

УТВЕРЖДЕН
ЛАНИ.467854.001 РЭ-ЛУ

ПРИБОР ИНДИКАЦИИ УРОВНЯ

ПИУ

Руководство по эксплуатации

ЛАНИ.467854.001 РЭ

Количество листов - 19

СОДЕРЖАНИЕ

1 Описание и работа изделия	3
1.1 Назначение изделия	3
1.2 Технические характеристики	3
1.3 Устройство и работа.....	4
2 Использование по назначению.....	5
2.1 Требования безопасности	5
2.2 Подготовка изделия к использованию	5
2.3 Указания по включению и опробованию.....	5
2.4 Размещение и монтаж изделия	6
2.5 Порядок работы	6
2.6 Контроль работоспособности	6
3 Техническое обслуживание	7
4 Хранение и транспортирование	7
5 Комплект поставки.....	8
6 Гарантии изготовителя	8
7 Свидетельство о приемке	8
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	9
Методика градуировки	9
А.1 Порядок определения градуировочных характеристик.....	9
А.2 Градуировочная таблица	9
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	10
Протокол связи ПИУ с компьютером.....	10
Б.1 Общие сведения	10
Б.2 Режимы передачи	11
Б.3 Функции	14
Б.4 Описание регистров ПИУ	17

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с принципом работы и конструкцией приборов индикации уровня ПИУ (далее – приборов) и устанавливает правила их эксплуатации и обслуживания.



Прибор выпускается в двух исполнениях:

- стационарный ПИУ-1;
- переносной ПИУ-2.

При изучении и эксплуатации ПИУ необходимо дополнительно руководствоваться эксплуатационными документами на составные части:

- блок питания стабилизированный 6 вольт 500 мА;
- NiMh аккумулятор типа АА;
- зарядное устройство аккумуляторов типа АА.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

1.1 Назначение изделия

Прибор индикации уровня применяется в комплекте с уровнемерами тензометрическими УрТ, обеспечивающими измерение уровня воды.

ПИУ предназначен для питания УрТ напряжением 24 вольта, преобразования входного сигнала 4-20мА в уровень и выдачи результата на индикатор.

Преобразование осуществляется по формуле:

$$H_i = 0,625 * (I_i - 4) * H_{макс}. \quad (1)$$

где: I_i - ток в мА в цепи питания уровнемера;

$H_{макс}$ - максимальное значение уровня во флэш-памяти прибора (параметр h_{max}).

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Предел допускаемой основной относительной погрешности прибора $\pm 0,05\%$.

1.2.2 Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной (20 ± 5)°С, не превышает половины величины основной погрешности на каждые 10°С.

1.2.3 Время готовности ПИУ к работе с момента включения питания не более 10 секунд.

1.2.4 ПИУ обеспечивает индикацию уровня воды и передачу информации потребителю по интерфейсу RS-485 по протоколу MODBUS-RTU.

1.2.5 Средний срок службы ПИУ - не менее 8 лет.

1.2.6 Вид климатического исполнения ПИУ соответствует УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69, для эксплуатации в закрытых отапливаемых помещениях при температурах от 0 до 40 °С и относительной влажности воздуха до 80% при температуре 25 °С.

1.2.7 Питание ПИУ осуществляется от 4-х аккумуляторов типа АА или от сети постоянного тока напряжением ($6 \pm 0,2$) В.

1.2.8 Потребляемая мощность ПИУ - не более 3 ВА.

1.2.9 ПИУ и вспомогательное оборудование в упаковке при транспортировании выдерживают:

- воздействие температуры окружающей среды от минус 50 °С до 50 °С;
- транспортную тряску с ускорением 30 м/с² при частоте ударов от 80 до 120 в минуту в течение 1 ч.

1.2.10 Габаритные размеры (длина, ширина, высота) и масса:

Исполнение ПИУ-1: 185×50×130; 0,4 кг

Исполнения ПИУ-2: 112×40×82; 0,3 кг

1.3 Устройство и работа

1.3.1 Работа ПИУ основана на измерении тока с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

1.3.2 ПИУ производит: измерение тока; обработку значения тока по встроенным алгоритмам; вывод значения уровня на цифровой индикатор и в компьютер по его запросу.

1.3.3 Схема прибора приведена на рисунке 1.

