



MiCOM M231

Модуль измерения и передачи
данных

Руководство по эксплуатации

M231/EN M/B11

Оглавление

Оглавление	1
1. Введение.....	3
2. Режимы работы системы.....	5
2.1. Режим подключения.....	5
2.1.1. Применимые измерения.....	5
2.2. Режим отображения мощности.....	6
2.3. Квадранты измерения энергии.....	7
3. Измерения.....	9
3.1. Измеряемые величины.....	9
3.1.1. Напряжение.....	9
3.1.2. Ток.....	9
3.1.3. Углы между фазами.....	10
3.1.4. Частота.....	10
3.1.5. Гармоники.....	10
3.2. Мощность, коэффициент мощности и энергия.....	10
3.2.1. Мощность.....	10
3.2.2. Коэффициент мощности.....	11
3.2.3. Энергия.....	11
3.3. Величины потребления.....	11
3.3.1. Часы реального времени.....	11
3.3.2. Максимумы величин потребления (MD).....	12
3.3.3. Средние значения величин потребления.....	12
3.4. Дискретные выходы.....	12
4. Обмен данными.....	13
4.1. Обмен данными по RS232.....	13
4.2. Обмен данными по RS485.....	13
5. Структура меню интерфейса пользователя.....	14
5.1. Меню измерений.....	15
5.1.1. Меню счетчиков энергии.....	16
5.2. Уставки.....	17
5.2.1. Меню паролей.....	18
5.2.2. Меню языка.....	19
5.2.3. Меню дисплея.....	19
5.2.4. Меню часов реального времени.....	20
5.2.5. Меню импульсных выходов.....	20
5.2.6. Меню сброса максимальных значений величин потребления.....	21
5.2.7. Меню вычислений максимального значения величины потребления.....	23
5.2.8. Меню обмена данными.....	24
5.2.9. Меню подключения.....	25
5.3. Батарея.....	26
5.3.1. Замена батареи.....	27
5.4. Уставки по умолчанию.....	27
6. Технические данные.....	29
6.1. Паспортные данные.....	29

6.1.1.	Вход напряжения.	29
6.1.2.	Токовый вход.	29
6.1.3.	Частота.	29
6.1.4.	Питание переменным током.	29
6.1.4.	Питание постоянным током.	29
6.2.	Точность.	30
6.3.	Релейные выходы.	30
6.4.	Часы реального времени.	30
6.5.	Резервная батарея.	31
6.6.	Порты обмена данным.	31
6.6.1.	Порт RS232.	31
6.6.2.	Порт RS485.	31
6.7.	Безопасность изделия.	31
6.8.	Устойчивость к воздействиям окружающей среды.	32
6.8.1.	Атмосфера.	32
6.8.1.	Конструкция.	33
6.9.	Подключения трансформаторов тока и трансформаторов напряжения.	33
6.10.	Подключение источника питания, портов обмена данными и импульсного выхода.	35
6.11.	Размеры.	36

1. Введение

Модуль измерения и передачи данных объединяет функции измерения, контроля и учета в одном модуле для комплексного управления энергосистемой. Использование цифровых технологий позволяет добиться высокой точности и в широком динамическом диапазоне мгновенных и интегрируемых параметров энергосистемы. M231 также обеспечивает функции ведущего узла в системе с другими устройствами измерения, предоставляет средства контроля и расчета, что подробно описано ниже:

- Измерения.
 - Измеряемые параметры, как показано в Таблице 1.
 - Высокая точность, типично 0,5% для тока и напряжения.
 - Измерение действующих величин.
 - Отображение первичных параметров.
- Средства расчета.
 - Расчет активной и реактивной электроэнергии.
 - Расчет потребления.
- Удобный для пользователя дизайн.
 - Большой жидкокристаллический (ЖК) дисплей.
 - Программирование с передней панели и через порт обмена данными.
 - Доступны протоколы RS485 или RS232 Modbus.

