

**Модем  
ISM M-4.03.1**

**Паспорт  
ИЛГШ.464512.006ПС**

## Содержание

1 Основные сведения об изделии .....	3
2 Технические характеристики .....	3
3 Комплектность .....	5
4 Указания по вводу в эксплуатацию .....	5
5 Рекомендации по эксплуатации .....	8
6 Свидетельство о приемке .....	11
7 Гарантии изготовителя .....	11
8 Транспортировка и хранение .....	11
Приложение А Рекомендации по разворачиванию и использованию радиосети.....	12
Приложение Б Рекомендации по организации сети RS-485 .....	16
Приложение В Гарантийный талон .....	18

## 1 Основные сведения об изделии

1.1 Модем ISM M-4.03.1 (далее по тексту модем) предназначен для организации беспроводной сети (радиосети) передачи данных в диапазоне частот ISM 2,4 ГГц и реализует сопряжение радиосети с узлом локальной сети стандарта RS-485 при обеспечении возможности конфигурирования основных параметров коммуникации.

1.2 Конструктивно модем является корпусированным устройством, предназначенным для установки на DIN-рейку. Корпус модема по степени защиты от проникновения воды и посторонних предметов соответствует степени IP20 согласно ГОСТ 14254-96.

1.3 Модем имеет несколько вариантов исполнения, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Функциональное назначение	Интерфейс	Тип антенны
Модем ISM M-4.03.1.112 ИЛГШ.464512.006	роутер	RS-485	внешняя
Модем ISM M-4.03.1.102 ИЛГШ.464512.006-01	роутер	RS-485	внутренняя
Модем ISM M-4.03.1.012 ИЛГШ.464512.006-02	координатор	RS-485	внешняя
Модем ISM M-4.03.1.002 ИЛГШ.464512.006-03	координатор	RS-485	внутренняя
Модем ISM M-4.03.1.011 ИЛГШ.464512.006-04	координатор	RS-232	внешняя
Модем ISM M-4.03.1.001 ИЛГШ.464512.006-05	координатор	RS-232	внутренняя

## 2 Технические характеристики

2.1 Физический уровень радиointерфейса модема соответствует требованиям спецификации IEEE.802.15.4:

- диапазон рабочих частот ..... 2400...2483,5 МГц;
- количество частотных каналов ..... 16;
- максимальная скорость передачи данных ..... 250 кбит/с;
- выходная мощность, не более ..... 20 дБм;
- тип модуляции ..... O-QPSK.

2.2 Сетевой уровень радиointерфейса модема реализован с учетом требований спецификации ZigBee PRO и имеет следующие характеристики:

- топология сети ..... полносвязная одноранговая сеть;
- маршрутизация ..... автоматическая, с использованием динамической оптимизации выбора маршрута;
- количество узлов ..... 1 координатор/до 512 роутеров;
- глубина ретрансляции ..... до 15;
- выбор частотного канала ..... принудительный/автоматический;
- разделение сетей ..... принудительное, с использованием логического идентификатора и/или на основе выбора в качестве рабочих различных частотных каналов;
- формирование сети ..... автоматическое, с использованием логического идентификатора сети.

2.3 В зависимости от варианта исполнения модем имеет интерфейс RS-485 или RS-232.

2.4 Интерфейс RS-485 модема обеспечивает полудуплексный режим работы. Нагрузочная способность интерфейса RS-485 – до 256 устройств с 1/8 единичной нагрузки.

Примечание - Величина входного сопротивления приемника стандартного драйвера RS-485 равна 12 кОм и определена как единичная нагрузка. Стандартный передатчик драйвера RS-485 гарантирует работу на 32 устройства с единичной нагрузкой.

2.5 В модемах ISM M-4.03.1.012 и ISM M-4.03.1.002 реализована возможность аппаратного контроля обмена по интерфейсу RS-485. За аппаратный контроль отвечает вывод «READY». Низкий уровень (от 0В до 0,5В) на указанном выводе соответствует готовности модема принимать информацию; высокий уровень (от 2,5В до 3В) соответствует неготовности модема принимать информацию.

2.6 Параметры конфигурирования интерфейса RS-485 могут принимать следующие значения:

- скорость обмена, бит/с ..... 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 115200;
- количество бит данных ..... 8;
- контроль четности ..... чет, нечет, отключен;
- количество стоп-бит ..... 1, 2;
- параметр пакетирования, мс ..... 0÷255.

Примечание – Параметр пакетирования является опциональным параметром и определяет значение таймаута ожидания прихода информации от внешнего устройства. Если за время таймаута информации от внешнего устройства не поступило, ранее принятая информация считается завершенным пакетом и транслируется по радиоканалу. Таймаут отсчитывается от времени приема последнего байта, выражается в миллисекундах и может принимать значение от 0 до 255. Рекомендуется устанавливать значение таймаута в соответствии с руководством по эксплуатации выбранного счетчика электрической энергии. Данный параметр применим только для роутеров.

2.7 Интерфейс RS-232 реализует дуплексный режим работы без возможности задействования аппаратного контроля обмена.

2.8 Параметры конфигурирования интерфейса RS-232 могут принимать следующие значения:

- скорость обмена, бит/с ..... 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 115200;
- количество бит данных ..... 8;
- контроль четности ..... чет, нечет, отключен;
- количество стоп-бит ..... 1, 2.