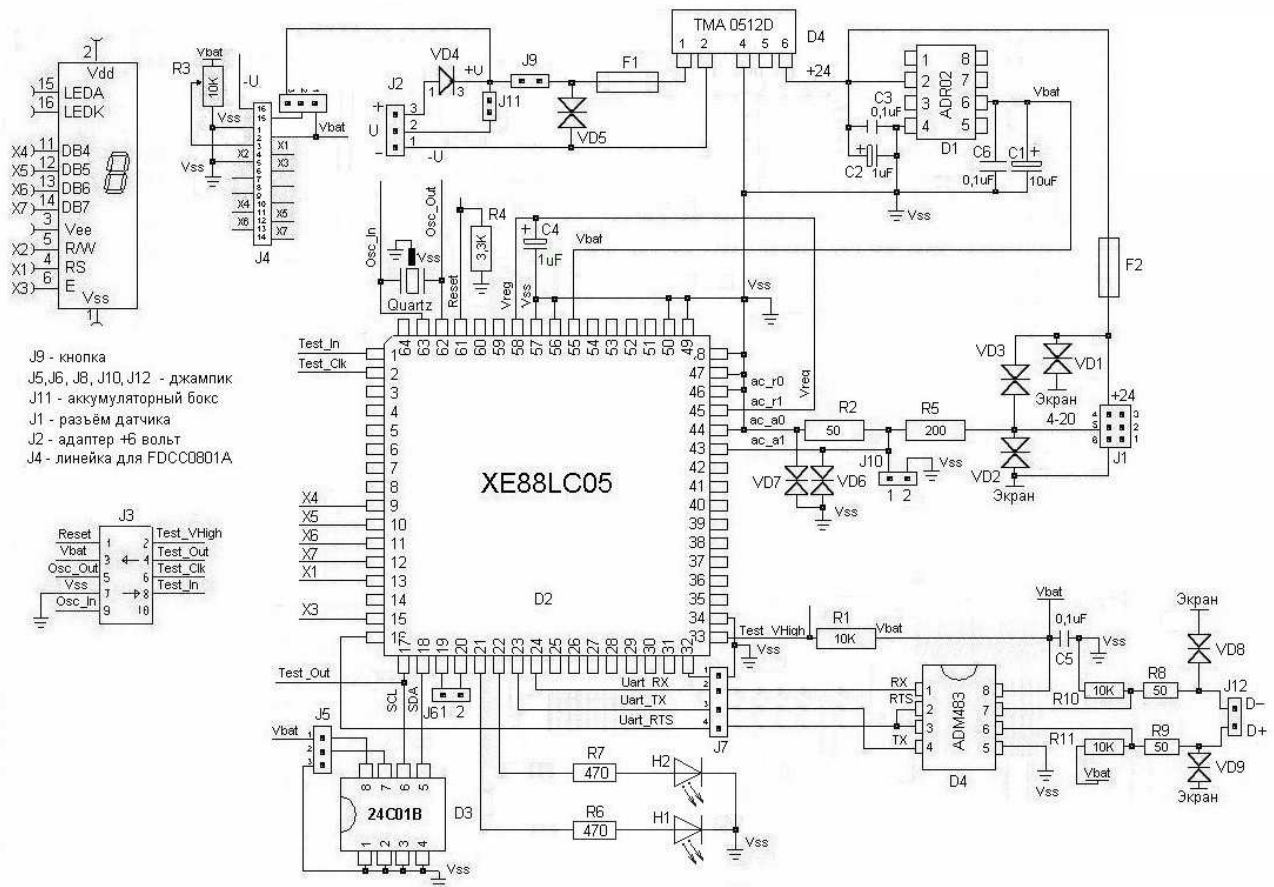


Рисунок 1

1.3.4 По включению питания микросхема TMA0512D напряжение аккумуляторов (4,8 вольта) или блока питания (5,3 вольта) в напряжение 24 вольта для питания датчика уровня УрТ и после преобразования ADR02 в стабилизированные 5 вольт для питания микроконтроллера XE88LC05. После подачи питания в микроконтроллере запускается программное обеспечение. Ток в цепи питания УрТ пропорциональный величине столба жидкости, расположенной над УрТ, проходит через резисторы R5 и R2. Резистор R2 подключен к входам ac_a0 и ac_a1 АЦП микроконтроллера XE88LC05. Измеренное значение напряжения на резисторе R2 пересчитывается по калибровочным коэффициентам из флэш-памяти 24C01B в значение уровня, которое выводится на жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) типа FDCC0801B (порты

PC0 – PC6 микроконтроллера) и в регистры оперативной памяти, которые могут быть прочитаны с помощью протокола MODBUS-RTU по RS-485 (точки D- и D+).

