

# **Меркурий-PLC-II. Интерфейс модема**

Руководство пользователя

## Содержание

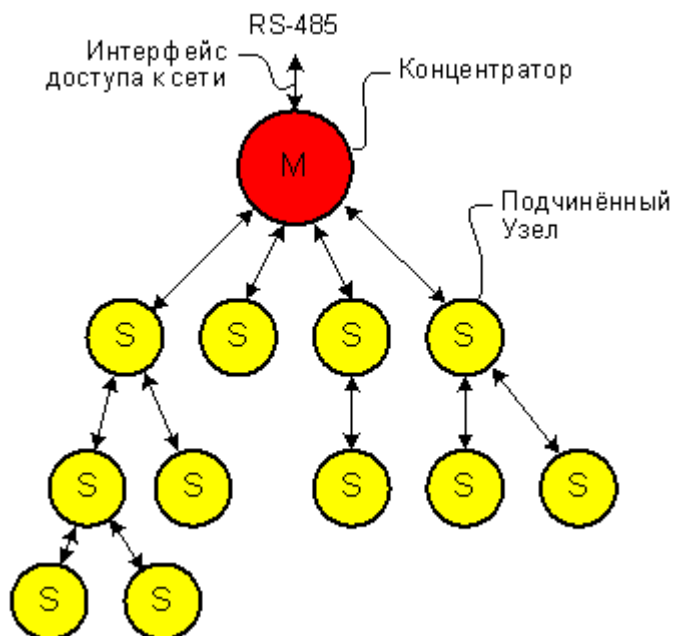
<b>1 Введение .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Общие положения.....</b>	<b>6</b>
<b>3 Принципы адресации и внутренние переменные модема.....</b>	<b>7</b>
<b>4 Диаграмма состояний и режимы работы модема .....</b>	<b>8</b>
4.1 Наличие и серийный номер хост-устройства .....	9
4.1.1 SN Request Custom 'M-200' .....	9
4.1.2 SN Request Custom 'M-230' .....	9
4.1.3 SN Request Custom 'M-NT' .....	10
4.1.4 SN Request Standard .....	10
4.2 PLC NORMAL HOST MODE .....	10
4.3 PLC TEST MODE .....	11
4.4 PLC CONCENTRATOR MODE .....	12
4.5 PLC-RF GATE MODE .....	13
4.6 PLC ISOLATED MODE .....	13
4.7 PLC-UART GATE MODE .....	14
4.8 GENERATE RANDOM PLC-ID .....	15
4.9 UART COMMAND EXEC .....	15
4.10 Интерфейс доступа к модему в режиме UART "COMMAND EXEC" .....	15
4.10.1 Чтение версии прошивки модема .....	16
4.10.2 Запись/чтение UART-ID .....	16
4.10.3 Чтение статуса почтового ящика.....	17
4.10.4 Запись/чтение отделения для запросов .....	18
4.10.5 Запись/чтение отделения для ответов .....	18
4.10.6 Запись/чтение маршрута доступа к узлу .....	19
4.10.7 Запись/чтение конфигурации (только в режиме "PLC TEST MODE") .....	20
4.10.8 Чтение оценок уровня битовых ошибок (только в режиме "PLC TEST MODE") .....	21
4.10.9 Запись/чтение уровня тестового сигнала (только в режиме "PLC TEST MODE") .....	21
Приложение А. Сводная таблица типов подчинённых узлов.....	21
Приложение Б. Процедура вычисления 24-разрядного циклического кода (RFC-2440) .....	22

Данный документ описывает механизм обмена информацией между PLC-модемом сети "Меркурий-PLC-II" и его хост-устройством. Модем и хост-устройство вместе образуют подчинённый узел сети.

## 1 Введение

PLC-сеть является средством связи с устройствами, подключенными к распределительной сети переменного тока. Её основными особенностями являются: высокая надёжность связи и простота эксплуатации.

PLC-сеть имеет централизованную организацию ('дерево'). Центром сети является концентратор (M), он же - узел доступа к сети. Обмен данными с любым из подчинённых узлов (S) возможен только через концентратор, см. рис.



Каждый узел сети имеет индивидуальный 32-х битный адрес, - таким образом, полная адресная ёмкость PLC-сети составляет 4 294 967 296 уникальных узлов.

Подчинённый узел сети, как правило, состоит из PLC-модема и "интеллектуального" хост-устройства.

### Сегменты адресного пространства сети

Диапазон адресов	Размер сегмента	НАЗНАЧЕНИЕ
DDDDDDDD	100 000 000	Сегмент резервируется за изделиями ООО "Инкотекс" по принципу: одно изделие - один адрес подчинённого узла
ZZZ.XXXXX	216 x 1M	Сегменты (за исключением сегмента FFF.XXXXX), предназначенные для лицензирования третьим фирмам
FFF.XXXXX	1M	'Верхний' сегмент (см.ниже)

### Распределение адресов в 'верхнем' сегменте:

Диапазон адресов	Размер сегмента	НАЗНАЧЕНИЕ
FFF.F.3XXX	4096	Концентраторы PLC-II
FFF.F.4XXX	4096	Прототипы подчинённых узлов PLC-II
FFF.F.5XXX	4096	Полуконцентраторы PLC-II
FFF.F.6XXX	4096	PLC-шлюзы
FFF.F.7XXX	4096	RF-шлюзы
FFF.F.8XXX	4096	USB-RF конвертеры

Диапазон адресов	Размер сегмента	НАЗНАЧЕНИЕ
FFF.A.XXXX	65536	Аварийные устройства (модемы PLC-II, которым не удалось прочитать серийный номер своего хост-устройства и т.д.)