2.9 Питание модема осуществляется от сети переменного тока промышленной частоты с номинальным напряжением 230В±10%.

2.10 Рабочий диапазон напряжений от 85 до 265 В.

2.11 Максимальная мощность, потребляемая модемом, не превышает 1,5 В·А.

2.12 Индикация режима работы модема осуществляется с помощью светодиодов, расположенных на лицевой панели модема.

2.13 Рабочие условия эксплуатации модема в части воздействия климатических факторов:

- температура окружающей среды ..... от минус 40 до плюс 60°C
- относительная влажность воздуха ..... не более 93% при температуре 35°C
- атмосферное давление ..... 70...107 кПа (537...800 мм рт. ст.).

2.14 Конструктивные параметры модема:

- масса, не более ..... 150 г;
- габаритные размеры, не более ..... 98 72 69 мм.

2.15 По требованиям безопасности модем удовлетворяет требованиям ГОСТ Р МЭК 60950-2002, класс защиты II.

### 3 Комплектность

3.1 Модем поставляется в комплекте, указанном в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Обозначение	Кол.
1. Модем	согласно таблице 1	1 шт.
2. Паспорт	ИЛГШ.464512.006ПС	1 шт.
3. Антенна*		1 шт.
4. Упаковка		1 шт.
*) Антенна поставляется для вариантов исполнения с внешней антенной		

### 4 Указания по вводу в эксплуатацию

4.1 Значения параметров конфигурации по умолчанию

4.1.1 Модемы, поставляемые потребителям, имеют заводские установки конфигурационных параметров, значения которых приведены в п.4.1.2 и п.4.1.3.

4.1.2 Настройки радиointерфейса:

- идентификатор сети (PAN ID)..... 0x1B50;
- маска частотных каналов ..... доступны все каналы.

4.1.3 Настройки интерфейса RS-485/RS-232 приведены в таблице 3

Таблица 3

Параметр	Модем	Интерфейс	
		RS-485	RS-232
Скорость, бит/с	ISM M-4.03.1.112	9600	-
	ISM M-4.03.1.102	9600	-
	ISM M-4.03.1.011	-	115200
	ISM M-4.03.1.001	-	115200
	ISM M-4.03.1.012	115200	-
	ISM M-4.03.1.002	115200	-
Данные, бит	ISM M-4.03.1.112	8	-
	ISM M-4.03.1.102	8	-
	ISM M-4.03.1.011	-	8
	ISM M-4.03.1.001	-	8
	ISM M-4.03.1.012	8	-
	ISM M-4.03.1.002	8	-

Продолжение таблицы 3

Стоп-бит	ISM M-4.03.1.112	1	-
	ISM M-4.03.1.102	1	-
	ISM M-4.03.1.011	-	1
	ISM M-4.03.1.001	-	1
	ISM M-4.03.1.012	1	-
	ISM M-4.03.1.002	1	-
Контроль четности	ISM M-4.03.1.112	отключен	-
	ISM M-4.03.1.102	отключен	-
	ISM M-4.03.1.011	-	отключен
	ISM M-4.03.1.001	-	отключен
	ISM M-4.03.1.012	отключен	-
	ISM M-4.03.1.002	отключен	-
Параметр пакетирования, мс	ISM M-4.03.1.112	10	-
	ISM M-4.03.1.102	10	-
	ISM M-4.03.1.011	-	-
	ISM M-4.03.1.001	-	-
	ISM M-4.03.1.012	-	-
	ISM M-4.03.1.002	-	-

#### 4.2 Требования безопасности

4.2.1 Перед эксплуатацией необходимо ознакомиться с паспортом на модем.

4.2.2 К работам по монтажу, техническому обслуживанию модема допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже III для электроустановок до 1000В.

4.2.3 Все работы, связанные с монтажом модема, должны производиться при отключенной электросети.

4.2.4 При проведении работ по монтажу и обслуживанию модема должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.2.007.0-75 и документа «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные Главгосэнергонадзором.

#### 4.3 Установка модема

4.3.1 Перед установкой модема ознакомьтесь с рекомендациями по разворачиванию и использованию радиосети (приложение А).

4.3.2 При необходимости произведите конфигурирование модема:

– при конфигурировании модема с функциональным назначением «роутер» (в дальнейшем роутер) подключите его интерфейс RS-485 к COM-порту компьютера через преобразователь интерфейса. Подайте питание и переведите модем в режим конфигурирования, для чего тонким предметом нажмите и удерживайте в течение 2 секунд кнопку «Режим» (расположение кнопки показано на рисунке 1). Светодиоды «ST/RF», «RX/RF» и «TX/RF» должны перейти в режим постоянного свечения;

- при конфигурировании модема с функциональным назначением «координатор» (в дальнейшем координатор), в зависимости от варианта исполнения, подключите его интерфейс RS-485 (через преобразователь интерфейсов) или RS-232 (напрямую) к COM-порту компьютера и подайте питание;

- произведите настройку параметров модема. Конфигурирование осуществляется с использованием программы-конфигуратора. По окончании конфигурирования выключите питание и отключите модем от компьютера.