1.3.5 Перевод значений электрических сигналов в значения в единицах физической величины определяют в процессе градуировки. Градуировка измерительного канала является частью настройки ПИУ и проводится с целью определения градуировочной характеристики. Вычисление коэффициентов аппроксимирующего полинома производится в микроконтроллере по градуировочной таблице, записанной во флэш-памяти 24C01В.

1.3.6 Приборы конструктивно в двух исполнениях:

- стационарный ПИУ-1;
- переносной ПИУ-2.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Требования безопасности

2.1.1 Прибор относится к классу III по ГОСТ 12.2.007.0–75 и не использует напряжений, опасных для человека.

2.1.2 Обслуживающему персоналу необходимо знать и соблюдать "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей".

2.2 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 Работать с изделием могут лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации, ознакомившиеся со схемой и конструкцией ПИУ и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

2.2.2 Внимание! Для обеспечения устойчивой работы ПИУ и предотвращения его выхода из строя, питание рекомендуется осуществлять через устройство подавления импульсных помех и грозовых разрядов по первичной сети в соответствии с ГОСТ 13109-97 "Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения"

2.3 Указания по включению и опробованию

2.3.1 Перед включением проверить конструкцию прибора на отсутствие внешних повреждений.

2.3.2 Для опробования перед монтажом на месте эксплуатации включить прибор. При включении прибора без датчика на вход подается нулевой ток. Так как прибор настроен на диапазон 4 – 20 мА, прибор должен показывать отрицательный уровень (-1.5м при настройке на 6м, -2.5м при настройке на 10м и -15м при настройке на 60м).

2.4 Размещение и монтаж изделия

2.4.1 ПИУ-1 устанавливается в отапливаемом помещении. Для использования блока питания (преобразователя переменного напряжения в постоянное), при стационарном размещении, надо иметь подводку напряжения ($220 \pm 15\%$) В и частотой (50 ± 1) Гц.

2.4.2 Кабель, соединяющий УрТ и ПИУ, прокладывается воздушной линией или закапывается в землю на глубину до 20 см или прокладывается в трубе диаметром не менее 0,5 дюйма. При прокладке кабеля необходима маркировка его жил для исключения неправильного соединения УрТ и ПИУ. Целесообразно соединение кабеля с УрТ осуществлять через клеммную колодку.

2.4.3 Подключение земляной клеммы прибора к земляному контуру производить проводом сечением не менее 1 мм^2 .

2.5 Порядок работы

2.5.1 После включения питания ПИУ-1 готов к работе.

2.5.2 Для считывания информации с уровнемера, установленного стационарно, подключить кабель к ПИУ-2. Включить питание ПИУ-2. Измеренный уровень отображается на индикаторе прибора.

2.6 Контроль работоспособности

Контроль работоспособности ПИУ проводится периодически (1 раз в год). При проведение контроля используется:

- магазин сопротивлений;
- миллиамперметр типа Д5076, шкала 0 - 25 мА, класс точности 0,2;

Для проведения контроля собрать схему согласно рисунка 2, где R – магазин сопротивлений.

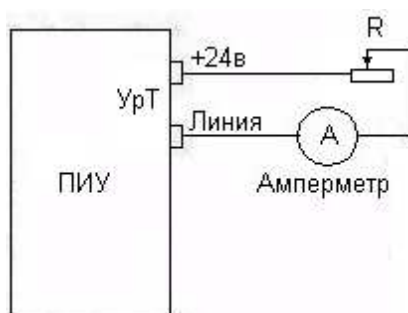


Рисунок 2

Изменяя сопротивление R получают различные значения тока в линии (при $R \approx 1 \text{ кОм}$ $I_i \approx 19 \text{ мА}$, при $R \approx 2 \text{ кОм}$ $I_i \approx 11 \text{ мА}$, при $R \approx 3 \text{ кОм}$ $I_i \approx 7 \text{ мА}$). По показаниям миллиамперметра I_i , рассчитывают истинные значения уровня H_{ii} по формуле (1) пункта 1.1 и сравнивают их с показаниями H_i ПИУ, которые высвечиваются на индикаторе.

Погрешность преобразования γ_i в i -той точке диапазона определяют по формуле:

$$\gamma_i = 100 * (H_{и i} - H_i) / H_{макс} , \quad (2)$$

Если погрешность γ_i превышает допустимое значение, проводится градуировка прибора по методике градуировки (приложении А).

