

Радиомодемы PROMODEM WiFi, ZigBee и RF на 433, 868 или 2400 МГц для беспроводного Modbus-опроса без абонентской платы и оформления разрешений



Радиомодемы PROMODEM RF, ZigBee и WiFi позволяют объединить контроллеры, УСПД, датчики и счетчики с интерфейсом RS-485 или RS-232 в персональную беспроводную сеть промышленного интернета вещей. Без абонентской платы, оформления специальных разрешений и лицензий. Промышленные радиомодемы PROMODEM RF, ZigBee и WiFi работают в нелицензируемых частотных диапазонах 433 МГц, 868 МГц, 2,4 ГГц и позволяют организовать беспроводной опрос контроллеров или счетчиков на расстоянии в несколько километров, в частности, в условиях плотной городской застройки. Поддерживается опрос в протоколе Modbus, а также в любых других открытых или проприетарных протоколах.

ООО «Аналитик-ТС», г. Москва

Замена проводной шины RS-485 (RS-232) на беспроводные каналы опроса без абонентской платы

Если ваши устройства – контроллеры или счетчики электроэнергии – удалены друг от друга и от диспетчерского центра на километры, то для беспроводного доступа к ним используйте модемы PROMODEM GSM и LTE. Они обеспечат опрос удаленных устройств через интернет, доступ в который предоставляет сотовый оператор.

В настоящей статье описаны варианты беспроводного опроса устройств без услуг сотовых операторов и на более компактных территориях (промзона, порт, кусты нефтегазовой и насосной автоматики, коттеджные поселки и т. п.), а также решения для опроса счетчиков и контроллеров внутри здания: завода, склада, офисного или торгового центра.

Действительно, если ваши устройства размещены в десятках или сотнях

метров друг от друга и от диспетчерского центра, тогда нет смысла переплачивать за трафик, гораздо эффективней объединить их в свою персональную беспроводную радиосеть, подключив к ним вместо проводной шины RS-485 радиомодем (беспроводной радио-конвертер RS-485) PROMODEM RF, ZigBee или WiFi.

Персональные промышленные радиосети на базе модемов PROMODEM позволят отказаться от проводов незаметно для ваших устройств – slave-контроллеров или счетчиков электроэнергии, обеспечив их беспроводной опрос через ваш центральный master-контроллер или диспетчерскую программу на компьютере.

Ваш центральный master-контроллер или диспетчерская программа на компьютере тоже «не заметят» перехода с проводного опроса на беспроводной:

► к центральному master-контроллеру или компьютеру с программой

опроса, а также к slave-контроллерам или приборам учета на объектах подключаются радиомодемы PROMODEM RF, ZigBee или WiFi (с ан-



Рис. 1. Радиодлинитель RS-485 (RS-232) на 433, 868 или 2400 МГц – модем PROMODEM

тенной) по интерфейсу RS-485 или RS-232;

► полный беспроводной аналог проводной шины RS-485 (RS-232) с поддержкой опроса по протоколу Modbus (RTU или TCP), а также любых других открытых или проприетарных протоколов. Ваши контроллеры или приборы учета будут работать так, как будто они до сих пор связаны друг с другом проводной шиной RS-485 или RS-232.

Все модемы PROMODEM оснащены интерфейсом RS-485 / RS-232 для подключения контроллеров, счетчиков или датчиков, а также встроенным источником питания с гальваноразвязкой (рис. 1) для подключения к питающим напряжениям ~220 В (вариант AC) или =24 В (вариант DC).

Модемы PROMODEM оснащены креплением на DIN-рейку и комплектными винтовыми клемниками для удобного подключения к оборудованию и питанию на объекте. Рабочая температура от -40 до +70 °С позволяет устанавливать модемы в неотапливаемых помещениях или прямо в шкафах на улице. Гарантийный срок на все модемы PROMODEM составляет 5 лет.