#### Примечания

- 1) Схема подключения питания и интерфейсов со стороны модема показана на рисунке 2;
- 2) В том случае, если по окончании конфигурирования роутер автоматически не перезагрузился (светодиоды «ST/RF», «RX/RF» и «TX/RF» постоянно светятся), нажмите и удерживайте в течение 2 секунд кнопку «Режим»;
- 3) Программа-конфигуратор может быть загружена с сайта [www.nzif.ru](http://www.nzif.ru);
- 4) В качестве преобразователя интерфейсов рекомендуется использовать устройство ПИ-2 производства ОАО «ННПО имени М.В.Фрунзе».

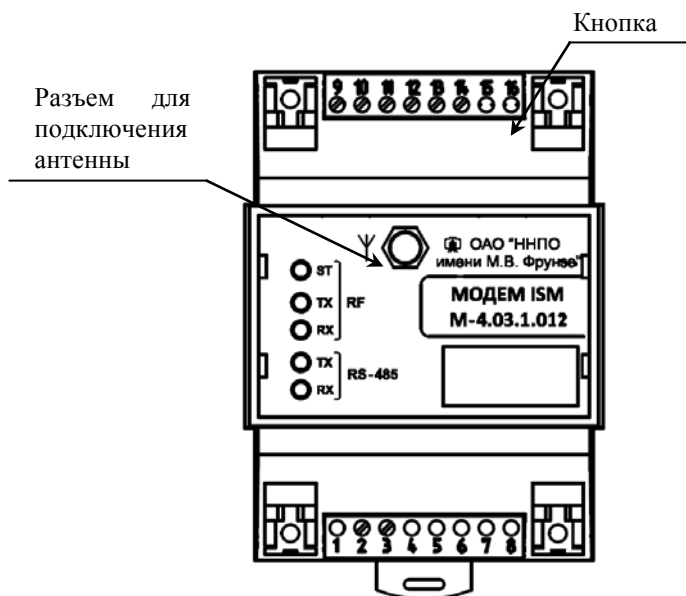


Рисунок 1

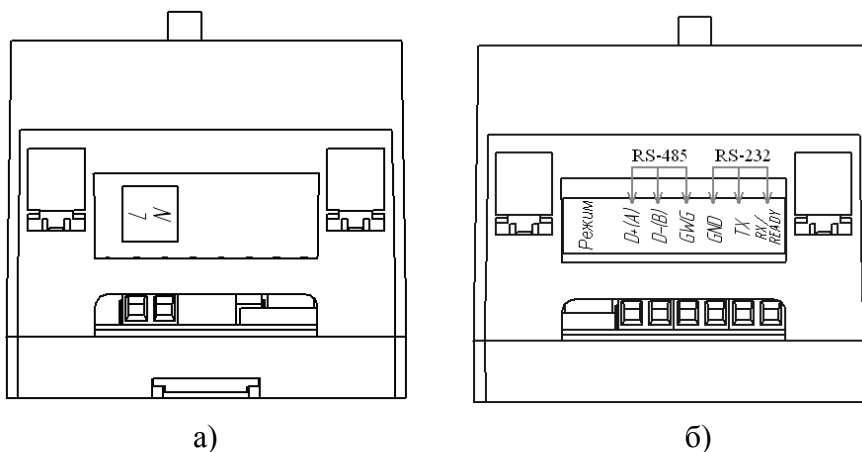


Рисунок 2

#### 4.3.2 Для установки модема выполните следующие действия:

- установите модем на DIN-рейку;
- при установке модема, подразумевающего использование внешней антенны, подключите антенну из комплекта поставки к разъему, расположенному на лицевой панели модема

(рисунок 1);

– при установке роутера подключите интерфейс RS-485 модема к интерфейсу RS-485 счетчика в соответствии с руководством по эксплуатации счетчика электрической энергии. Схема подключения интерфейса RS-485 со стороны модема показана на рисунке 2б. Для подключения используйте провода сечением до 1,5 мм<sup>2</sup>;

– при установке координатора подключите интерфейс RS-485/RS-232 модема к интерфейсу RS-485/RS-232 управляющего устройства в соответствии с руководством по эксплуатации на устройство. Схема подключения интерфейса RS-485/RS-232 со стороны модема показана на рисунке 2б. Для подключения используйте провода сечением до 1,5 мм<sup>2</sup>;

– подключите к модему питающее напряжение. Контакты (L, N) подключения питания со стороны модема показаны на рисунке 2а. Для подключения используйте провода сечением до 1,5 мм<sup>2</sup>.

#### Примечания

1) Вывод «READY» задействован только для модемов ISM М-4.03.1.012 и ISM М-4.03.1.002;

2) Общие рекомендации по организации сети RS-485 приведены в приложении Б;

3) Под управляющим устройством подразумевается либо устройство сбора и передачи данных (УСПД) системы АСКУЭ либо сервер системы сбора данных. Система АСКУЭ, поставляемая ОАО «ННПО имени М.В.Фрунзе», может быть построена на базе УСПД с интегрированным координатором радиосети.

4.3.3 В случае правильного выполнения описанных действий, после подачи питания на модем, светодиоды «ST/RF», «RX/RF» и «TX/RF» должны включиться на время ~0,5 секунды, а затем перейти в режим рабочей индикации в соответствии с логикой работы модема (подробней см. п.5.4).