Поэтому устройство идеально подходит для применения, где требуется постоянный контроль однофазной или трехфазной системы.

Измерение мгновенных значений	Параметры
Фазные напряжения	U_a, U_b, U_c
Среднее фазное напряжение	U
Линейные напряжения	U_{ab}, U_{bc}, U_{ca}
Среднее линейное напряжение	U_L
Ток	I_a, I_b, I_c, I_t
Ток нейтрали	I_n
Активная мощность	P_a, P_b, P_c, P_t
Реактивная мощность	Q_a, Q_b, Q_c, Q_t

Полная мощность	S_a, S_b, S_c, S_t
Коэффициент мощности	$\cos\varphi_a, \cos\varphi_b, \cos\varphi_c, \cos\varphi_t$
Частота	Частота
Полное нелинейное искажение (Total Harmonic Distortion)	$\%THD I_a, \%THD I_b, \%THD I_c$
Полное нелинейное искажение (Total Harmonic Distortion)	$\%THD U_a, \%THD U_b, \%THD U_c$
Полное нелинейное искажение (Total Harmonic Distortion)	$\%THD U_{ab}, \%THD U_{bc}, \%THD U_{ca}$
Интегрируемые / максимальные величины потребления	
Максимальная нагрузка	I_t, P_t, Q_t, S_t
Энергия	$Wh_t, varh_t$

Таблица 1: Измеряемые параметры.

2. Режимы работы системы

2.1. Режим подключения

Конфигурация режима подключения M231 выполняется в меню. Доступны следующие варианты:

- 1b – однофазное подключение,
- 3b – трехфазное трехпроводное подключение с симметричной нагрузкой,
- 4b – трехфазное четырехпроводное подключение с симметричной нагрузкой,
- 3u – трехфазное трехпроводное подключение с несимметричной нагрузкой,
- 4u – трехфазное четырехпроводное подключение с несимметричной нагрузкой.

2.1.1. Применимые измерения.

Таблица 2 отображает список применимых измерений для каждого типа подключения.

Параметр	Тип подключения				
	1b	3b	4b	4u	3u
U_a	■		■	■	
U_b			■	■	
U_c			■	■	
U	■	■	■	■	
U_{ab}		■	■	■	
U_{bc}	■	■	■	■	■
U_{ca}		■	■	■	■
U_L		■	■	■	■
I_a	■	■	■	■	■
I_b		■	■	■	■
I_c		■	■	■	■
I_t	■	■	■	■	■
I_n				■	
$\cos\varphi_a$	■		■	■	

Параметр	Тип подключения				
	1	2	3	4	5
$\cos\varphi_b$			■	■	
$\cos\varphi_c$			■	■	
$\cos\varphi_t$	■	■	■	■	■
P_a	■		■	■	
P_b			■	■	
P_c			■	■	
P_t	■	■	■	■	■
Q_a	■		■	■	
Q_b			■	■	
Q_c			■	■	
Q_t	■	■	■	■	■
S_a	■	■	■	■	
S_b			■	■	
S_c			■	■	
S_t	■	■	■	■	■
% THD I_a	■	■	■	■	■
% THD I_b		■	■	■	■
% THD I_c		■	■	■	■
% THD U_a	■		■	■	
% THD U_b			■	■	
% THD U_c			■	■	
% THD U_{ab}		■	■	■	■
% THD U_{bc}		■	■	■	■
% THD U_{ca}		■	■	■	■

Таблица 2. Доступные измерения для каждого типа подключения.

2.2. Режим отображения мощности

Режим отображения мощности используется для присваивания знака измерениям мощности. Пользователь не может настраивать режим мощности M231. Он определяется следующим образом:

- При отображении активной мощности знак "+" показывает экспорт мощности (к потребителю), знак "-" показывает импорт мощности (к генератору).
- При отображении реактивной мощности символ индуктивности показывает индуктивную нагрузку (к потребителю), символ конденсатора показывает емкостную нагрузку (к генератору).