Работа в нелицензируемом радиочастотном диапазоне без оформления разрешений

Для беспроводного обмена данными во всем мире существуют так называемые нелицензируемые радиочастотные диапазоны. В Российской Федерации на основании решения ГКРЧ при Мининформсвязи России от 07.05.2007 № 07-20-03-001 «О выделении полос радиочастот устройствам малого радиуса действия» (срок действия продлен до 01.05.2027 решением ГКРЧ № 17-40-06-3) для этих целей среди прочих выделены частотные диапазоны 433,075–434,750 МГц, 868,7–869,2 МГц, а также 2400–2483,5 МГц.

Радиомодемы PROMODEM RF, ZigBee и WiFi, работающие в указанных частотных диапазонах, могут эксплуатироваться совершенно бесплатно, без оформления отдельных решений ГКРЧ и разрешений на использование радиочастот или радиочастотных каналов для каждого конкретного пользователя. Радиомодемы PROMODEM позволяют соблюсти требования по излучаемой мощности для эксплуатации без оформления разрешений,

обеспечивая при этом беспроводной опрос контроллеров или приборов учета (имеющих интерфейс RS-485 или RS-232) на расстоянии в несколько километров, в частности, в условиях плотной городской застройки. При этом имеется возможность дополнительно увеличить мощность радиомодемов PROMODEM для компенсации потерь в антенном кабеле.

Радиомодемы PROMODEM диапазона 2,4 ГГц можно разбивать на независимые подсети через настройку номера канала или ID сети. Радиомодемы PROMODEM RF-433 и RF-868 работают на одном канале (434,125 МГц и 869,125 МГц соответственно), поэтому для снижения вероятности наложения передачи пакетов от разных устройств в них предусмотре-

рена возможность включения режима LBT (проверка качества канала перед отправкой каждой посылки в эфир).

Перевод вашего master-контроллера на беспроводной опрос через радиомодемы PROMODEM RF (433, 868 или 2400 МГц) или Broadcast PROMODEM ZigBee

Если в качестве опрашиваемого устройства вы используете master-контроллер (RS-485), а не компьютер с диспетчерской программой, то для замены проводной шины RS-485 между ним и кустом slave-контроллеров (или приборов учета) рекомендуем широковещательные модемы PROMODEM RF и Broadcast PROMODEM ZigBee.

Радиомодемы PROMODEM RF оснащены клеммной колодкой и просто,

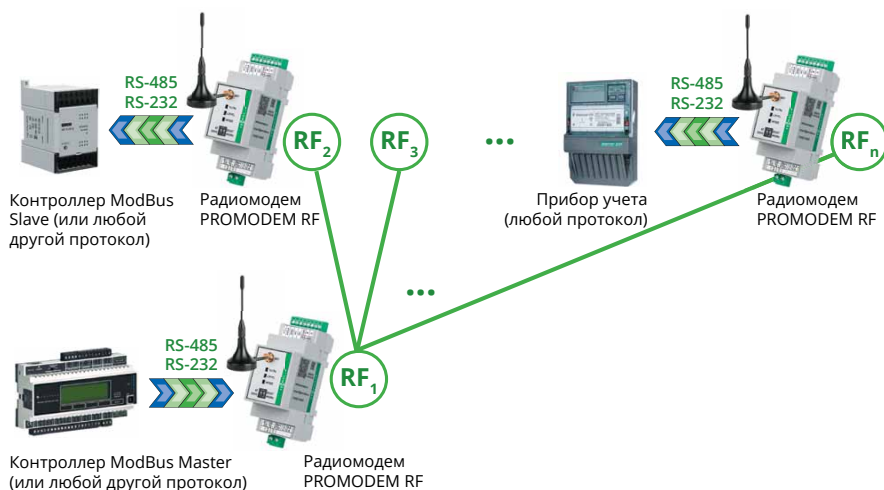


Рис. 2. Беспроводная широковещательная трансляция запросов от master-контроллера и прием ответов от slave-контроллеров или приборов учета по радиоканалу через радиомодемы PROMODEM RF (433, 868 или 2400 МГц)