## 5 Рекомендации по эксплуатации

### 5.1 Основной режим работы

5.1.1 Основным режимом работы модема является режим информационного обмена, реализуемого в рамках функционирования системы АСКУЭ.

Примечание – В случае необходимости осуществления информационного обмена вне системы АСКУЭ, поставляемой «ОАО ННПО имени М.В. Фрунзе», необходимо связаться с предприятием-изготовителем для запроса протокола обмена, используемого модемом.

5.1.2 Трансляция запросов, поступающих по интерфейсу RS-485/RS-232 от управляющего устройства к координатору, в радиосеть и в дальнейшем к счетчикам электрической энергии и, в обратном направлении, ответов, поступающих от счетчиков по интерфейсу RS-485, в радиосеть и в дальнейшем через координатор к управляющему устройству, производится автоматически в соответствии с логикой работы радиосети (приложение А).

### 5.2 Дистанционное конфигурирование модема

5.2.1 Конфигурирование модема может быть произведено дистанционно в процессе эксплуатации.

5.2.2 Дистанционное конфигурирование модема осуществляется штатными



средствами системы АСКУЭ.

Примечание – В случае необходимости осуществления дистанционного конфигурирования вне системы АСКУЭ, поставляемой «ОАО ННПО имени М.В. Фрунзе», необходимо связаться с предприятием-изготовителем для запроса протокола обмена, используемого модемом.

### 5.3 Локальное конфигурирование модема.

5.3.1 Модем поддерживает возможность локального конфигурирования через интерфейс RS-485/RS-232. Конфигурирование осуществляется с использованием программы-конфигуратора.

Примечание – Программа-конфигуратор может быть загружена с сайта [www.nzif.ru](http://www.nzif.ru).

5.3.2. При конфигурировании роутера его предварительно необходимо перевести в режим конфигурирования, нажав и удерживая в течение 2 секунд кнопку «Режим». Светодиоды «ST/RF», «RX/RF» и «TX/RF» должны перейти в режим постоянного свечения.

### 5.4 Индикация режимов работы модема

5.4.1 Индикация режима работы модема и состояния информационного обмена осуществляются светодиодами, расположенными на лицевой панели модема. Соответствие индикации режиму работы описано в таблице 4.

Таблица 4

Состояние индикации	Режим работы
однократное синхронное кратковременное свечение светодиодов «ST/RF», «RX/RF» и «TX/RF»	начало работы после подачи питания или перезагрузки
периодическое кратковременное мигание светодиода «ST/RF» (1 раз в секунду для координатора и 3 раза в секунду для роутера)	регистрация в радиосети (роутер)/ организация радиосети (координатора)
периодическое кратковременное мигание светодиода «ST/RF» (1 раз в 3 секунды)	координатор ожидает команду запуска процедуры формирования сети
постоянное свечение светодиода «ST/RF»	готовность к информационному обмену
периодическое (1 раз в 9 минут) гашение светодиода «ST/RF» с последующей генерацией серии кратковременных вспышек	индикация количества узлов радиосети, находящихся в пределах радиовидимости роутера (количество вспышек соответствует количеству узлов)
непериодическое изменение состояния светодиода «RX/RF»	прием информации по радиоканалу
непериодическое изменение состояния светодиода «TX/RF»	передача информации по радиоканалу
непериодическое изменение состояния светодиода «RX/RS-485/232»	прием информации по интерфейсу RS-485/RS-232
непериодическое изменение состояния светодиода «TX/RS-485/232»	передача информации по интерфейсу RS-485/RS-232

Продолжение таблицы 4

постоянное свечение светодиодов «ST/RF», «RX/RF» и «TX/RF»	режим локального конфигурирования роутера
периодическое (1 раз в 180 секунд) синхронное кратковременное свечение светодиодов «ST/RF», «RX/RF» и «TX/RF»	критическая аппаратная ошибка
последовательное циклическое свечение светодиодов «ST/RF», «RX/RF» и «TX/RF»	поиск роутером радиосетей, доступных для подключения (при исключении из сети)

## 5.5 Перегрузка модема

5.5.1 При необходимости произведения аппаратной перезагрузки переведите модем в режим конфигурирования (подробнее см. п. 5.3.2), после чего нажмите и удерживайте в течение 2 секунд кнопку «Режим». Светодиоды «ST/RF», «RX/RF» и «TX/RF» должны перейти в режим рабочей индикации в соответствии с логикой работы модема.

### Примечания

- 1) Функция перезагрузки доступна только для роутеров.
- 2) При выполнении указанной процедуры, помимо перезагрузки модема, произойдет стирание информации о текущих сетевых параметрах модема (приложение А).

## **6 Свидетельство о приемке**

6.1 Модем ISM M-4.03.1.\_\_\_\_ ИЛГШ.464512.006\_\_\_\_ заводской номер Z \_\_\_\_\_, MAC-адрес: \_\_\_\_\_:\_\_\_\_\_:\_\_\_\_\_:\_\_\_\_\_:\_\_\_\_\_:\_\_\_\_\_ соответствует техническим условиям ИЛГШ.464512.006ТУ и признан годным для эксплуатации.