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1.1 Внешний осмотр и контроль работоспособности проводятся согласно 2.3, 2.6

3.1.2 Текущий ремонт осуществляется предприятием-изготовителем по договору. В течение гарантийного срока ремонт ПИУ осуществляется бесплатно.

4 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

4.1.1 ПИУ должны храниться в условиях, установленных для группы 1 ГОСТ 15150-69 в упаковке в складских помещениях при температуре воздуха от 0 до 40 °С и относительной влажности воздуха до 80 % при температуре 25 °С.

4.1.2 В помещении для хранения ПИУ не должно быть агрессивных примесей (паров кислот, щелочей).

4.1.3 ПИУ можно транспортировать любым видом транспортных средств, на любое расстояние в условиях, установленных для группы 5 ГОСТ 15150-69.

4.1.4 При транспортировании должна быть обеспечена защита транспортной тары от непосредственного воздействия атмосферных осадков. Расстановка и крепление груза на транспортных средствах должны обеспечивать устойчивое положение груза при транспортировании.

4.1.5 После транспортирования при отрицательных температурах прибор должен быть выдержан при нормальных условиях не менее 12 ч.

5 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Комплект поставки ПИУ включает:

- прибор индикации уровня;
- руководство по эксплуатации;
- 4 NiMh аккумулятора;
- зарядное устройство на 4 аккумулятора типа AA;
- блок питания стабилизированный БПС6/0,5;
- переходной кабель и компакт-диск с программным обеспечением.

6 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

6.1.1 Изготовитель – ЗАО НТЦ «Гидромет», г. Обнинск

6.1.2 Гарантийный срок эксплуатации - 18 месяцев со дня ввода в эксплуатацию при условии соблюдения условий транспортирования и эксплуатации.

6.1.3 Гарантийный срок хранения - 6 месяцев со дня поставки прибора.

7 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Прибор индикации уровня ПИУ _____ Зав. №

изготовлен и принят в соответствии с действующей технической документацией ЛАНИ.467854.001 и признан годным для эксплуатации.

Руководитель организации

МП

личная подпись

расшифровка подписи

год, месяц, число

МЕТОДИКА ГРАДУИРОВКИ

А.1 Порядок определения градуировочных характеристик

А.1.1 Порядок определения градуировочных характеристик измерительных каналов. Надо подключить эталонный генератор тока к J10 (точки 1,2) установить ток эталонного генератора и записать установленное значение в таблицу (поле $y[8]$). Допускается проведение калибровки по 8 точкам. Если точек меньше, то для завершения списка надо ввести нулевую точку. Ток в таблицу записывается в микроамперах

А.1.2 Строка таблицы $x[8]$ предназначена для ввода 16-битных значений АЦП в интервале $0 \div 65535$. Код АЦП поступает в компьютер в результате чтения регистров 28 и 29 оперативной памяти прибора по RS-485 (протокол MODBUS-RTU).

А.2 Градуировочная таблица

Давление пресса на датчик в сопоставимых току единицах в интервале $4000 \div 20000$ микроампер

$y[8]$ - монотонно возрастающий ряд значений (если значение меньше предыдущего, то обработка ряда завершается)

--	--	--	--	--	--	--	--

16-битное значение АЦП в интервале $0 \div 65535$, соответствующее тока

$x[8]$ – ряд значений кодов АЦП

--	--	--	--	--	--	--	--

ПРОТОКОЛ СВЯЗИ ПИУ С КОМПЬЮТЕРОМ

Б.1 Общие сведения

Для обмена данными в сети нужны, как минимум, два устройства. Одно из них - главное устройство MASTER (в дальнейшем будем называть его ЗАКАЗЧИК), которое может начать обмен данными, отправив в сеть пакет с инструкциями, а другое - подчиненное устройство SLAVE (в дальнейшем будем называть его ИСПОЛНИТЕЛЬ), которое обрабатывает принятые инструкции.. Порядок обмена данными в сети называется протоколом обмена.

Протокол необходимая часть работы системы. Он определяет как ЗАКАЗЧИК и ИСПОЛНИТЕЛЬ устанавливают и прерывают контакт, как идентифицируются отправитель и получатель, каким образом происходит обмен сообщениями, как обнаруживаются ошибки. Протокол управляет циклом запроса и ответа, который происходит между устройствами ЗАКАЗЧИК и ИСПОЛНИТЕЛЬ.