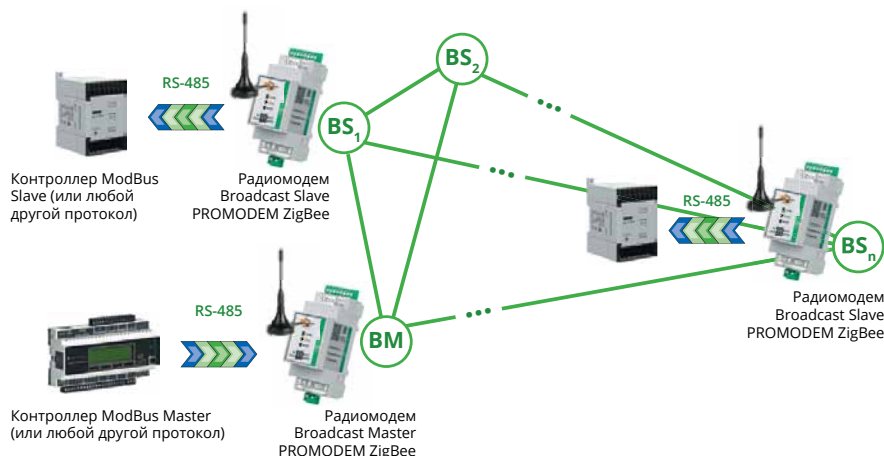



Рис. 3. Автоматическая ретрансляция запросов и ответов между модемами mesh-сети ZigBee при широковещательном опросе через центральный радиомодем Broadcast Master PROMODEM ZigBee (BM) удаленных или труднодоступных slave-объектов, подключенных к оконечным радиомодемам Broadcast Slave PROMODEM ZigBee (BSn)

Таблица 1. Сравнительная таблица радиомодемов PROMODEM RF и Broadcast PROMODEM ZigBee

Модем PROMODEM	Рекомендуемые условия применения радиодлинителя RS-485 / RS-232 для опроса контроллеров, счетчиков и датчиков	Допустимая мощность без разрешения	Максимальная мощность, дальность и чувствительность	Встроенный блок питания с гальваноразвязкой
Модем Broadcast Master ZigBee-485-AC Модем Broadcast Slave ZigBee-485-AC	Для опроса slave-объектов вне прямой видимости с центральным master-контроллером, но при этом расположенных таким образом, что каждое из slave-устройств находится в прямой видимости с соседним. Каждый ZigBee-модем является ретранслятором, что обеспечивает в mesh-сети ZigBee автоматическое построение альтернативных маршрутов передачи запросов и ответов: от центрального master-контроллера до удаленных slave-объектов через цепочку ZigBee-модемов	20 дБм (100 мВт)	18 дБм (63 мВт) обеспечивает дальность до 4 км между модемами. Чувствительность -102 дБм	~220 В (85...264 В AC)
Модем Broadcast Master ZigBee-485-DC24G Модем Broadcast Slave ZigBee-485-DC24G				=24 В (18...36 В DC)
Модем PROMODEM RF-2400M-485/232-AC	Для опроса объектов на расстояниях 1–2 км с прямой видимостью или несущественными преградами. Работает в свободном от других радиоприборов (433, 868, LoRaWAN) диапазоне, в частности, на каналах, не перекрывающихся Wi-Fi. Подходит для потоковой передачи данных со скоростью до 2 Мбит/с	20 дБм (100 мВт). Имеется возможность установки 23 дБм (200 мВт) для компенсации потерь в антенном кабеле	Более 100 мВт требует разрешения. 27 дБм (500 мВт) обеспечивает дальность до 5 км. Чувствительность -132 дБм	~220 В (85...264 В AC)
Модем PROMODEM RF-2400M-485/232-DC24G				=24 В (18...36 В DC)
Модем PROMODEM RF-868M-485/232-AC	Для опроса объектов, распределенных внутри плотной городской застройки. При этом должно соблюдаться требование ГРЧ по 10%-ной загрузке канала в рамках рабочего цикла: период опроса минимум в 10 раз больше, чем длительность излучения (то есть непосредственно опроса) в радиоканале. 	20 дБм (100 мВт): шаг настройки мощности в модеме 10/20/50/158 мВт. Имеется возможность установки 22 дБм (158 мВт) для компенсации потерь в антенном кабеле	22 дБм (158 мВт), обеспечивает дальность до 5 км. Чувствительность -147 дБм	~220 В (85...264 В AC)
Модем PROMODEM RF-868M-485/232-DC24G	Либо альтернативное условие: в модеме должен быть включен режим прослушивания канала перед излучением (☑ LBT). Это требуется, в частности, для корректной совместной работы с сетями LoRaWAN 868 МГц, которые могут эксплуатироваться в этой же местности			= 24 В (18...36 В DC)
Модем PROMODEM RF-433M-485/232-AC	Модемы с хорошей проникающей способностью для опроса объектов внутри одного здания с большим числом бетонных и кирпичных перекрытий или группы зданий. Работа модема в городских условиях может быть осложнена загруженностью диапазона 433 МГц или его подавлением глушилками	13 дБм (20 мВт). Имеется возможность установки 17 дБм (50 мВт) для компенсации потерь в антенном кабеле	Более 20 мВт требует разрешения. 22 дБм (158 мВт), обеспечивает дальность до 7 км. Чувствительность -147 дБм	~220 В (85...264 В AC)
Модем PROMODEM RF-433M-485/232-DC24G				=24 В (18...36 В DC)
Модем PROMODEM RF-433L-485/232-AC	Модемы для опроса на расстоянии более 5 км, в том числе без прямой видимости, вне населенных пунктов. Требуют оформления разрешения. Работа модема в городских условиях может быть осложнена загруженностью диапазона 433 МГц или его подавлением глушилками	Эксплуатация модема требует получения разрешения даже при работе на минимальной настройке мощности	33 дБм (2 Вт) требует разрешения и обеспечивает дальность до 16 км. Чувствительность -128 дБм	~220 В (85...264 В AC)
Модем PROMODEM RF-433L-485/232-DC24G				=24 В (9...36 В DC)