Дата выпуска \_\_\_\_\_

Представитель ОТК \_\_\_\_\_

подпись, дата

МП

## **7 Гарантии изготовителя**

7.1 Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие изделия требованиям технических условий ИЛГШ.464512.006ТУ при соблюдении потребителем правил эксплуатации, транспортирования и хранения, приведённых в паспорте на изделие.

Гарантийный срок составляет 12 (двенадцать) месяцев и начинается с момента покупки изделия потребителем.

В течение гарантийного срока предприятие-изготовитель безвозмездно ремонтирует или заменяет неисправное изделие по предъявлении гарантийного талона. Дата продажи изделия должна быть отмечена в гарантийном талоне, при ее отсутствии срок гарантии исчисляется с момента выпуска изделия предприятием-изготовителем.

Право на гарантийное обслуживание утрачивается при наличии механических повреждений, возникших не по вине ОАО «ННПО имени М.В. Фрунзе». Предоставляемая гарантия не распространяется на нормальный износ изделия и его составных частей, а также дефекты, вызванные неосторожным или ненадлежащим обращением.

Гарантийный ремонт изделия производится на предприятии-изготовителе. Адрес предприятия-изготовителя: ОАО «ННПО имени М.В. Фрунзе», 603950, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, д.174. Телефон: (831) 469-97-14, факс: (831) 466-66-00, e-mail: frunze@nzif.ru.

## **8 Транспортировка и хранение**

8.1 Модем должен храниться в упаковке в складских помещениях потребителя (поставщика) при следующих условиях:

- температура окружающей среды от минус 55 до плюс 60°C;
- относительная влажность не более 93% при температуре 35°C;

8.2 Модем может транспортироваться автомобильным транспортом, в закрытых железнодорожных вагонах, трюмах речного транспорта, в герметизированных отсеках воздушных видов транспорта согласно правилам, действующим на этих видах транспорта, при следующих условиях:

- температура окружающей среды от минус 55 до плюс 60°C;
- относительная влажность не более 93% при температуре 35°C;

## Приложение А

(справочное)

### Рекомендации по разворачиванию и использованию радиосети

Радиосеть M-ISM строится с использованием аппаратных средств производства «ОАО ННПО им.М.В.Фрунзе», а именно:

- Модем ISM M-4.03.0 ИЛГШ.464512.005;
- Модем ISM M-4.03.1 ИЛГШ.464512.006;
- УСПД с интегрированным радиоканалом;
- Счетчик электрической энергии с интегрированным радиоканалом.

Перед разворачиванием радиосети необходимо проработать план размещения модемов (узлов сети). При разработке плана размещения, помимо ограничений, вызванных физическим расположением счетчиков электрической энергии, необходимо учитывать два основных фактора:

- дальность связи между соседними узлами;
- возможную топологию (взаимосвязи между узлами) сети.

Дальность связи между соседними узлами в значительной мере определяется:

- свойствами среды распространения радиосигнала;
- помеховой обстановкой;
- взаимным расположением узлов в пространстве.

Наилучшим образом радиосигнал распространяется в свободном пространстве. Наличие различных объектов между узлами уменьшает дальность связи из-за ослабления радиосигнала. Наибольшее ослабление сигнал претерпевает при наличии металлических предметов и стен/перекрытий из бетона. В связи с этим рекомендуется выбирать места размещения узлов сети таким образом, чтобы модемы не находились внутри металлических шкафов, а количество стен/перекрытий между модемами было минимально.

Наличие помеховых радиосигналов также существенно влияет на дальность связи. Радиосеть работает в диапазоне частот 2.4...2.5 ГГц, который доступен для свободного использования. В указанном диапазоне частот работают устройства Bluetooth, Wi-Fi и пр. С целью минимизации воздействия всевозможных помех рекомендуется разрешить работу сети на всех доступных частотных каналах. В этом случае радиосеть будет автоматически выбирать канал с наименьшим уровнем помех.

Взаимное расположение узлов в пространстве также является фактором, влияющим на дальность связи. Как внутренние, так и внешние антенны модемов подразумевают использование сигнала с линейной поляризацией и при штатной установке модемов ориентированы вертикально относительно плоскости земли. Максимальная дальность, при прочих равных условиях, будет достигнута при нахождении модемов в одной горизонтальной плоскости. Это обусловлено формой диаграммы направленности применяемых антенн, у которых излучение максимально в сечении, перпендикулярном оси антенны. При установке модемов на разных высотах или нештатным способом

рекомендуется добиться условий наилучшего приема путем отклонения антенны от вертикали.

С учетом вышеизложенных рекомендаций, при использовании внешних антенн, ожидаемая дальность связи составляет от 20 метров в условиях железобетонных зданий до 500 метров в условиях частной деревянной застройки. Указанные значения являются ориентировочными и подлежат уточнению в реальных условиях.

При наличии устойчивой связи между соседними узлами сети, важным фактором, влияющим на скорость информационного обмена и устойчивость сети в целом, является топология сети. Центральным узлом сети является координатор, взаимодействующий либо с УСПД, либо с сервером опроса системы АСКУЭ напрямую. Система АСКУЭ посредством использования функционала координатора реализует опрос счетчиков электрической энергии путем организации информационного обмена с прочими узлами сети. Сеть формируется и поддерживается автоматически, а любой ее узел может выступать ретранслятором для других узлов. Следует, однако, учитывать, что каждая ретрансляция данных вводит дополнительную задержку и уменьшает результирующую скорость информационного обмена. Кроме этого, если группа узлов формирует кластер и этот кластер связан с координатором через единственный узел, то выход этого узла из строя нарушает обмен с группой узлов. При разработке плана размещения узлов рекомендуется учитывать указанные факторы.