**ПРИМЕЧАНИЯ:**

D - любой десятичный символ в интервале 0..9.

X - любой шестнадцатичный символ в интервале 0..F.

Z - любой шестнадцатичный символ в интервале A..F.

В отличие от подчинённых узлов, уникальная адресация концентраторов не является обязательной, т.к., по определению, на одном PLC-II объекте (подстанция, дом, предприятие) может быть только один концентратор, и, соответственно, конфликты адресации здесь исключены. Младшая половина PLC-адреса концентратора используется в качестве его UART-идентификатора при работе с ним по его локальному интерфейсу RS-485 (интерфейс доступа к сети, см.рисунок выше). Присвоение двум концентраторам разных адресов может потребоваться лишь в случае, когда оба они окажутся подключены к одному и тому же сегменту линии RS-485.

PLC-сеть использует для передачи данных процедуру 'запрос-ответ', объединяющую в себе свойства как канальной, так и пакетной коммутации. В тех случаях, когда узел-приёмник находится вне поля зрения главного узла сети, используется техника передачи данных через ряд промежуточных узлов.

## 2 Общие положения

Для предоставления контроллеру сети возможности общения с подчинёнными узлами концентратор поддерживает интерфейс, основанный на абстракции виртуального "почтового ящика".

Почтовый ящик с уникальным 4-х байтовым адресом создаётся концентратором сразу же после обнаружения им очередного подчинённого узла PLC-сети. Каждый почтовый ящик имеет отделение для запроса, направляемого к данному подчинённому узлу и отделение для ответа, полученного на данный запрос, а также регистр статуса. В данном случае запросы и ответы рассматриваются концентратором как неделимые группы байт которые должны быть доставлены к подчинённому узлу и обратно.

Подчинённый узел сети, как правило, состоит из PLC-модема (далее модем), построенного на цифровом сигнальном процессоре (DSP) и хост-устройства, в качестве которого может выступать любой прибор с микропроцессорным управлением и последовательным интерфейсом типа UART.

Модем имеет два интерфейса последовательного типа: PLC-интерфейс и UART-интерфейс. По PLC-интерфейсу модем обменивается транспортными пакетами с концентратором, а по UART-интерфейсу - командными пакетами со своим хост-устройством.

В своём основном режиме ("PLC NORMAL HOST MODE") модем постоянно находится в состоянии прослушивания сети в ожидании транспортного пакета, адресованного ему концентратором. После приёма транспортного PLC-пакета с запросом в виде группы байт, модем немедленно передаёт принятый запрос своему хост-устройству через UART-интерфейс и переходит в режим ожидания ответа. Получив ответ, модем "упаковывает" его в ответный транспортный PLC-пакет и в таком виде возвращает концентратору. Если в течении заданного времени таймаута ответ от хост-устройства не поступает, модем возвращает концентратору транспортный пакет с полезной нагрузкой нулевой длины.

Собственно запросы для хост-устройства формируются программой верхнего уровня в соответствии с известным протоколом управления данным хост-устройством.

### 3 Принципы адресации и внутренние переменные модема

Каждый модем PLC-II может быть адресован двояким образом: либо со стороны UART-интерфейса, либо со стороны PLC-интерфейса. Соответственно, при "обращении" к модему тоже используются две адресных переменных:

- UART-ID (16-битный UART-идентификатор), и
- PLC-ID (32-битный PLC-идентификатор - далее сетевой адрес или PLC-адрес).

При обращении к конкретному модему именно значения этих переменных прописываются в поле адреса оконечного устройства при формировании командного пакета на языках протоколов PLC- и UART-интерфейсов.

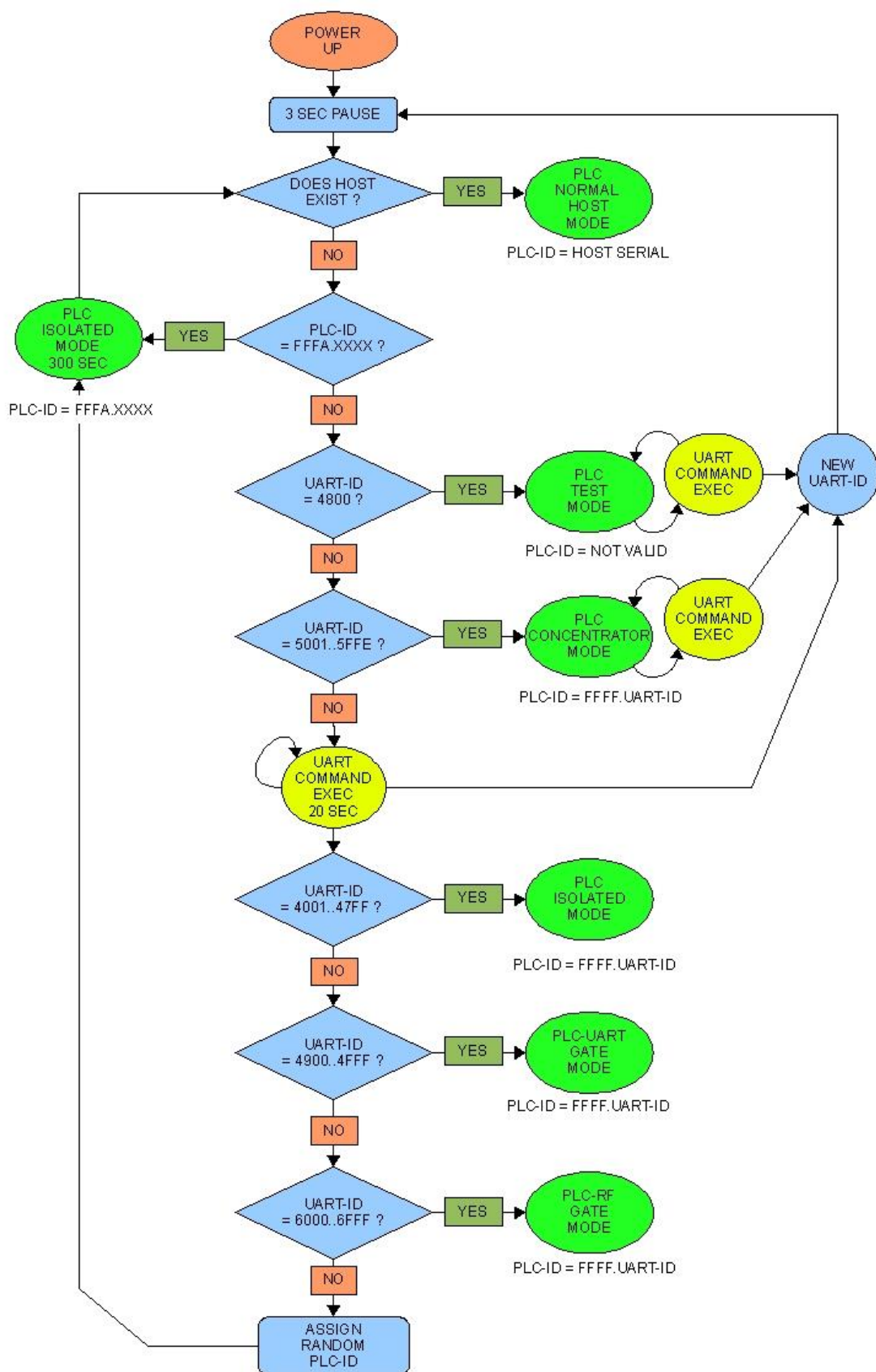
Модем сохраняет переменную UART-ID в своей внутренней энергонезависимой памяти, а переменную PLC-ID, при необходимости, либо формирует из UART-ID путем добавления единиц в старшие разряды, либо считывает из счётчика (серийный номер), либо генерирует самостоятельно как случайное число.