2.3. Квадранты измерения энергии.

Квадранты измерения энергии используются для определения типа энергии, который суммируется счетчиками энергии. Пользователь может изменить квадранты энергии через удаленный интерфейс обмена данными. По умолчанию квадранты энергии заданы следующим образом:

- Счетчик 1 – отображает активную энергию: измеряется только экспорт энергии (потребитель).
- Счетчик 2 – отображает реактивную энергию: измеряется только импорт реактивной энергии (потребитель).

Четыре квадранта мощности определяются на Рисунке 1. Пользователь может изменить настройку счетчиков для того, чтобы они накапливали желаемое значение энергии для применения с учетом особых требований. Используя регистр данных Modbus, пользователь должен ввести следующую информацию для каждого счетчика:

- Тип энергии – активная или реактивная.
- Квадранты энергии – выберите требуемый квадрант энергии.
- Абсолютное значение – если выбрано это, то происходит запись только абсолютного значения энергии.
- Обратное значение – если выбрано это, то полярность мощности, используемая для накопления желаемой энергии, меняется на противоположную.

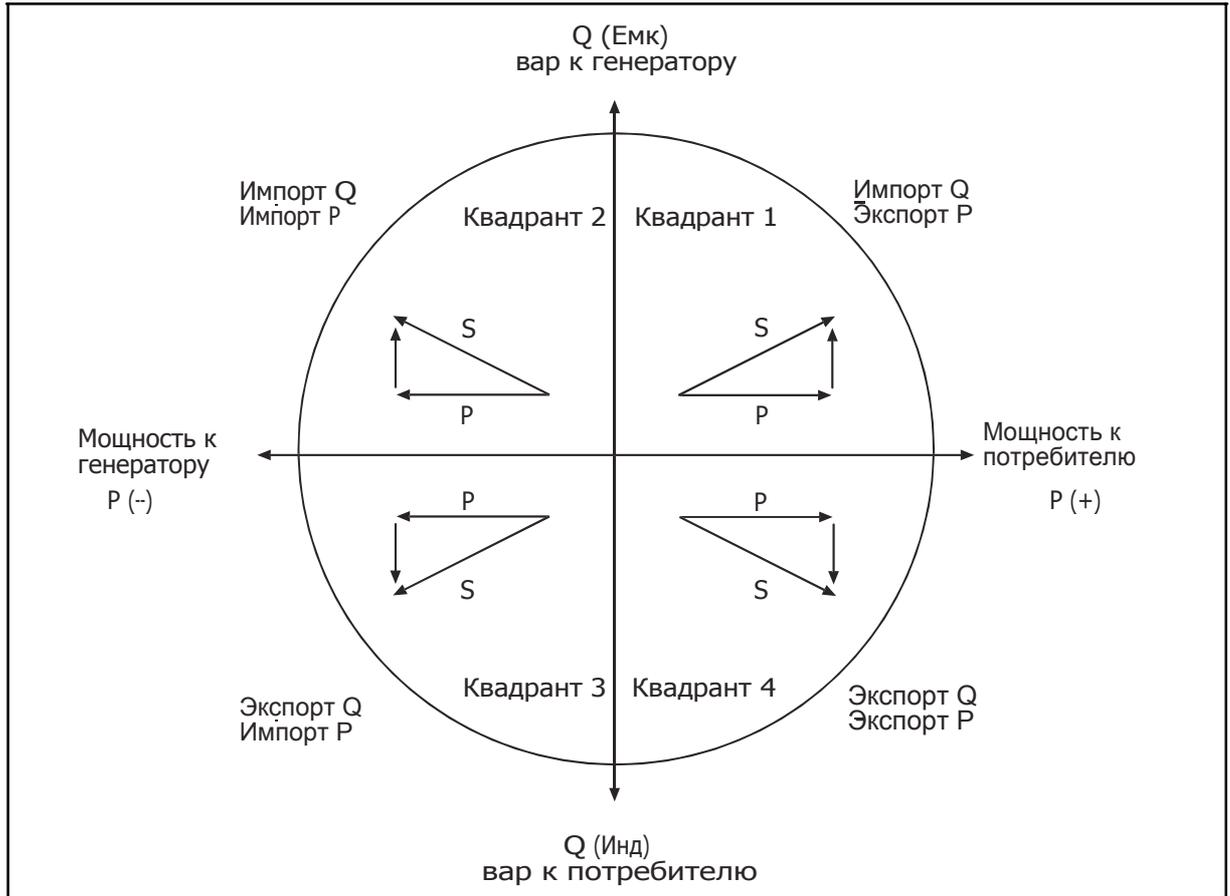


Рисунок 1. Квадранты мощности.

3. Измерения

3.1. Измеряемые величины.

С увеличением наличия гармоник в современных энергосистемах из-за увеличения использования электронной нагрузки, такой как компьютеры, различные приводы с частотными преобразователями и т.д., важно использовать методику измерений, которая учитывает присутствие гармоник, когда необходим контроль точности электрических параметров. Обычные методы измерения, которые используют измерение средних значений, реагируют на среднее значение входного сигнала. Это является точным только в случае, когда входной сигнал приближается к чистой синусоиде.

M231 использует методику измерения среднеквадратических значений, которая обеспечивает точное измерение с присутствием гармоник вплоть до 15-ой гармоники. M231 считывает 64 выборки за период, измерение среднеквадратических значений происходит с использованием этих выборочных значений.