Протокол подразумевает, что в сети один ЗАКАЗЧИК и до 247 ИСПОЛНИТЕЛЕЙ. Хотя протокол и поддерживает до 247 ИСПОЛНИТЕЛЕЙ, драйвер двухпроводной линии RS-485 обычно поддерживает 32 ИСПОЛНИТЕЛЯ. Каждому ИСПОЛНИТЕЛЮ присвоен уникальный адрес устройства в диапазоне от 1 до 247.

Только ЗАКАЗЧИК может инициировать транзакцию. Транзакции бывают либо типа запрос/ответ (адресуется только один ИСПОЛНИТЕЛЬ), либо ширококвещательные - без ответа (адресуются все ИСПОЛНИТЕЛИ). Транзакция содержит один кадр запроса и один кадр ответа, либо один кадр ширококвещательного запроса.

Некоторые характеристики протокола Modbus фиксированы. К ним относятся формат кадра, последовательность кадров, обработка ошибок и исключительных ситуаций, и выполнение функций.

Другие характеристики выбираются пользователем. К ним относятся тип связи, скорость обмена, проверка на четность и число стоповых бит, Эти параметры не могут быть изменены во время работы системы.

При передаче по линиям данных, сообщения помещаются в «конверт». «Конверт» покидает устройство через «порт» и «пересылается» по линиям адресуемому устройству. Протокол Modbus описывает «конверт» в форме кадров сообщений. В сообщении есть АДРЕС

получателя, *ФУНКЦИЯ*, которую получатель должен выполнить, *ДАННЫЕ*, необходимые для выполнения этой функции, и *КОНТРОЛЬНАЯ СУММА* для контроля достоверности.

Когда сообщение достигает ИСПОЛНИТЕЛЯ, он вскрывает конверт, читает сообщение, и, если не возникло ошибок, выполняет требуемую задачу. Затем ИСПОЛНИТЕЛЬ помещает в конверт ответное сообщение и посылает его ЗАКАЗЧИКУ. В ответном сообщении есть *АДРЕС* устройства, *ФУНКЦИЯ*, которая была выполнена, *ДАННЫЕ*, полученные в результате выполнения задачи, и *КОНТРОЛЬНАЯ СУММА* для контроля достоверности.

Если сообщение было широковещательным (сообщение для всех ИСПОЛНИТЕЛЕЙ), на что указывает адрес 0, то ответное сообщение не передается.

Обычно ЗАКАЗЧИК посылает следующее сообщение другому ИСПОЛНИТЕЛЮ после приема корректного ответа, либо после истечения времени ожидания ответа (тайм-аута). Все сообщения могут рассматриваться как запросы ЗАКАЗЧИКА, генерирующие ответные сообщения ИСПОЛНИТЕЛЯ. Широковещательные сообщения могут рассматриваться как запросы, не требующие ответных сообщений.

Б.2 Режимы передачи

Режим передачи определяет структуру отдельных блоков информации в сообщении и системы счисления, используемую для передачи данных. В системе Modbus существуют два режима передачи ASCII и RTU (Remote Terminal Unit). Мы используем режим передачи RTU, поэтому будем описывать протокол Modbus-RTU.

В режиме RTU данные передаются непрерывным потоком в виде 8-разрядных двоичных символов.

Существует два типа ошибок, которые могут возникать в системах связи: ошибки передачи и программные или оперативные ошибки. Система Modbus имеет способы определения каждого типа ошибок.

Ошибки связи обычно заключаются в изменении бита или бит сообщения. Например, байт 0001 0100 может измениться на 0001 0110. Ошибки связи выявляются при помощи символа кадра, контроля по четности и избыточным кодированием.

Когда обнаруживается ошибка кадрирования, четности и контрольной суммы, обработка сообщения прекращается. ИСПОЛНИТЕЛЬ не должен генерировать ответное сообщение. Тот же результат будет, если был использован адрес несуществующего ИСПОЛНИТЕЛЯ.

Если возникает ошибка связи, данные сообщения ненадежны. Устройство ИСПОЛНИТЕЛЬ не может с уверенностью определить, что сообщение было адресовано именно ему. Иначе ИСПОЛНИТЕЛЬ может ответить сообщением, которое не является ответом на исходный запрос. Устройство ЗАКАЗЧИК должно программироваться так, чтобы в случае не

получения ответного сообщения в течение определенного времени, ЗАКАЗЧИК должен фиксировать ошибку связи. Продолжительность этого времени зависит от скорости обмена, типа сообщения, и времени опроса ИСПОЛНИТЕЛЬ. По истечению этого периода, ЗАКАЗЧИК должен быть запрограммирован на ретрансляцию сообщения.