под винт, подключаются к интерфейсам RS-485 контроллеров, которые продолжают опрос так, как будто до сих пор соединены проводной шиной. Только не забудьте выставить в вашем master-контроллере значение таймаута на ожидание ответа 1,5–2 секунды с учетом задержек в радиоканале (рис. 2).

Выбор модема под ваш проект будет определяться следующими соображениями.

Если между антеннами центрального и оконечных модемов есть прямая видимость при расстоянии не более 1–2 км, то лучше использовать модемы PROMODEM RF-2400M, так как они работают в свободном от других радиоприборов (433, 868, LoRaWAN) диапазоне 2400 МГц, в том числе на каналах, не перекрывающихся Wi-Fi-сетями (табл. 1).

При наличии существенных препятствий или в условиях плотной го-

родской застройки рекомендуем модемы PROMODEM RF-868M на расстояниях до 5 км между центральным и оконечными модемами (работают в диапазоне 868 МГц).

Для опроса объектов внутри одного здания с большим числом бетонных и кирпичных перекрытий или группы зданий подойдут модемы PROMODEM RF-433M с хорошей проникающей способностью (диапазон 433 МГц).

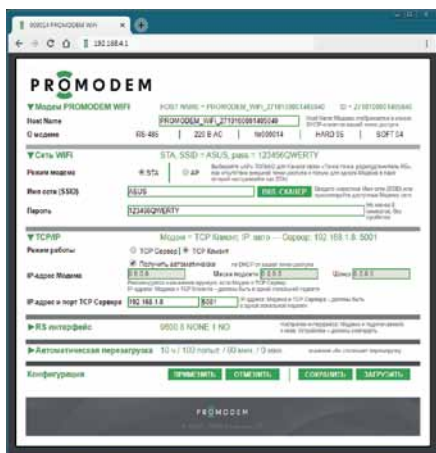


Рис. 5. Веб-интерфейс настройки модема PROMODEM WiFi через браузер

диспетчерской программой (SCADA) по протоколу Modbus TCP.