Для иллюстрации на рисунке А.1 приведены три топологии сети. Топология, изображенная слева, позволяет максимизировать скорость обмена, так как необходимость в ретрансляции данных отсутствует. Недостатком этой топологии является ограниченная зона покрытия радиосети. Топология, изображенная по центру, является наиболее результативной с практической точки зрения, так как позволяет реализовать значительную и стабильную зону покрытия радиосети при условии достаточной плотности размещения узлов. Топология, изображенная справа, содержит критические связи (например, все маршруты строятся через единственный узел), нарушение которых может привести к отключению фрагментов сети.

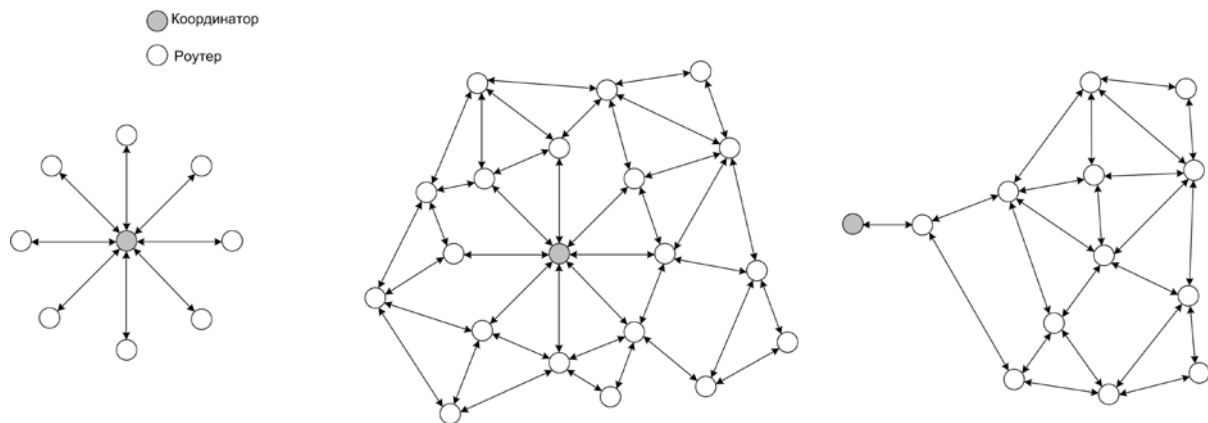


Рисунок А.1 – Топологии радиосети.

Процедуры этапа непосредственного развертывания радиосети определяются выбором одного из двух подходов к ее формированию. Первым является подход, основанный на автоматическом формировании радиосетей средствами системы АСКУЭ. В этом случае ручное изменение конфигурационных параметров узлов не предусматривается, а

формирование радиосети основано на принципе централизованного присвоения идентификаторов сети с последующим принятием решения о допуске того или иного роутера в сеть приложением верхнего (относительно координатора) уровня. В рамках указанного подхода очередность и состав работ по запуску узлов сети не регламентируются.

Вторым является подход, не зависящий от функционала/наличия системы АСКУЭ. В рамках этого подхода, после разработки плана размещения узлов необходимо определить значения конфигурационных параметров (см. описание протокола обмена). Особое внимание следует уделить значению идентификатора сети (PAN ID), так как этот параметр позволяет реализовать несколько географически пересекающихся, но независимых сетей. Неправильный выбор идентификатора может привести к невозможности организации сети.

Выбранные значения параметров требуется записать в каждый модем с функционалом «роутер» путем локального конфигурирования. При конфигурировании, среди прочего, требуется убедиться, что параметры интерфейса RS-485/UART модема соответствуют настройкам интерфейса счетчика электрической энергии. Рекомендуется на одном рабочем месте последовательно произвести конфигурирование всех роутеров, предназначенных к установке, а затем, не включая, установить их в соответствии с планом размещения.

Развертывание сети необходимо начинать с включения координатора. После включения, необходимо произвести конфигурирование координатора в соответствии с выбранными установками. После завершения конфигурирования координатор автоматически выходит на рабочий режим, что индицируется светодиодной индикацией.

Запуск роутеров необходимо производить последовательно, по мере удаления от координатора. Рекомендуется вначале производить запуск роутеров, находящихся на одном расстоянии от координатора, а затем переходить к более удаленным роутерам. Запуск роутера начинается с подачи на него питающего напряжения.

Запуск роутера можно считать успешным, если светодиод, индицирующий статус узла, перешел в режим непрерывного свечения. С периодичностью 1 раз в 9 минут указанный светодиод индицирует количество соседних узлов, находящихся в пределах радиовидимости. Для повышения эффективности работы сети рекомендуется добиться условий, при которых в пределах радиовидимости находится не менее 2 узлов.