Кроме того, ещё одна внутренняя переменная -

- HP, указывает либо на тип хост-устройства, подключенного к UART-интерфейсу модема либо на какой-либо из нестандартных режимов его работы. Значение переменной HP можно прочитать по PLC-интерфейсу модема с помощью запроса специального вида.

## 4 Диаграмма состояний и режимы работы модема

На нижеследующем рисунке изображена диаграмма состояний модема, начинающаяся с подачи питания ("POWER UP"), включающая в себя ряд вспомогательных функциональных блоков (выделены синим и жёлтым цветом) и заканчивающаяся 7 устойчивыми финальными режимами (выделены зелёным цветом).





В следующих разделах дано более подробное описание основных элементов вышеприведённой схемы.

## 4.1 Наличие и серийный номер хост-устройства

Процедура определение наличия и серийного номера хост-устройства состоит из нескольких этапов:

- стандартный запрос серийного номера (SN Request Standard)
- 1-й специальный запрос серийного номера (SN Request Custom 'M-200' - SN Request Custom 'M-NT')
- 2-й специальный запрос серийного номера (SN Request Custom 'M-200' - SN Request Custom 'M-NT')

и т.д. в соответствии со всеми "известными" в данный момент модему протоколами.

При успешном получении серийного номера хост-устройства на каком-либо из этих этапов, модем принимает его в качестве своего сетевого адреса (PLC-ID) и выходит из процедуры.

Если алгоритм запроса серийного номера предусматривает перебор скоростей UART-интерфейса, то при получении ответа от хост-устройства, данная скорость фиксируется и используется для обмена с хост-устройством во всех последующих случаях.

### 4.1.1 SN Request Custom 'M-200'

Специальный запрос серийного номера хост-устройства по протоколу микропроцессорных счётчиков электроэнергии серии "Меркурий-200"

#### *Настройки UART-интерфейса*

Параметр	Значение
Скорость, Бод	9600
Размер слова, бит	8
Контроль чётности	нет
Число стоп-бит	1
Таймаут завершения пакета от хост-устройства	4 байтовых интервала на текущей скорости обмена
Таймаут ожидания начала ответа от хост-устройства	100 мсек

### 4.1.2 SN Request Custom 'M-230'

Специальный запрос серийного номера хост-устройства по протоколу микропроцессорных счётчиков электроэнергии серии "Меркурий-230"

#### *Настройки UART-интерфейса*

Параметр	Значение
Скорость, Бод	9600
Размер слова, бит	8
Контроль чётности	нет
Число стоп-бит	1
Таймаут завершения пакета от хост-устройства	20 мсек
Таймаут ожидания начала ответа от хост-устройства	100 мсек

### 4.1.3 SN Request Custom 'M-NT'

Специальный запрос серийного номера хост-устройства по протоколу "Mercury-NT"

#### *Настройки UART-интерфейса:*

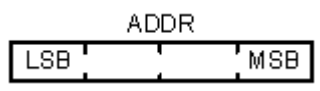
Параметр	Значение
Скорость, Бод	9600
Размер слова, бит	8
Контроль чётности	нет
Число стоп-бит	1
Таймаут завершения пакета от хост-устройства	20 мсек
Таймаут ожидания начала ответа от хост-устройства	100 мсек

### 4.1.4 SN Request Standard

Стандартный запрос серийного номера хост-устройства представляет собой последовательность ASCII-кодов ключевой фразы: "What is your serial number?" (без кавычек и с учётом пробелов).

"Standard Time Now Is = " XXXXXXXX

В ответ хост-устройство возвращает пакет вида:



содержащий 32-битный серийный номер данного хост-устройства.