Для обеспечения качества передачи данных система Modbus обеспечивает несколько уровней обнаружения ошибок. Для обнаружения множественного изменения битов сообщения система использует избыточный контроль: CRC. Обнаружение ошибок с помощью CRC выполняется автоматически.

В режиме RTU началом нового кадра является тишина в сети в течение времени прохождения 3.5 символов ($T+T+T+T/2$, где T – время прохождения символа при выбранной скорости приёма/передачи данных). ИСПОЛНИТЕЛЬ считает время после прихода символа, и если прошло время, равное периоду следования 3.5 символов, то обрабатывает принятые данные. Следующий принимаемый байт - это адрес устройства в новом сообщении.

Формат кадра сообщения в режиме RTU

Таблица 4

$T+T+T+T/2$	Адрес	Функция	Данные	Контрольная сумма	$T+T+T+T/2$
	8 бит	8 бит	$N * 8$ бит	16 бит	

Поле адреса следует сразу за началом кадра и состоит из одного 8-разрядного символа. Эти биты указывают адрес устройства, которое должно принять сообщение, посланное ЗАКАЗЧИКОМ. Каждый ИСПОЛНИТЕЛЬ должен иметь уникальный адрес, и только адресуемое устройство может ответить на запрос, который содержит его адрес. В ответном сообщении адрес информирует ЗАКАЗЧИКА, с каким ИСПОЛНИТЕЛЕМ установлена связь. В широковещательном режиме используется адрес 0. Все ИСПОЛНИТЕЛИ интерпретируют такое сообщение как выполнение определенного действия, но без посылки подтверждения.

Поле кода функции указывает адресуемому ИСПОЛНИТЕЛЮ, какое действие выполнить. Коды функций Modbus специально разработаны для связи ПК и промышленных коммуникационных систем Modbus.

Старший бит этого поля устанавливается в единицу ИСПОЛНИТЕЛЕМ в случае, если он хочет просигнализировать ЗАКАЗЧИКУ, что ответное сообщение содержит ошибку. Этот бит остается нулём, если ответное сообщение повторяет запрос или в случае нормального сообщения.

Коды используемых функций Modbus

Таблица 5

Код	Название	Действие
03	READ HOLDING REGISTERS	Получение текущего значения одного или нескольких регистров хранения.
06	FORCE SINGLE REGISTER	Запись нового значения в регистр.
16	FORCE MULTIPLE REGISTERS	Установить новые значения нескольких последовательных регистров.

Поле данных содержит информацию, необходимую ИСПОЛНИТЕЛЮ для выполнения указанной функции, если это запрос, или содержит данные, подготовленные ИСПОЛНИТЕЛЕМ, если это ответ на запрос. Данные передаются старшим байтом вперёд (1→0). Если передаётся 4-байтовое число (2 регистра) с плавающей запятой, то в каждом из 2-х регистров порядок следования байт тоже старшим байтом вперёд (1→0→3→2).

Это поле позволяет ЗАКАЗЧИКУ и ИСПОЛНИТЕЛЮ проверять сообщение на наличие ошибок. Иногда, вследствие электрических помех или других воздействий, сообщение при пересылке от одного устройства к другому может незначительно измениться. Результат проверки контрольной суммы укажет ИСПОЛНИТЕЛЮ или ЗАКАЗЧИКУ реагировать или нет на такое сообщение. Это увеличивает надежность и эффективность систем MODBUS.

В Modbus-RTU применяется циклический код CRC-16 (Cyclic Redundancy Check). Сообщение (только биты данных, без учета старт/стоповых бит и бит четности) рассматриваются как одно последовательное двоичное число, у которого старший значащий бит (MSB) передается первым. Сообщение умножается на X^{16} (сдвигается влево на 16 бит), а затем делится на $X^{16}+X^{15}+X^2+1$, выражаемое как двоичное число (11000000000000101). Целая часть результата игнорируется, а 16-ти битный остаток (предварительно инициализированный единицами для предотвращения случая, когда все сообщение состоит из нулей) добавляется к сообщению как два байта контрольной суммы. Полученное сообщение, включающее CRC, затем в приемнике делится на тот же полином ($X^{16}+X^{15}+X^2+1$). Если ошибок не было, остаток от деления должен получиться нулевым. Получатель сообщения должен рассчитать CRC-код и сравнить его с полученным кодом. Вся арифметика выполняется по модулю 2 (без переноса).