3.1.1. Напряжение.

Все версии M231, исключая версии с трехфазным трехпроводным подключением, измеряют среднеквадратические значения фазных напряжений (U_a , U_b , U_c), подключенных к модулю. Три линейных напряжения (U_{ab} , U_{bc} , U_{ca}), среднее фазное напряжение (U) и среднее линейное напряжение (U_L) рассчитываются из этих измеренных параметров. Для трехфазных трехпроводных систем с симметричной нагрузкой M231 вычисляет виртуальный ток нейтрали.

Версии M231 для трехфазного трехпроводного подключения измеряют среднеквадратическое значение линейного напряжения.

Доступные фазные, линейные и средние напряжения можно посмотреть на экране M231 или через удаленную связь.

3.1.2. Ток.

M231 измеряет среднеквадратические значения фазных токов (I_a , I_b , I_c), подключенных к модулю. Ток нейтрали (I_n), средний из всех фазных токов и сумма всех фазных токов (I_t) вычисляются из трех фазных токов.

Доступные фазные токи, средний ток и ток нейтрали можно посмотреть на экране M231 или через удаленную связь, в то время как сумма всех фазных токов доступна для просмотра только через удаленную связь.

3.1.3. Углы между фазами.

Углы между фазами показывают углы между векторами фазных напряжений. Положительная метка показывает правильную последовательность, в то время как отрицательная метка показывает противоположную последовательность фаз в системе, где проводятся измерения.

3.1.4. Частота.

Частота системы вычисляется из периода измеряемого напряжения и может быть просмотрена и на экране M231, и через удаленную связь.

3.1.5. Гармоники.

Значение полного нелинейного искажения (%THD) в процентах – это отношение суммы мощностей гармоник выше основной к мощности основной гармоники. Эта сумма мощностей является геометрической суммой, полученной путем извлечения квадратного корня из суммы квадратов амплитуды каждой из гармоник.

M231 предоставляет значения %THD для каждого фазного тока и для линейных напряжений.

Эта возможность является опцией заказа.

3.2. Мощность, коэффициент мощности и энергия.

3.2.1. Мощность.