Вариант сети ZigBee при опросе через программу на диспетчерском компьютере. Если обеспечить Wi-Fi-покрытие на объекте не представляется возможным, персональную сеть можно развернуть на базе модемов PROMODEM ZigBee – маршрутизаторов и координаторов, которые сами организуют сетевую инфраструктуру, без роутеров и базовых станций.

Организуется сеть следующим образом (рис. 6):

- ▶ ваши устройства на объектах подключаются к маршрутизаторам ZigBee по интерфейсу RS-485 (или RS-232);
- ▶ к диспетчерскому компьютеру подключается координатор ZigBee для трансляции опросов из вашей диспетчерской программы в беспроводную сеть ZigBee;
- ▶ при этом каждый маршрутизатор ZigBee является автоматическим ретранслятором для соседних модемов, что обеспечивает опрос слишком удаленных от диспетчерского компьютера устройств: даже если маршрутизатор не видит координатор напрямую, опрос пойдет по автоматически выстроенному маршруту через соседние ZigBee-модемы;

▶ на диспетчерском компьютере устанавливается бесплатная служба данных PROMODEM ZigBeeService (служба Windows, работает в фоновом режиме);

▶ служба данных PROMODEM ZigBeeService выделяет вашей диспетчерской программе отдельные TCP-порты (или виртуальные COM-порты) для адресного опроса ваших устройств и датчиков на объектах;

▶ в отличие от ZigBee-модемов Broadcast-серии, координатор и маршрутизаторы ZigBee обеспечивают именно адресный опрос: запрос получит именно тот модем-маршрутизатор сети, которому он предназначен (а не все модемы, как при широковещательном опросе), что позволяет вести быстрый опрос, с частотой до 1 раза в секунду;

▶ таким образом, как и в случае с сетью Wi-Fi, ваша диспетчерская программа опрашивает каждое удаленное устройство (RS-485/RS-232) или датчик по отдельному TCP-порту (или виртуальному COM-порту).

Примеры реализованных проектов на модемах PROMODEM WiFi и ZigBee:

- ▶ мониторинг кондиционеров в торговых и офисных центрах;
- ▶ мониторинг автоматики в тепличных комплексах;
- ▶ мониторинг температуры в учебных заведениях;
- ▶ съем показаний с приборов на строительном и сельскохозяйственном транспорте.

Радиодлинитель RS-интерфейса «точка – точка» между двумя вашими устройствами

Связать между собой по радиоканалу два устройства (RS-485/RS-232), например master и один slave-контроллер, можно с помощью пары радиомодемов, настроив их в режим «точка – точка». В этом режиме ваша пара устройств обменивается данными друг с другом, не замечая подменного проводного подключения на модемное.

На небольших расстояниях или в зоне действия сети Wi-Fi предприятия используйте пару модемов PROMODEM WiFi. При этом на расстояниях порядка 20 м вы можете обойтись без внешней точки доступа (один из парных модемов PROMODEM WiFi будет выполнять ее роль). Если расстояние между двумя модемами PROMODEM WiFi значительное, используйте внешнюю точку доступа для организации Wi-Fi-покрытия (рис. 7).

На расстояниях в сотни метров, когда отсутствует возможность организовать Wi-Fi-покрытие на объекте, подключите к обоим вашим устрой-