Если запуск роутера прошел неуспешно, рекомендуется произвести запуск соседних роутеров, а затем повторить процедуру запуска для указанного роутера. При повторной неудаче требуется убедиться в правильности установленных значений пользовательских параметров и повторить процедуру запуска. Если роутер так и не запустился, рекомендуется рассмотреть возможность изменения расположения антенны, или, что предпочтительнее, увеличить плотность узлов сети, установив еще один узел в направлении координатора.

После успешного запуска всех роутеров, сеть можно считать функционирующей. Для ввода сети в эксплуатацию необходимо создать таблицу соответствия счетчиков электрической энергии и модемов, к которым они подключены. В качестве информации о модеме должны быть зафиксированы его заводской номер и MAC-адрес. Указанная таблица может быть использована (см. описание протокола обмена) для организации информационного обмена (съема показаний со счетчиков) в ручном режиме. Если в процессе

эксплуатации сети добавляются новые узлы и/или счетчики, то таблица должна быть скорректирована.

В случае пропадания питания сетевое состояние координатора не очищается, поэтому после восстановления питания, получив команду на формирование сети, он продолжает работу в нормальном режиме. Следует отметить, что при отсутствии в сети координатора, если по истечении установленного количества попыток роутеру не удалось отправить ему сообщение, то роутер очищает свое сетевое состояние (за исключением PAN ID) и начинает процедуру поиска сети с заданным идентификатором на всех разрешенных частотных каналах.

В процессе эксплуатации сети допускается изменять значения конфигурационных параметров узлов-роутеров, если эти значения являются допустимыми для данной сети. Конфигурирование роутеров рекомендуется осуществлять дистанционно посредством использования функционала координатора (см. описание протокола обмена).

В процессе эксплуатации сети допускается, но настоятельно не рекомендуется изменять значения конфигурационных параметров узла-координатора. При конфигурировании происходит очистка сетевого состояния координатора, вследствие чего инициируется процесс формирования новой сети и реализуется механизм миграции роутеров во вновь созданную сеть.

При условии отсутствия конфликта между новыми и старыми значениями параметров, роутеры, входившие в предыдущую сеть, автоматически войдут в новую сеть. Время подключения роутеров к новой сети определяется размером сети и загруженностью частотных каналов. Возникновение конфликта параметров возможно, например, при попытке установить значение PAN ID, которое уже используется другой сетью, функционирующей на этом же частотном канале. В этом случае значение PAN ID будет автоматически увеличено на 1. Другой возможной причиной возникновения конфликта параметров является неправильный выбор маски разрешенных каналов, когда список разрешенных каналов для координатора и роутеров различаются.

## Приложение Б

(справочное)

### Рекомендации по организации сети RS-485

Стандартная шина интерфейса RS-485 представляет собой симметричную двухпроводную линию передачи данных, на краях которой подключены согласующие резисторы, эквивалентные волновому сопротивлению линии. Линейные драйверы, приемники или передатчики (узлы сети), обменивающиеся данными, располагаются вдоль общей шины, как показано на рисунке Б.2. Некоторые варианты объединения узлов сети показаны на рисунке Б. Нежелательными являются подключения, изображенные на рисунках Б.1 а) и Б.1 б). При подключении узлов по схеме, приведенной на рисунке Б.1 в), отводы от основной линии (шлейфы) должны быть как можно короче.

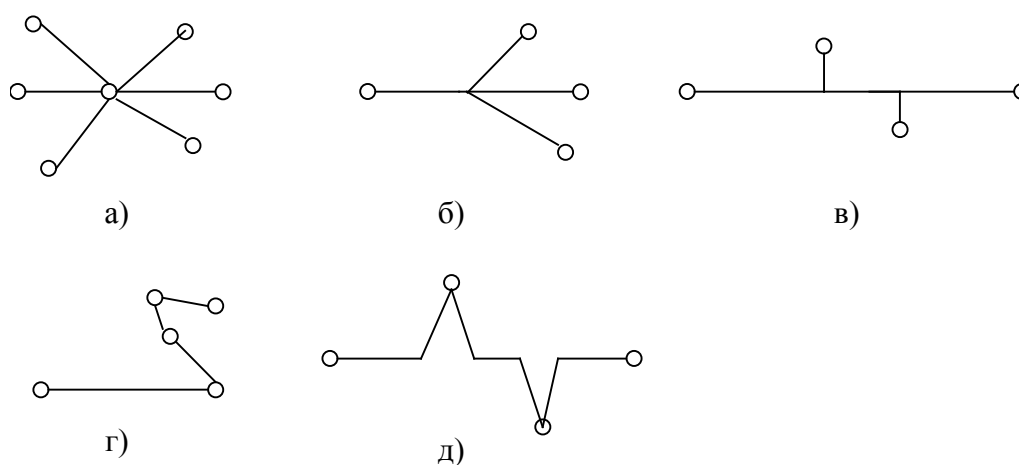


Рисунок Б.1 – Способы соединения узлов сети интерфейса RS-485.

Целесообразно в качестве линии передачи данных использовать экранированную витую пару с волновым сопротивлением 120 Ом. При этом в начале и в конце линии (на модеме и крайнем от него узле) должны быть установлены согласующие резисторы, эквивалентное сопротивление каждого из которых должно составлять 120 Ом.

Вариант сегмента сети, выполненный в соответствии со стандартом RS-485 приведен на рисунке Б2.