Коды исключительных ситуаций приведены в таблице. Когда ИСПОЛНИТЕЛЬ обнаруживает одну из этих ошибок, он посылает ответное сообщение ЗАКАЗЧИКУ, содержащее адрес ИСПОЛНИТЕЛЯ, код функции, код ошибки и контрольную сумму. Для указания на то, что ответное сообщение – это уведомление об ошибке, старший бит поля кода функции устанавливается в 1.

Коды ошибок

Таблица 6

Код	Название	Смысл
01	ILLEGAL FUNCTION	Функция в принятом сообщении не поддерживается на данном ИСПОЛНИТЕЛЕ.
02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Адрес, указанный в поле данных, является недопустимым для данного ИСПОЛНИТЕЛЯ.
03	ILLEGAL DATA VALUE	Значения в поле данных недопустимы для данного ИСПОЛНИТЕЛЯ.
04	SLAVE DEVICE FAILURE	ИСПОЛНИТЕЛЬ не может записать данные во FLASH память.

Б.3 Функции

Цель данного раздела - определить общий формат соответствующих команд, доступных программисту системы MODBUS. В разделе описаны формат каждого запросного сообщения, выполняемая функция и формат нормального ответного сообщения.

Функция 03 (Чтение регистров/Read Holding Registers)

Применяется для чтения двоичного содержания регистров ИСПОЛНИТЕЛЯ.

ЗАПРОС:

Сообщение запроса специфицирует начальный регистр и количество регистров для чтения. Нумерация регистров начинается с 0 (регистры 1-16 нумеруются как 0-15).

Запрос на чтение регистров 42-43 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1.

Таблица 7

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	03	03
2	[1]	Начальный адрес	000В	00
3	[0]			0В
4	[1]	Количество регистров	0002	00
5	[0]			02
6	[1]	Контрольная сумма	В5С9	В5
7	[0]			С9

ОТВЕТ:

Данные регистров в ответе передаются как два байта на регистр. Байты регистров передаются старшим байтом вперед. Количество регистров передаваемых за одно обращение определяется возможностями ИСПОЛНИТЕЛЯ.

Ответ на команду чтение регистров 42-43 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1.

Таблица 8.

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	03	03
2		Счётчик байт	04	
3	[1]	Данные регистр 11	0000	00
4	[0]			00
5	[1]	Данные регистр 12	D20F	D2
6	[0]			0F
7	[1]	Контрольная сумма	E697	E6
8	[0]			97

Функция 06 (Запись одного регистра/Preset Single Register)

Применяется для записи значения в единичный регистр. При широковещательной передаче на всех ИСПОЛНИТЕЛЯХ устанавливается один и тот же регистр.

Обычно используется для первоначальной установки адреса ИСПОЛНИТЕЛЯ.

ЗАПРОС:

Запрос содержит ссылку на регистр, который необходимо установить и значение, которое надо в него записать.

Запрос на запись регистра 00 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1.

Таблица 9.

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	06	06
2	[1]	Адрес регистра	0000	00
3	[0]			00
4	[1]	Данные	0100	01
5	[0]			00
6	[1]	Контрольная сумма	885A	88
7	[0]			5A

ОТВЕТ:

Нормальный ответ повторяет запрос.

Ответ на запрос записи регистра 00 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1.

Таблица 10.

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	06	06
2	[1]	Адрес регистра	0000	00
3	[0]			00
4	[1]	Данные	0100	01
5	[0]			00
6	[1]	Контрольная сумма	885A	88
7	[0]			5A

Функция 16 (Запись в регистры/Preset Multiple Regs)

Применяется для записи значений в последовательность регистров. Запрос указывает регистры для записи, их количество и данные, которые содержатся в поле данных запроса.

Количество регистров записываемых за одно обращение определяется возможностями ИСПОЛНИТЕЛЯ.

ЗАПРОС:

Запрос содержит ссылку на регистр, который необходимо установить и значение, которое надо в него записать.

Запрос на запись в регистры с 0 по 2 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1.

Таблица 11.

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	10	10
2	[1]	Начальный адрес	0000	00
3	[0]			00
4	[1]	Количество регистров	0003	00
5	[0]			03
6	-	Счётчик байт	06	06
7	[1]	Данные	0119	01
8	[0]			19
9	[1]	Данные	0405	04
8	[0]			05
10	[1]	Данные	0204	03
11	[0]			04
12	[1]	Контрольная сумма	EВ01	EВ
13	[0]			01

ОТВЕТ:

Нормальный ответ содержит адрес ИСПОЛНИТЕЛЯ, код функции, начальный адрес, и количество регистров.