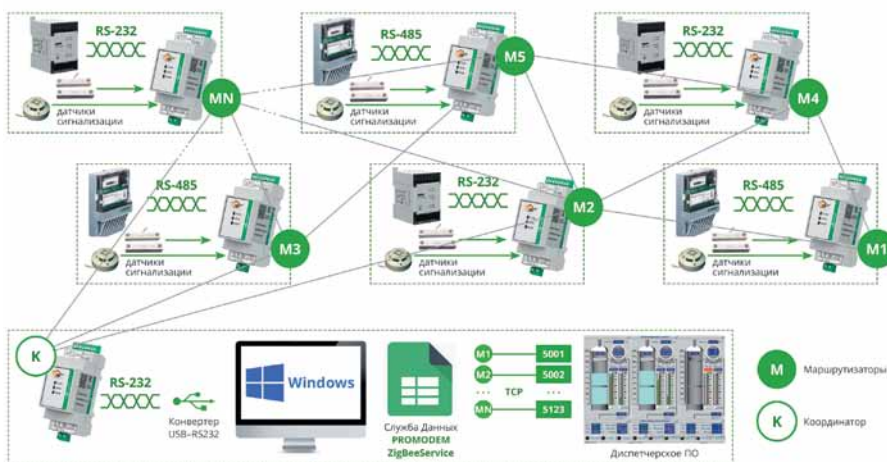


Рис. 6. Беспроводной адресный опрос диспетчерской программой (Windows) каждого устройства или датчика по отдельному TCP-порту с помощью службы данных PROMODEM и ZigBee-модемов: центрального «координатора» (К) на компьютере и конечных «маршрутизаторов» (Мп) на объектах



Рис. 7. Радиодлинитель «точка – точка» RS-485 – RS-485, реализованный с помощью двух Wi-Fi-конвертеров RS-485 PROMODEM WiFi (представлен вариант с внешней точкой доступа, можно и без нее)

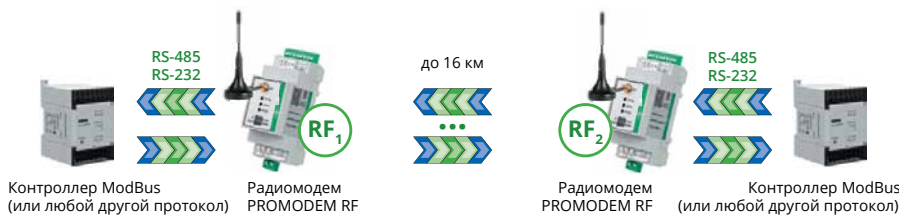


Рис. 8. Радиоудлинитель RS-485 (232) «точка – точка» на базе пары модемов PROMODEM RF (433, 868 или 2400 МГц)

ствам радиомодемы PROMODEM RF (рис. 8) по интерфейсу RS-485 или RS-232 (дополнительное сетевое оборудование не потребуется). При использовании направленных антенн и наличии прямой видимости между ними можно организовать радиосвязь между двумя устройствами на расстоянии в несколько километров.

Такие пары радиоудлинителей «точка – точка» можно разбросать по одному объекту, мешать друг другу они не будут. Пары радиомодемов PROMODEM RF-2400 можно разбивать на независимые подсети через настройку номера канала. Радиомодемы PROMODEM RF-433 и RF-868 работают на одном канале (434,125 и 869,125 МГц соответственно), поэтому для снижения вероятности наложения передачи пакетов от разных устройств в них предусмотрена возможность включения режима LBT (проверка качества канала перед отправкой каждой посылки в эфир).

Примеры реализованных проектов:

- ▶ беспроводное управление зерновым погрузчиком из кабины трактора;
- ▶ частичная замена проводной телеметрии в цехе на беспроводную связь;
- ▶ аналог радиорелейной линии между парой контроллеров RS-485 в горной местности на расстоянии ~10 км с применением зеркальных направленных антенн.

Радиоудлинитель RS-интерфейса «точка – точка» между вашим master-контроллером и удаленным кустом slave-объектов

При значительном удалении центрального Modbus-master-контроллера (или любой другой протокол) от куста slave-контроллеров можно организовать шлюз на базе пары радиомодемов PROMODEM RF-868М (5 км) или RF-433L (16 км) с направленными

антеннами в режиме удлинителя RS-порта (рис. 9).