M231 обеспечивает точное измерение активной (P_a, P_b, P_c, P_t), реактивной (Q_a, Q_b, Q_c, Q_t) и полной мощности (S_a, S_b, S_c, S_t). Для четырехпроводной системы вычисляется мощность для каждой отдельной фазы и суммарная мощность. Для трехпроводной системы измеряется только суммарная мощность.

При отображении активной мощности знак "+" показывает экспорт мощности (к потребителю), знак "-" показывает импорт мощности (к генератору). При отображении реактивной мощности знак индуктивности показывает индуктивную нагрузку (к потребителю), в то время как символ конденсатора показывает емкостную нагрузку (к генератору).

Все доступные параметры мощности можно посмотреть, используя или дисплей M231, или удаленную связь.

3.2.2. Коэффициент мощности.

Коэффициент мощности вычисляется как отношение активной и полной мощности для каждой фазы отдельно ($\cos\phi_a$, $\cos\phi_b$, $\cos\phi_c$). Знак "+" и символ индуктивности обозначают индуктивную нагрузку (к потребителю), а знак "-" и символ конденсатора определяют емкостную нагрузку (к генератору).

Все доступные коэффициенты мощности можно прочитать на дисплее M231, или считать через удаленную связь.

3.2.3. Энергия.

Доступны четыре счетчика, таким образом, можно измерить энергию в каждом из четырех квадрантов. Конфигурацию четырех счетчиков адаптировать к нуждам потребителя через последовательный канал обмена данными.

Все четыре значения энергии можно посмотреть, используя или дисплей M231, или удаленную связь.

3.3. Величины потребления.

M231 предоставляет максимальные величины потребления из ряда средних величин потребления (фиксированный интервал, скользящий интервал и тепловой) для следующих электрических параметров:

- суммарная активная мощность (P_t).
- суммарная реактивная мощность (Q_t).
- суммарная полная мощность (S_t).
- сумма фазных токов (I_t).

3.3.1. Часы реального времени.

M231 обеспечивается встроенными часами реального времени. Они предназначены для регистрации времени появления максимальных значений величин потребления, и для синхронизации временного интервала.

3.3.2. Максимумы величин потребления (MD).

M231 сохраняет максимальное значение величины измерения и соответствующую ему метку времени с момента последнего сброса. Модуль также отображает настоящий или "динамический" максимум величины потребления.

3.3.3. Средние значения величин потребления.

3.3.3.1. Фиксированный интервал.

При использовании метода фиксированного интервала среднее значение величины потребления вычисляется за фиксированный период времени. Период можно установить в диапазоне от 1 до 255 минут.

3.3.3.2. Скользящий интервал.

Метод скользящего интервала позволяет пользователю разделить период времени на подпериоды. Отображается среднее значение величины потребления за период потребления, однако, после истечения начального периода, величина потребления будет обновлена путем прибавления к ней дальнейшего подпериода, таким образом, получается измерение "скользящий период". Например, если суммарный период равен 30 минутам (и состоит из пяти подпериодов продолжительностью 6 минут), то после того, как истекнут первые пять подпериодов, будет добавлен новый интервал, а старый будет удален, таким образом образуется скользящий интервал. Число подпериодов может быть установлено от 2 до 15.

3.3.3.3. Тепловое потребление.

Опция теплового потребления предоставляет экспоненциальную тепловую характеристику, основанную на принципе биметаллического элемента. Максимальное потребление и время его появления сохраняются в модуле.

3.4. Дискретные выходы.

M231 может снабжаться двумя импульсными выходами, которые можно использовать для внешнего контроля потребления энергии. Энергия, измеряемая через импульсные выходы, соответствует основному измерению энергии на дисплее M231. Измерение энергии импульсными выходами можно изменить для нужд потребителя через удаленную связь.

4. Обмен данными

Обмен данными в M231 обеспечивается через электрически изолированные RS232 или RS485, что должно быть указано при заказе. Протокол обмена данными – MODBUS RTU, подробно описан в Приложении Руководства по эксплуатации. Сервис обмена данными позволяет удаленно просматривать результаты измерений, просматривать и настраивать параметры системы.