#### *Настройки UART-интерфейса*

Параметр	Значение
Скорость, Бод	9600
Размер слова, бит	8
Контроль чётности	нет
Число стоп-бит	1
Таймаут завершения пакета от хост-устройства	4 байтовых интервала на текущей скорости обмена
Таймаут ожидания начала ответа от хост-устройства	100 мсек

#### ПРИМЕЧАНИЯ:

С целью контроля достоверности полученных данных модем делает не один запрос, а несколько, до тех пор, пока не совпадёт содержимое двух полученных подряд ответов, при этом максимальное количество попыток равно 5.

## 4.2 PLC NORMAL HOST MODE

Если попытка модема определить тип и серийный номер подключенного хост-устройства завершилась успешно, то модем переходит в свой основной режим работы – PLC NORMAL HOST MODE. Функционирование модема в этом режиме описано в разделе Общие положения.

В зависимости от результатов попытки определения серийного номера хост-устройства, модем присваивает то или иное значение своей внутренней переменной HP (условный номер протокола хост-устройства), которое затем вместе с прочей информацией возвращается концентратору в ответ на запрос конфигурации модема (см. документ "Меркурий-PLC-II.Техническое.описание").

В нижеследующей таблице перечислены условные номера протоколов хост-устройств, соответствующие различным ситуациям, в которых может оказаться модем после инициализации своего сетевого адреса.

НР (hex)	Символическое обозначение	Примечания
00	hpHostStandard	<p>Хост-устройство ответило модему на запрос серийного номера согласно разделу SN Request Standard.</p> <p><b>UART-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен, master-mode. Использование: для связи с единственным "стандартным" хост-устройством.</p> <p><b>PLC-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен, slave-mode. Использование: для связи с концентратором PLC-II. Примечания: модем, получив запрос, транслирует его "стандартному" хост-устройству на текущей скорости и ждёт ответа в течение 1 сек.</p>
01	hpM200	<p>Хост-устройство ответило модему на запрос серийного номера согласно разделу SN Request Custom 'M-200'.</p> <p><b>UART-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен, master-mode. Использование: для связи с электросчётчиком серии "Меркурий-200".</p> <p><b>PLC-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен, slave-mode. Использование: для связи с концентратором PLC-II. Примечания: запросы концентратора включают в себя только содержательную часть протокола, т.е. код команды и её аргументы (если они есть). Модем, получив такой пакет от концентратора, обрамляет его нулевым сетевым адресом и соответствующим контрольным кодом, после чего передаёт модифицированный таким образом запрос счётчику на текущей скорости и ждёт ответа в течение 1 сек. Получив ответ счётчика, модем отбрасывает его сетевой номер и контрольный код, а оставшуюся содержательную часть ответа возвращает концентратору.</p>
02	hpM230	<p>Хост-устройство ответило модему на запрос серийного номера согласно разделу SN Request Custom 'M-230'.</p> <p><b>UART-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен, master-mode. Использование: для связи с электросчётчиком серии "Меркурий-230".</p> <p><b>PLC-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен, slave-mode. Использование: для связи с концентратором PLC-II. Примечания: см. выше аналогичный раздел для hpM200.</p>

### 4.3 PLC TEST MODE

Данный режим предназначен исключительно для тестирования модема и включает в себя два подрежима:

- передача тестовой последовательности на несущей номер N

- приём тестовой последовательности на несущей номер N

### Режим передачи тестовой последовательности

В этом режиме модем непрерывно генерирует поток перемежающихся '0' и '1' на указанной ему несущей.

НР (hex)	Символическое обозначение	Примечания
---	---	<b>UART-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен, slave-mode, скорость 38.4 кбит/сек. Использование: эмуляция интерфейса концентратора с одним почтовым ящиком, см. раздел UART COMMAND EXEC.
		<b>PLC-интерфейс:</b> Режим работы: только передача, master-mode. Использование: передача непрерывного потока перемежающихся '0' и '1' в указанном частотном канале.

### Режим приёма тестовой последовательности

В этом режиме модем работает как анализатор тестового битового потока, генерируемого другим модемом.

НР (hex)	Символическое обозначение	Примечания
---	---	<b>UART-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен, slave-mode, скорость 38.4 кбит/сек. Использование: эмуляция интерфейса концентратора с одним почтовым ящиком, см. раздел UART COMMAND EXEC
		<b>PLC-интерфейс:</b> Режим работы: только приём, slave-mode. Использование: для приёма непрерывного потока перемежающихся '0' и '1' в указанном частотном канале.

## 4.4 PLC CONCENTRATOR MODE

Режим используется для эмуляции работы концентратора PLC-II. Когда модем находится в этом режиме у него задействован командный процессор, поддерживающий подмножество команд концентратора, описанных в разделе 5 документа "Меркурий PLC-II. Техническое описание", см. также раздел UART COMMAND EXEC.

Таким образом, в данном режиме модем функционирует как концентратор PLC-II с одним виртуальным почтовым ящиком.

НР (hex)	Символическое обозначение	Примечания
---	---	<b>UART-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен, slave-mode, скорость 38.4 кбит/сек. Использование: эмуляция интерфейса концентратора с одним почтовым ящиком, см. раздел UART COMMAND EXEC.
		<b>PLC-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен, master-mode. Использование: для связи с другими PLC-модемами по распределительной сети переменного тока 220/380В 50Гц.

## 4.5 PLC-RF GATE MODE

PLC-RF-шлюз имеет в своём составе модуль PLC-модема к UART-интерфейсу которого подключен т.н. "коммуникационный" RF-модуль. Со "стороны" PLC-интерфейса каждый PLC-RF-шлюз выглядит как PLC-шлюз (hpPlcGate) имеющий в качестве дочернего объекта RF-шлюз (hpRfGate), см. таблицу.