Запрос от master-контроллера через радиорелейную связь передается на радиомодем PROMODEM RF Master, подключенный к интерфейсу RS-232 дальнего модема-шлюза PROMODEM RF-868М (или RF-433L). Далее этот запрос передается в радиоканале (433, 868 или 2400 МГц) всем радиомодемам PROMODEM RF Slave (1, 2, 3 ... n) и попадает во все ваши slave-контроллеры (1, 2, 3 ... n) на кусте. Ваш slave-контроллер-адресат (в соответствии с адресацией Modbus или любого другого протокола) отвечает, и через подключенный к нему радиомодем PROMODEM RF Slave ответ уходит:

- ▶ в центральный модем PROMODEM RF Master;
- ▶ через RS-232 попадает в модем-шлюз PROMODEM RF-868М (или RF-433L);
- ▶ затем через радиорелейную связь – в парный модем-шлюз PROMODEM RF-868М (или RF-433L);
- ▶ и, наконец, в ваш master-контроллер;
- ▶ master-контроллер ведет опрос так, словно удаленный куст slave-

контроллеров подключен к нему по проводной шине RS-485/232 (с поправкой на задержки в радиоканале).

Радиорелейная связь для покрытия расстояния от master-контроллера до удаленного куста объектов строится на радиомодемах PROMODEM RF с направленными антеннами:

- ▶ до 5 км – пара радиомодемов PROMODEM RF-868М;
 - ▶ до 16 км – пара радиомодемов PROMODEM RF-433L (эксплуатация этих модемов требует получения разрешения в установленном порядке).
- Радиосеть куста объектов строится на модемах PROMODEM RF:
- ▶ RF-2400М, если между модемом PROMODEM RF Master и радиомодемами PROMODEM RF Slave есть прямая видимость на расстоянии 1–2 км;
 - ▶ RF-868М, если между модемом PROMODEM RF Master и радиомодемами PROMODEM RF Slave расположена плотная застройка или лесополоса (но не более 5 км для прямой видимости);
 - ▶ RF-433М, если радиомодемы PROMODEM RF расположены внутри одного здания или группы рядом стоящих построек.

GPRS/LTE-шлюз PROMODEM GSM (LTE) для ретрансляции опроса между вашим master-контроллером и географически удаленным кустом slave-объектов, объединенных в радиосеть на базе модемов PROMODEM RF

При многокилометровом расстоянии между Modbus-master-контроллером (или любой другой протокол) и кустом slave-контроллеров, можно организовать шлюз на базе пары модемов PROMODEM GSM (или

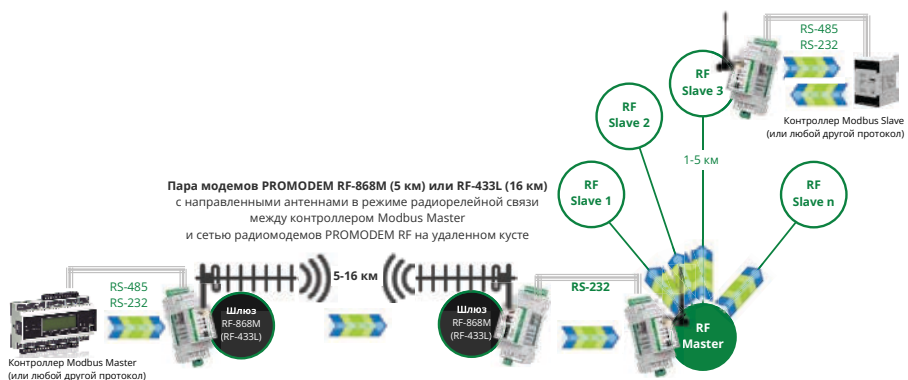


Рис. 9. Радиорелейная связь на модемах-шлюзах PROMODEM RF-868М (до 5 км) или RF-433L (до 16 км) для ретрансляции запросов от master-контроллера в сеть радиомодемов PROMODEM RF (433, 868 или 2400 МГц) на удаленном кусте объектов