4.1. Обмен данными по RS232

Подключение через RS232 между M231 и персональным компьютером (ПК) подробно описано в Таблице 3. Максимальная длина кабеля составляет 15 метров.

Зажим M231	9-ти штырьковый D-разъем (ПК)	25-ти штырьковый D-разъем (ПК)
R _x (19)	T _x (3)	
GND (20)	GND (5)	
T _x (21)	R _x (2)	

Таблица 3. Обмен данными через RS232.

4.2. Обмен данными по RS485

RS485 позволяет одновременное подключение до 32 (максимум) устройств обмена данными. Используется только двухпроводный RS485. Для обмена данными через RS485 ПК потребуется или внутренний порт обмена данными RS48, или внешний интерфейс RS232/RS485. В обоих случаях устройство должно обеспечивать автоматическое управление потоком данных RS485. Максимальная длина кабеля составляет 1000 метров. Провода Data+ и Data- должны заканчиваться нагрузочным резистором 120 Ом на последнем модуле в канале связи RS485.

Зажим M231	RS485
19	DATA+
20	Экран
21	DATA-

Таблица 4. Обмен данными через RS485.

5. Структура меню интерфейса пользователя

Доступ к уставкам, измерениям и функциям M231 можно получить или с передней панели или через удаленный обмен данными.

Навигация по меню M231 осуществляется с помощью четырех клавиш на передней панели. На протяжении этой главы стрелки на чертежах соответствуют нажатию соответствующей клавиши на передней панели.

M231 имеет четыре уровня доступа:

- L0 – пароля не требуется. Это позволяет пользователю просматривать результаты измерений и настраивать дисплей.
- L1 – требуется пароль уровня 1. В дополнении к правам доступа уровня L0 доступно следующее: настройка часов реального времени, сброс и синхронизация максимального значения величин потребления и сброс счетчиков энергии.
- L2 – требуется пароль уровня 2. В дополнении к правам уровней L0 и L1 доступно следующее: настройка импульсных выходов, расчет величин потребления, настройка обмена данными и режимов подключения.
- L3 – требуется пароль уровня 3. Этот уровень доступен только через интерфейс удаленного обмена данными и используется для заводской поверки и обслуживания.

M231 снабжается обоими паролями уровней L1 и L2, установленными на AAAA. Пароли AAAA не дают никакого уровня защиты, все результаты измерения и уставки можно изменять. **Пароли уровней L1 и L2 должны быть изменены со значения AAAA для активации защиты паролем уровня доступа.**

Когда M231 подключается к энергосистеме в первый раз, пользователя приветствует сообщение, показанное на Рисунке 2.



Measurement
Centre M231

Рисунок 2. Приветствие.

После периода в 5 секунд дисплей M231 автоматически принимает значение по умолчанию – отображает счетчики энергии, как показано на Рисунке 3.



1 EXPORT kWh
0000000.00
2 IMPORT kvarh
0000000.00

Рисунок 3. Счетчики энергии.

5.1. Меню измерений.

Рисунок 4 иллюстрирует структуру меню измерений. Пользователь может просматривать доступные результаты измерений без ввода любого пароля. Пользователю будет автоматически предложено ввести пароль, где это необходимо для изменения уставок или сброс измерений.