HP (hex)	Символическое обозначение	Примечания
03	hpPlcGate	В данном случае хост-устройство в обычном понимании этого термина отсутствует.
		<b>UART-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен транспортными пакетами в формате PLC-II (см. документ "Меркурий-PLC-II. Техническое описание"). Аналогичным образом производится также и процедура удалённого сканирования, инициированная концентратором PLC-II.
		<b>PLC-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен, slave-mode. Использование: для связи с концентратором PLC-II и другими узлами.
04	hpRfGate	В данном случае хост-устройство в обычном понимании этого термина отсутствует.
		<b>UART-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен транспортными пакетами в формате PLC-II (см. выше) и ответы на запросы сканирования. Использование: для связи с PLC-модулем.
		<b>RF-интерфейс:</b> Используется для двустороннего обмена пакетами с подчинёнными устройствами, имеющими RF-модуль.

В свою очередь, в качестве дочерних объектов к RF-шлюзу могут быть "вручную" подключены подчинённые узлы, имеющие только RF-интерфейс. В нижеследующей таблице приведен перечень их типов.

HP (hex)	Символическое обозначение	Примечания
05	hpM200F	Тип устройства полностью аналогичен hpM200, с тем отличием, что запросы концентратора с кодом 40h должны содержать командные пакеты в полном формате, включая сетевой адрес в начале и контрольный код в конце.
06	hpM230F	Тип устройства полностью аналогичен hpM230, с тем отличием, что запросы концентратора с кодом 40h должны содержать командные пакеты в полном формате, включая сетевой адрес в начале и контрольный код в конце.

## 4.6 PLC ISOLATED MODE

В этом режиме модем работает как автономное устройство.

HP (hex)	Символическое обозначение	Примечания
FA	hpNone	Аварийная ситуация. Интегрированный модем не смог обнаружить хост-устройство и присвоил себе случайный адрес из диапазона FFFA.RRRR, см. раздел GENERATE RANDOM PLC-ID.
		<b>UART-интерфейс:</b> Не используется.
		<b>PLC-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен, slave-mode. Использование: для связи с концентратором PLC-II.
FE	hpTest	Хост-устройство модемом не обнаружено, но по содержимому переменной UART-ID (диапазон адресов 4001...47FF) модем определил, что является автономным тестовым прототипом.
		<b>UART-интерфейс:</b> Режим работы: только передача на скорости 115.2 кбит/сек, master-mode. Использование: для передачи непрерывного потока текстовых отладочных сообщений.
		<b>PLC-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен, slave-mode. Использование: для связи с концентратором PLC-II.

## 4.7 PLC-UART GATE MODE

В этом режиме модем работает как шлюз из PLC-сети в локальную сеть оконечных устройств, подключенных к его UART-интерфейсу.

HP (hex)	Символическое обозначение	Примечания
FF	hpUnknown	Скорость обмена в локальной сети определяется значением UART-ID: 49XX - 2.4 кБод 4AXX - 4.8 кБод 4BXX - 9.6 кБод 4CXX - 19.2 кБод 4DXX - 38.4 кБод 4EXX - 56.4 кБод 4FXX - 115.2 кБод
		<b>UART-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен на предустановленной скорости (см.выше), master-mode. Использование: обмен с внешними устройствами в режиме запрос/ответ.
		<b>PLC-интерфейс:</b> Режим работы: двусторонний обмен, slave-mode. Использование: для связи с концентратором PLC-II. Примечания: модем, получив запрос, транслирует его в внешнему устройству на указанной скорости и ждёт ответа в течение 1 сек.

## 4.8 GENERATE RANDOM PLC-ID

Если по тем или иным причинам модему не удалось получить серийный номер от хост-устройства, а UART-идентификатор не задан, то модем генерирует свой PLC-ID самостоятельно, в формате FFFA.RRRR, где RRRR - случайное 16-ти битовое двоичное число, после чего переходит в "аварийный" режим работы, поддерживая связь только с концентратором, см. раздел PLC ISOLATED MODE. Префикс FFFA указывает на наличие в данном подчинённом узле аварийной ситуации.

## 4.9 UART COMMAND EXEC

Этот функциональный блок представляет собой командный процессор, поддерживающий подмножество команд концентратора PLC-II, описанных в разделе 5 документа "Меркурий PLC-II. Техническое описание". В поддерживаемое подмножество входят следующие команды:

Команда	Примечания
GET_VERINFO	Чтение версии прошивки модема
GET_ADDR	Чтение UART-ID
SET_ADDR	Запись UART-ID
GET_MB_STATUS	Чтение статуса почтового ящика
GET_MB_REQ	Чтение отделения для запросов
SET_MB_REQ	Запись в отделение для запросов
GET_MB_ANS	Чтение отделения для ответов
SET_MB_ANS	Запись параметров ожидаемого ответа
GET_ROUTE	Чтение маршрута доступа к узлу
SET_ROUTE	Запись маршрута доступа к узлу
SET_CONFIG	Запись конфигурации
GET_CONFIG	Чтение конфигурации
GET_BERR	Чтение оценок уровня битовых ошибок
GET_SCALE	Запись уровня тестового сигнала
SET_SCALE	Чтение уровня тестового сигнала

Первые три команды валидны во всех случаях использования функционального блока "UART COMMAND EXEC", следующие 7 - только в режиме "PLC CONCENTRATOR MODE" (в тех случаях, когда это необходимо, в качестве номера адресуемого почтового ящика используется FFFFFFFFh), последние 5 - только в режиме "PLC TEST MODE".