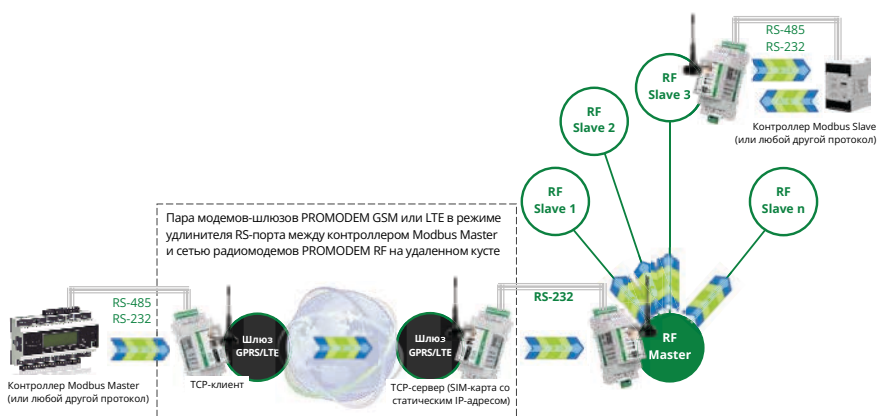


Рис. 10. GPRS- или LTE-удлинитель «точка – точка» для ретрансляции запросов от master-контроллера в сеть радиомодемов PROMODEM RF (433, 868 или 2400 МГц) на географически удаленном кусте объектов

- ▶ в центральный модем PROMODEM RF Master;
- ▶ через RS-232 попадает в модем-шлюз PROMODEM GSM (или LTE);
- ▶ затем через сеть сотового оператора – в парный модем-шлюз PROMODEM GSM (или LTE);
- ▶ и, наконец, в ваш master-контроллер;
- ▶ master-контроллер ведет опрос так, словно удаленный на любое расстояние куст slave-контроллеров подключен к нему по проводной шине RS-485/232 (с поправкой на задержки в радиоканале).

LTE) в режиме удлинителя RS-порта (рис. 10).

Один из модемов PROMODEM GSM (или LTE) настраивается как TCP-сервер и снабжается сим-картой со статическим IP-адресом. Вторым модем PROMODEM GSM (или LTE) с обычной сим-картой настраивается как TCP-клиент и автоматически подключается к статическому IP-адресу парного модема, образуя прозрачный беспроводной канал связи «RS – RS».

Запрос от master-контроллера через сеть сотового оператора передается

на радиомодем PROMODEM RF Master, подключенный к интерфейсу RS-232 дальнего модема-шлюза PROMODEM GSM (или LTE). Далее этот запрос передается в радиоканале (433, 868 или 2400 МГц) всем радиомодемам PROMODEM RF Slave (1, 2, 3 ... n) и попадает во все ваши slave-контроллеры (1, 2, 3 ... n) на кусте.

Ваш slave-контроллер-адресат (в соответствии с адресацией Modbus или любого другого протокола) отвечает, и через подключенный к нему радиомодем PROMODEM RF Slave ответ уходит:

Антенны для радиомодемов

Предлагаемые ООО «Аналитик-ТС» антенны диапазонов 433 МГц, 868 МГц или 2,4 ГГц представлены в различных вариантах под любые особенности монтажа модемов PROMODEM (табл. 2).

А. Д. Яманов, к. т. н.,
руководитель отдела продаж,
ООО «АналитикТС»:
PROMODEM®, AnCom®, г. Москва,
тел.: +7 (495) 775-6008,
e-mail: sales@promodem.ru,
сайт: www.promodem.ru

Таблица 2. Антенны для модемов PROMODEM WiFi, ZigBee, а также радиомодемов PROMODEM RF-433, RF-868 и RF-2400

Внешний вид				
Применение	Антенна на магните для крепления на металлическую крышку шкафа, в котором установлен модем; не требует сверления крышки	Врезная антенна для надежного винтового крепления на металлическую крышку шкафа, в котором установлен модем	Антенна с комплектным кронштейном для выноса на улицу из помещений с плохой радиообстановкой (из подвала или комнаты) на внешнюю сторону стены здания	Компактная антенна для монтажа внутри радиопрозрачного помещения с хорошей радиообстановкой
Диапазон антенны 433 МГц, 868 МГц или 2,4 ГГц выбирается при заказе				