Ответ на запрос записи регистров 0-2 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1.

Таблица 12.

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	10	10
2	[1]	Начальный адрес	0000	00
3	[0]			00
4	[1]	Количество регистров	0003	00
5	[0]			03
6	[1]	Контрольная сумма	8008	80
7	[0]			08

Для контроля записи регистров можно послать запрос на чтение регистров 0-2 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1: 01 03 00 00 00 03 05 СВ и если всё было записано правильно, от ИСПОНИТЕЛЯ придёт ответ: 01 03 06 01 19 04 05 02 04 2С F4.

Б.4 Описание регистров ПИУ

Структура данных

Ниже приведена структура данных, используемая для настройки ПИУ. Все параметры структуры доступны для записи и чтения с помощью функций протокола Modbus.

```
typedef struct {
    _U8      object;      // адрес ИСПОЛНИТЕЛЯ
    _U8      pause;      // интервал обновления информации на ЖКИ в секундах
    _U8      nhav;       // количество точек для осреднения уровня
    _U8      cfg[5];     // регистр АЦП ( RegAcCfg0 - RegAcCfg5 XE88LC05)
    _U16     id;         // идентификатор
    _U16     mm;         // вывод на экран ЖКИ (связан с hmax)
                    // 0 – в метрах
                    // 1 – в дециметрах (x 10)
                    // 2 – в сантиметрах (x 100)
                    // 3 – в миллиметрах (x 1000)
                    // 4 – средний ток
                    // 5 – код АЦП
                    // N – ст. байт и мл. байт выводятся как 2 символа
                    // единиц измерения. Величина определяется hmax
    //*****
    _U16     x[8];       // коды АЦП
    _U16     y[8];       // задаваемый ток в микроамперах
    //*****
    _F32     hmax;       // глубина настройки датчика (связан с mm)
    _F32     minVal;     // нижняя уставка
    _F32     maxVal;     // верхняя уставка
    _F32     fVal[4];    // fVal[0] – код АЦП
                    // fVal[1] – среднее значение тока

```

// fVal[2] – текущий уровень

// fVal[3] – средний уровень

} eepromData;

Последние 32 байта структуры данных, 4 числа с плавающей запятой fVal[4], доступны только для чтения. Каждая пара байт структуры данных соответствует регистру протокола Modbus. Подробнее соответствие содержимого структуры данных и регистров протокола Modbus будет описано ниже.

Регистры настройки ПИУ

Таблица 13.

Номер регистра	Номер байта	Структура	Описание
0	0	pause	интервал обновления информации на ЖКИ в секундах
	1	object	адрес ИСПОЛНИТЕЛЯ
1	2	cfg[0]	RegAcCfg0 контроллера XE88 LC05
	3	nhav	количество точек для осреднения влажности
2	4	cfg[3]	RegAcCfg3 контроллера XE88 LC05
	5	cfg[2]	RegAcCfg2 контроллера XE88 LC05
3	6	cfg[5]	RegAcCfg5 контроллера XE88LC05
	7	cfg[4]	RegAcCfg4 контроллера XE88 LC05
4	8	id	идентификатор
	9		
5	10	mm	вывод измерения параметра на на экране ЖКИ
	11		
6 ÷ 13	с 12 по 27	x[i]	16-битные значения кодов АЦП в интервале 0 ÷ 65535, соответствующие
14 ÷ 21	с 28 по 43	y[i]	задаваемые значения тока в цепи питания датчика в микроамперах
22	44	hmax	глубина настройки датчика (связан с mm)
	45		
23	46	minVal	нижняя уставка
	47		
24	48	minVal	нижняя уставка
	49		
25	50	maxVal	верхняя уставка
	51		
26	52	maxVal	верхняя уставка
	53		
27	54	maxVal	верхняя уставка
	55		

Регистры результатов измерений

Таблица 14.

Номер регистра	Номер байта	Структура	Параметр
28	56	fVal[0]	Код АЦП
	57		
29	58	fVal[2]	Среднее значение тока
	59		
30	60	fVal[2]	Среднее значение тока
	61		
31	62	fVal[3]	Текущий уровень
	63		
32	64	fVal[3]	Текущий уровень
	65		
33	66	fVal[4]	Средний уровень
	67		
34	68	fVal[4]	Средний уровень
	69		
35	70	fVal[4]	Средний уровень
	71		