## 4.10 Интерфейс доступа к модему в режиме UART "COMMAND EXEC"

Для связи с модемом используется физический интерфейс RS-485 (38400-8b-NP-1S) и логическая процедура обмена пакетами по формуле "запрос/ответ".

**ПАКЕТНЫЙ ОБМЕН ДАННЫМИ ХОСТ ↔ МОДЕМ (общий формат запросов/ответов)**

Поле пакета (в порядке следования)	Длина поля (байта)	ПРИМЕЧАНИЯ
CRC24	3	Контрольный код заголовочной части пакета, рассчитанный по содержимому полей SRC+DST+LEN. Служит для обнаружения заголовка пакета в потоке байтов.



Поле пакета (в порядке следования)	Длина поля (байта)	ПРИМЕЧАНИЯ
SRC	2	UART-ID источника пакета.
DST	2	UART-ID получателя пакета.
LEN	1	Длина полезной нагрузки пакета (0..255) в байтах.
PAYLOAD	LEN	Полезная нагрузка пакета переменной длины.
CHECKSUM	1	Младший байт суммы всех байтов поля PAYLOAD минус 1.

**ПРИМЕЧАНИЯ:**

- Обязательная группа полей CRC24+SRC+DST+LEN, представляет собой 8-ми байтовый заголовок пакета.
- Алгоритмы вычисления CRC24 даны в Приложение Б. Процедура вычисления 24-разрядного циклического кода (RFC-2440)".
- При взаимодействии с модемом, внешний контроллер использует в качестве своего UART-ID значение FFFFh.
- Первый байт поля 'PAYLOAD' во всех случаях определяет тип пакета с запросом/ответом.
- Все поля пакетов, длина которых больше одного байта, передаются младшими байтами вперёд.

**4.10.1 Чтение версии прошивки модема**

PAYLOAD				ПРИМЕЧАНИЯ
Запрос GET_VERINFO		Ответ GET_VERINFO		
поле	значение	поле	значение	
TYPE	83	TYPE	83	тип пакета (1 байт)
X	X	VERSTR	***	произвольная последовательность текстовых символов длиной не более 255 байт

**ПРИМЕЧАНИЯ:**

Старшая тетрада VERSTR соответствует старшей цифре номера версии микропрограммы модема, младшая тетрада VERSTR - младшей цифре номера версии.

Знаком 'X' отмечены неиспользуемые ячейки таблицы, знак \*\*\* означает наличие данных в указанном формате.

**4.10.2 Запись/чтение UART-ID**

Пакеты данного типа используются в случае возникновения необходимости записать новый либо прочитать неизвестный UART-идентификатор данного модема. Поле 'DST' в заголовке пакета в этом случае должно быть обязательно заполнено широковещательным идентификатором 5FFFh, действительным для любого модема.

Запрос UART-идентификатора модема возможен только в том случае, если к последовательной шине подключен лишь один модем. В противном случае все услышавшие его модемы ответят на него с непредсказуемым результатом.

PAYLOAD				ПРИМЕЧАНИЯ
Запрос SET_ADDR		Ответ GET_ADDR		
поле	значение	поле	значение	
TYPE	06	TYPE	86	
				тип пакета (1 байт)



mUARTL	***	mUARTL	***	новый UART-идентификатор модема (мл. байт)
mUARTH	***	mUARTH	***	новый UART-идентификатор модема (ст. байт)
PAYLOAD				ПРИМЕЧАНИЯ
Запрос GET_ADDR		Ответ GET_ADDR		
поле	значение	поле	значение	
TYPE	86	TYPE	86	тип пакета (1 байт)
X	X	mUARTL	***	текущий UART-идентификатор модема (мл. байт)
X	X	mUARTH	***	текущий UART-идентификатор модема (ст. байт)

ПРИМЕЧАНИЯ:

Знаком 'X' отмечены неиспользуемые ячейки таблицы, знак \*\*\* означает наличие данных в указанном формате.

#### 4.10.3 Чтение статуса почтового ящика

PAYLOAD				ПРИМЕЧАНИЯ
Запрос GET_MB_STATUS		Ответ GET_MB_STATUS		
поле	значение	поле	значение	
TYPE	91	TYPE	91	тип пакета (1 байт)
ADDRLL	FF	ADDRLL	FF	адрес почтового ящика (мл.байт)
ADDRL	FF	ADDRL	FF	адрес почтового ящика, байт #2
ADDRH	FF	ADDRH	FF	адрес почтового ящика, байт #3
ADDRHH	FF	ADDRHH	FF	адрес почтового ящика (ст.байт)
X	X	STATUS	***	статус нулевого сегмента почтового ящика (1 байт)
X	X	TIME	***	таймер продолжительности цикла обмена (2 байта)
X	X	errCNT	***	счётчик неудачных попыток обращения к узлу (1 байт)

ПРИМЕЧАНИЯ:

Структура поля 'STATUS':

STATUS.0 ... STATUS.3 - нумератор состояний данного сегмента:

- 0 - 'EMPTY', - "отделение" для запросов свободно (пусто)
- 1 - 'PENDING', - "отделение" для запросов занято запросом, который ожидает своей очереди на отправку к узлу назначения
- 2 - 'TRANSACTION', - данный запрос находится в процессе передачи подчинённому узлу
- 3 - 'OK', - на данный запрос получен ответ от удалённого узла, который в данный момент находится в "отделении" для ответов
- 4 - 'ERROR', - ответ на данный запрос от указанного подчинённого узла получить не удалось
- 5 - 'T.ERROR', - истёк таймаут ожидания ответа от подчинённого узла
- 6..7 - не используются

8..15 - 'RX.ERROR', - ошибка ретрансляции в уровнях с 1 до 8+ ('R2.ERROR' - ошибка ретрансляции во втором уровне)

STATUS.4..7 - не используется

Поле 'TIME' содержит показания таймера продолжительности текущего цикла обмена с данным подчинённым узлом (время прошедшее между посылкой запроса и получением ответа в десятках миллисекунд). В ходе цикла обмена с узлом это поле инкрементируется 100 раз в секунду.