Объединение узлов сети производится экранированными витыми парами с волновым сопротивлением 120 Ом. Экран кабеля должен объединять цепи заземления источников питания гальванически развязанных узлов (выравнивание потенциалов) и заземляться со стороны модема. Если узлы не имеют вывода GWG, то экран кабеля, тем не менее, подключается к выводу GWG модема и заземляется.

Согласующие резисторы должны быть подключены на обоих концах линии связи.



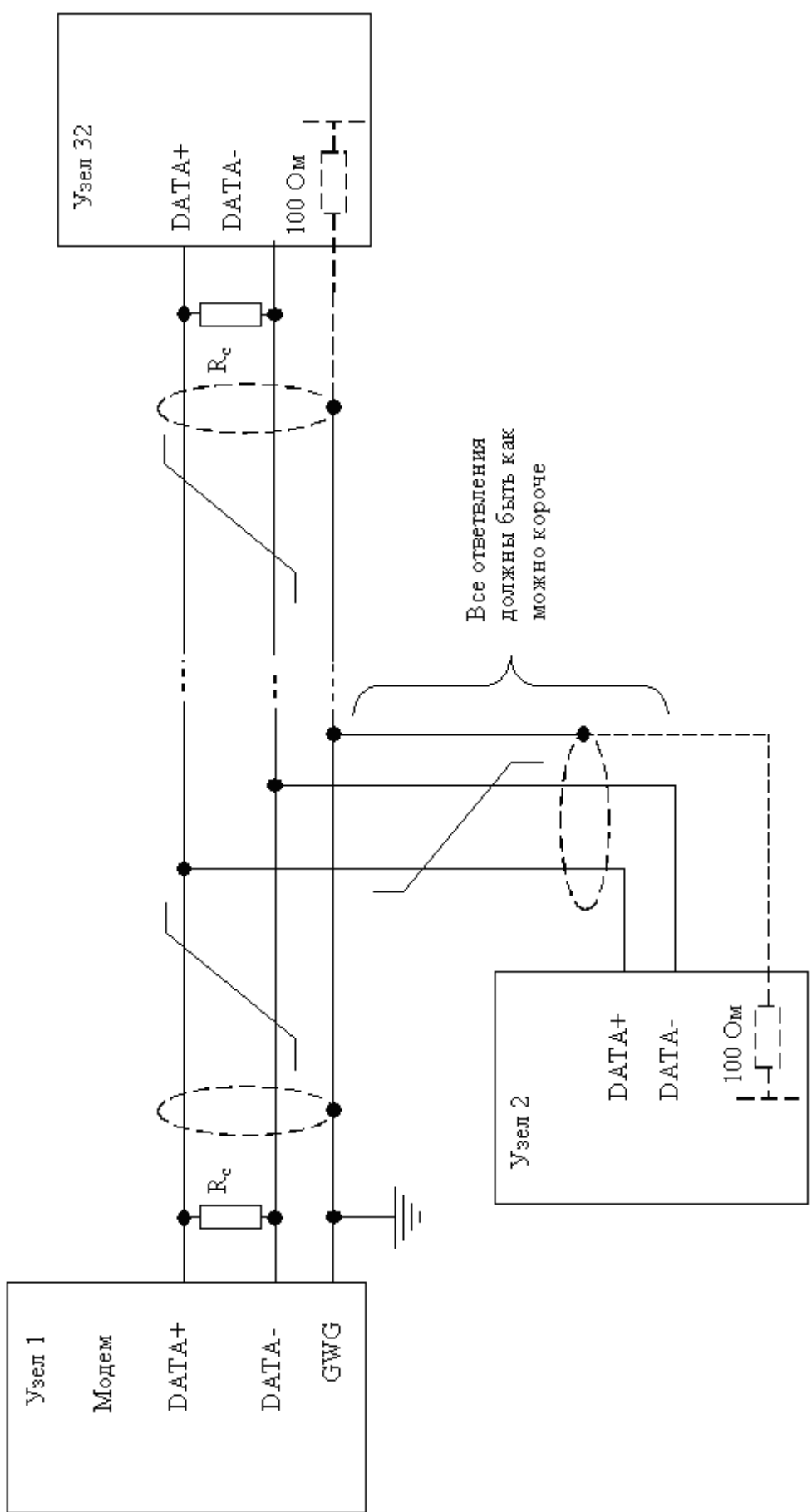


Рисунок Б.2 – Способ соединения приемопередатчиков интерфейса RS-485.

**Приложение В**

(обязательное)

Открытое акционерное общество  
«Нижегородское научно-производственное объединение имени М.В. Фрунзе»  
603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 174

**ГАРАНТИЙНЫЙ ТАЛОН**

на ремонт (замену) модема  
заводской № Z \_\_\_\_\_

**ISM M-4.03.1.**\_\_\_\_  
дата изготовления \_\_\_\_\_

Приобретен \_\_\_\_\_

*заполняется реализующей организацией*

Введен в эксплуатацию \_\_\_\_\_

Принят на гарантийное обслуживание

ремонтным предприятием \_\_\_\_\_

Выполнены работы по устранению неисправностей:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Подпись руководителя ремонтного предприятия* \_\_\_\_\_

М. П.

Высылается ремонтным предприятием в адрес предприятия-изготовителя модема.

ЛИНИЯ ОТРЕЗА

