на базе технологии PLC идеально подходит модем DYNAMIX PL-U.

Особенности модема DYNAMIX PL-U:

- совместим с HomePlug PowerLine Alliance v1.0
- встроенный QoS и коррекция ошибок
- устройство полностью готово к работе, без особого конфигурирования
- скорость передачи данных по силовому электрокабелю кабелю - 12 Mbps
- для большей надежности и безопасности используется кодирование с ключом 56-бит
- динамически адаптируется к характеристикам кабеля, для обеспечения наивысшей скорости передачи данных.

АРХИТЕКТУРА СЕТИ



ТОЧКА-ТОЧКА

Простая система. Обычно состоит из специализированного RS-232 порта для последовательной связи между устройствами. Конфигурацию “последовательный интерфейс данных” лучше всего Формировать прозрачно так, чтобы каждое связанное устройство "думало", что присоединено к RS-232 последовательным кабелем. Несколько устройств, подключенных последовательно для единичного ресурса по RS-232, типа принтера или модема, могут конфликтовать и иметь исключительное использование ресурса, пока подключение не занято в течение выбираемого периода прерывания. Для устройств разделяющих один ресурс, этот фактор называют конфликтом портов множественной архитектуры.

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.

Эта микропрограммная версия является удобной для интеграции микропроцессора с оборудованием находящимся в эксплуатации, обеспечивая прозрачность, по отношению к существующим протоколам, и позволяет хосту, не поддерживающему специальные сетевые драйвера и программное обеспечение, типа индустриального программируемого логического контроллера, быть частью PLC сети.

Последовательный интерфейс микропрограммных средств соответствует высоким технологиям и высоким потребительским оценкам, может использоваться в реальных клиентских окружающих условиях, например, в коммерческом или индустриальном применении, в коммуникациях типа PC-PC или в других применениях RS-232, требующих единого “жесткого” канала связи.

ТОЧКА-МНОГОТОЧКА

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.

МНОЖЕСТВЕННАЯ ТОЧКА-МНОГОТОЧКА

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. Дополнительная гибкость последовательного потока микропрограммных средств позволяет организовать одноранговые и многоранговые сети с топологией точка-многоточка. Поток данных, отправленных микропроцессором одного узла, получает микропроцессор второго