Поле 'errCNT' содержит счётчик ошибок обмена с узлом. Его содержимое увеличивается на единицу всякий раз после неуспешной попытки обращения к данному подчинённому узлу.

Знаком 'X' отмечены неиспользуемые ячейки таблицы, знак \*\*\* означает наличие данных в указанном формате.

#### 4.10.4 Запись/чтение отделения для запросов

PAYLOAD				ПРИМЕЧАНИЯ
Запрос SET_MB_REQ		Ответ GET_MB_REQ		
поле	значение	поле	значение	
TYPE	12	TYPE	92	тип пакета (1 байт)
ADDRLL	FF	ADDRLL	FF	адрес почтового ящика (мл.байт)
ADDRL	FF	ADDRL	FF	адрес почтового ящика, байт #2
ADDRH	FF	ADDRH	FF	адрес почтового ящика, байт #3
ADDRHH	FF	ADDRHH	FF	адрес почтового ящика (ст.байт)
REQ	***	X	X	Запрос к удалённому узлу с указанным адресом
PAYLOAD				ПРИМЕЧАНИЯ
Запрос GET_MB_REQ		Ответ GET_MB_REQ		
поле	значение	поле	значение	
TYPE	92	TYPE	92	тип пакета (1 байт)
ADDRLL	FF	ADDRLL	FF	адрес почтового ящика (мл.байт)
ADDRL	FF	ADDRL	FF	адрес почтового ящика, байт #2
ADDRH	FF	ADDRH	FF	адрес почтового ящика, байт #3
ADDRHH	FF	ADDRHH	FF	адрес почтового ящика (ст.байт)
X	X	REQ	***	Запрос к удалённому узлу с указанным адресом

ПРИМЕЧАНИЯ:

Поле 'REQ' по формату совпадает с полезной нагрузкой транспортного пакета и всегда начинается с поля 'COM', содержание которого определяет кому предназначен данный запрос, - PLC-модему или его хост-устройству, а также тип самого запроса.

При смене запроса "на ходу" (во время его исполнения) возможна ситуация, когда в отделение для ответов попадёт ответ не на новый запрос, а на предыдущий.

Знаком 'X' отмечены неиспользуемые ячейки таблицы, знак \*\*\* означает наличие данных в указанном формате.

#### 4.10.5 Запись/чтение отделения для ответов

PAYLOAD		ПРИМЕЧАНИЯ
Запрос SET_MB_ANS	Ответ GET_MB_ANS	

поле	значение	поле	значение	
TYPE	13	TYPE	93	тип пакета (1 байт)
ADDRLL	FF	ADDRLL	FF	адрес почтового ящика (мл.байт)
ADDRLL	FF	ADDRLL	FF	адрес почтового ящика, байт #2
ADDRH	FF	ADDRH	FF	адрес почтового ящика, байт #3
ADDRHH	FF	ADDRHH	FF	адрес почтового ящика (ст.байт)
COM	***	X	X	Ожидаемый код ответа удалённого узла (1 байт)
LEN	***	X	X	Ожидаемая длина ответа удалённого узла (1 байт, беззнаковое целое число)
PAYLOAD				ПРИМЕЧАНИЯ
Запрос GET_MB_ANS		Ответ GET_MB_ANS		
поле	значение	поле	значение	
TYPE	93	TYPE	93	тип пакета (1 байт)
ADDRLL	FF	ADDRLL	FF	адрес почтового ящика (мл.байт)
ADDRLL	FF	ADDRLL	FF	адрес почтового ящика, байт #2
ADDRH	FF	ADDRH	FF	адрес почтового ящика, байт #3
ADDRHH	FF	ADDRHH	FF	адрес почтового ящика (ст.байт)
X	X	ANS	***	Ответ удалённого узла с указанным адресом

**ПРИМЕЧАНИЯ:**

Операция чтения имеет смысл лишь в случае, когда содержимое поля статуса указывает на то, что концентратор уже получил ответ удалённого (STATUS = 3).

Операция записи выполняется до записи запроса.

Поле 'ANS' по формату совпадает с полезной нагрузкой ответного транспортного пакета и всегда начинается с поля 'COM'.

После успешного чтения отделения для ответов, концентратор сбрасывает статус почтового ящика в 0.

Знаком 'X' отмечены неиспользуемые ячейки таблицы, знак \*\*\* означает наличие данных в указанном формате.

**4.10.6 Запись/чтение маршрута доступа к узлу**

PAYLOAD				ПРИМЕЧАНИЯ
Запрос SET_ROUTE		Ответ GET_ROUTE		
поле	значение	поле	значение	
TYPE	14	TYPE	94	тип пакета (1 байт)
ADDRLL	FF	ADDRLL	FF	адрес подчиненного узла (мл.байт)
ADDRLL	FF	ADDRLL	FF	адрес подчиненного узла, байт #2
ADDRH	FF	ADDRH	FF	адрес подчиненного узла, байт #3
ADDRHH	FF	ADDRHH	FF	адрес подчиненного узла (ст.байт)
PATH	***	PATH	***	маршрут доступа в виде последовательности 4-х байтовых адресов, которая начинается с адреса концентратора и заканчивается адресом данного подчинённого узла, может иметь нулевую длину
PAYLOAD				

PAYLOAD				ПРИМЕЧАНИЯ
Запрос SET_ROUTE		Ответ GET_ROUTE		
поле	значение	поле	значение	
Запрос GET_ROUTE		Ответ GET_ROUTE		
поле	значение	поле	значение	ПРИМЕЧАНИЯ
TYPE	94	TYPE	94	тип пакета (1 байт)
ADDRLL	FF	ADDRLL	FF	адрес подчиненного узла (мл.байт)
ADDRL	FF	ADDRL	FF	адрес подчиненного узла, байт #2
ADDRH	FF	ADDRH	FF	адрес подчиненного узла, байт #3
ADDRHH	FF	ADDRHH	FF	адрес подчиненного узла (ст.байт)
X	X	PATH	***	маршрут доступа в виде последовательности 4-х байтовых адресов, которая начинается с адреса концентратора и заканчивается адресом данного подчинённого узла, может иметь нулевую длину

**ПРИМЕЧАНИЯ:**

Синим цветом и знаком 'X' отмечены неиспользуемые ячейки таблицы, знак \*\*\* означает наличие данных в указанном формате.

#### 4.10.7 Запись/чтение конфигурации (только в режиме "PLC TEST MODE")

PAYLOAD				ПРИМЕЧАНИЯ
Запрос SET_CONFIG		Ответ GET_CONFIG		
поле	значение	поле	значение	
TYPE	00	TYPE	80	
CONFIG	***	CONFIG	***	тип пакета (1 байт)
				поле битовых флажков

PAYLOAD				ПРИМЕЧАНИЯ
Запрос GET_CONFIG		Ответ GET_CONFIG		
поле	значение	поле	значение	
TYPE	80	TYPE	80	
X	X	CONFIG	***	тип пакета (1 байт)
				поле битовых флажков

**ПРИМЕЧАНИЯ:**

CONFIG - поле битовых флажков, определяющих поведение модема в режиме "PLC TEST MODE"

CONFIG.0...3 - определяет исполняемую модемом функцию:

0 - приём тестового сигнала на всех несущих и в обоих каналах одновременно

1...5 - излучение тестового сигнала на несущей с указанным номером

6 - излучение тестового сигнала на всех несущих одновременно (с уменьшенной амплитудой)

7..15 - то же, что и 0

CONFIG.4...7 - не используется

Знаком 'X' отмечены неиспользуемые ячейки таблицы, знак \*\*\* означает наличие данных в указанном формате.

#### 4.10.8 Чтение оценок уровня битовых ошибок (только в режиме "PLC TEST MODE")

PAYLOAD				ПРИМЕЧАНИЯ
Запрос GET_BERR		Ответ GET_BERR		
поле	значение	поле	значение	
TYPE	82	TYPE	82	тип пакета (1 байт)
X	X	BERR	***	уровни битовых ошибок (10 байт)

ПРИМЕЧАНИЯ:

int8 BERR[10]

BERR[0] - несущая # 1, усиление 1

BERR[1] - несущая # 1, усиление 100

BERR[2] - несущая # 2, усиление 1

\*\*\*\*\*

BERR[9] - несущая # 5, усиление 100

BERR[X] находится в диапазоне 0..48, 48 - ошибки отсутствуют

Синим цветом и знаком 'X' отмечены неиспользуемые ячейки таблицы, знак \*\*\* означает наличие данных в указанном формате.

#### 4.10.9 Запись/чтение уровня тестового сигнала (только в режиме "PLC TEST MODE")

PAYLOAD				ПРИМЕЧАНИЯ
Запрос SET_SCALE		Ответ GET_SCALE		
поле	значение	поле	значение	
TYPE	01	TYPE	81	тип пакета (1 байт)
SCALE	***	SCALE	***	условный уровень тестового сигнала
PAYLOAD				ПРИМЕЧАНИЯ
Запрос GET_SCALE		Ответ GET_SCALE		
поле	значение	поле	значение	
TYPE	81	TYPE	81	тип пакета (1 байт)
X	X	SCALE	***	условный уровень тестового сигнала

ПРИМЕЧАНИЯ:

SCALE - выходной сигнал передатчика умножается на число  $2^{(-SCALE)}$ ,  $0 \leq SCALE \leq 6$ . Значение по умолчанию - 0.

Синим цветом и знаком 'X' отмечены неиспользуемые ячейки таблицы, знак \*\*\* - означает наличие данных в указанном формате.

### Приложение А. Сводная таблица типов подчинённых узлов

НР (hex)	Символическое обозначение	Примечания
00	hpHostStandard	

01	hpM200	
02	hpM230	
03	hpPlcGate	
04	hpRfGate	
05	hpM200F	
06	hpM230F	
07	hpPS	То же, что и hpM230, за исключением некоторых деталей собственно протокола управления конкретным устройством.
08	hpM205	
09	hpM235	
0A	hpSlave	Концентратор PLC-II в Slave-режиме
0B	hpNT	Устройство с протоколом "Mercury-NT"
-	-	
FA	hpNone	
-	-	
FE	hpTest	
FF	hpUnknown	

## Приложение Б. Процедура вычисления 24-разрядного циклического кода (RFC-2440)

```
#define CRC24_INIT 0x0B704CE
#define CRC24_POLY 0x1864CFB

unsigned long crc_octets (unsigned char *octets, int len)
{
    int i;
    unsigned long crc = CRC24_INIT;

    while (len--) {
        crc ^= (*octets++) << 16;
        for (i = 0; i < 8; i++) {
            crc <<= 1;
            if (crc & 0x1000000) crc ^= CRC24_POLY;
        }
    }

    return (crc & 0x00FFFFFF);
} // end of crc_octets()
```