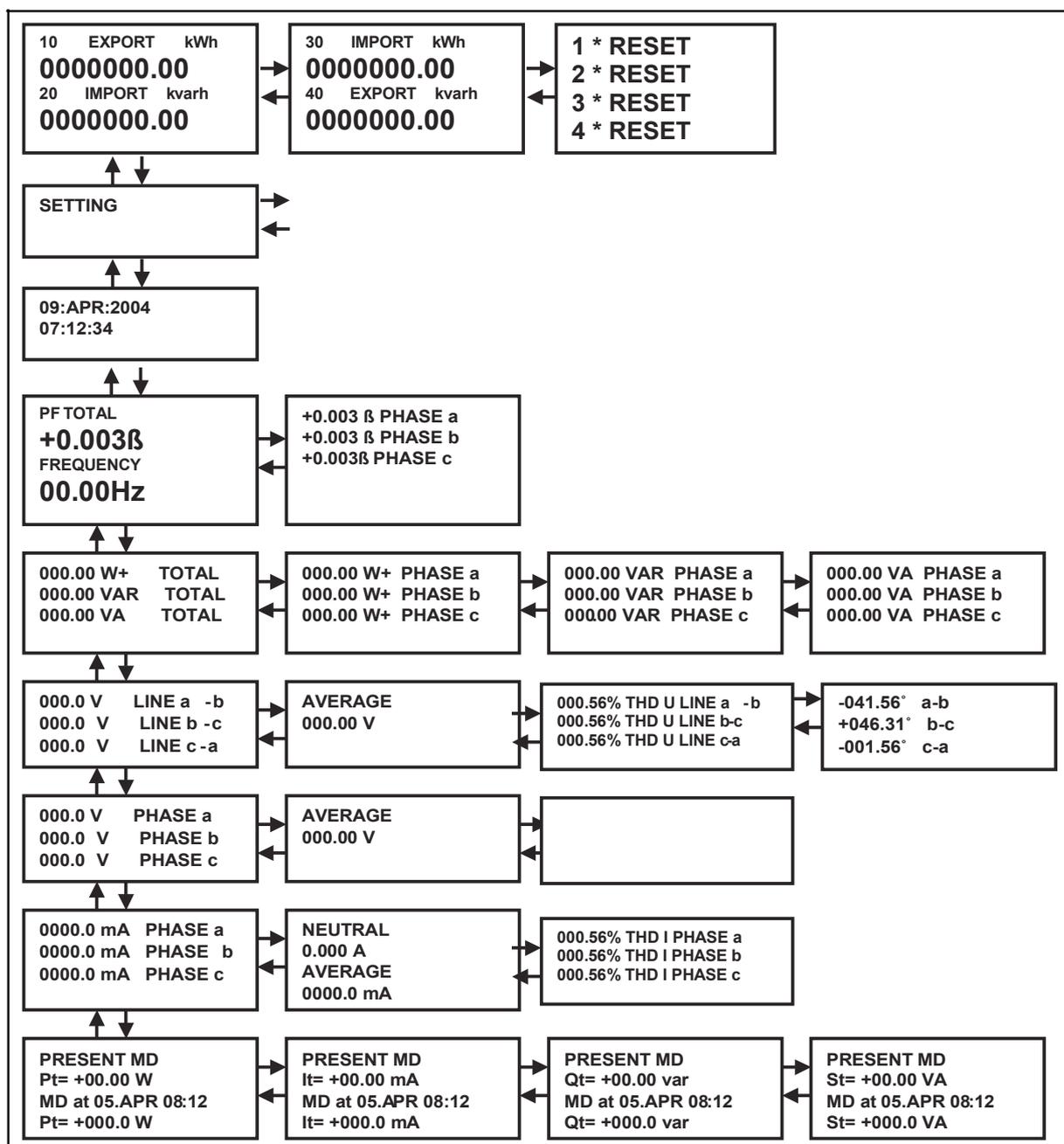


Рисунок 4. Меню измерений.

5.1.1. Меню счетчиков энергии.

Для получения доступа к сбросу счетчиков энергии (см. Рисунок 5), необходимо ввести пароль первого или второго уровня. Пользователь может или сбросить любой из четырех счетчиков энергии отдельно, или сбросить счетчики с первого по четвертый одновременно. Для сброса выбранного счетчика необходимо удерживать клавишу → в течение пяти секунд.

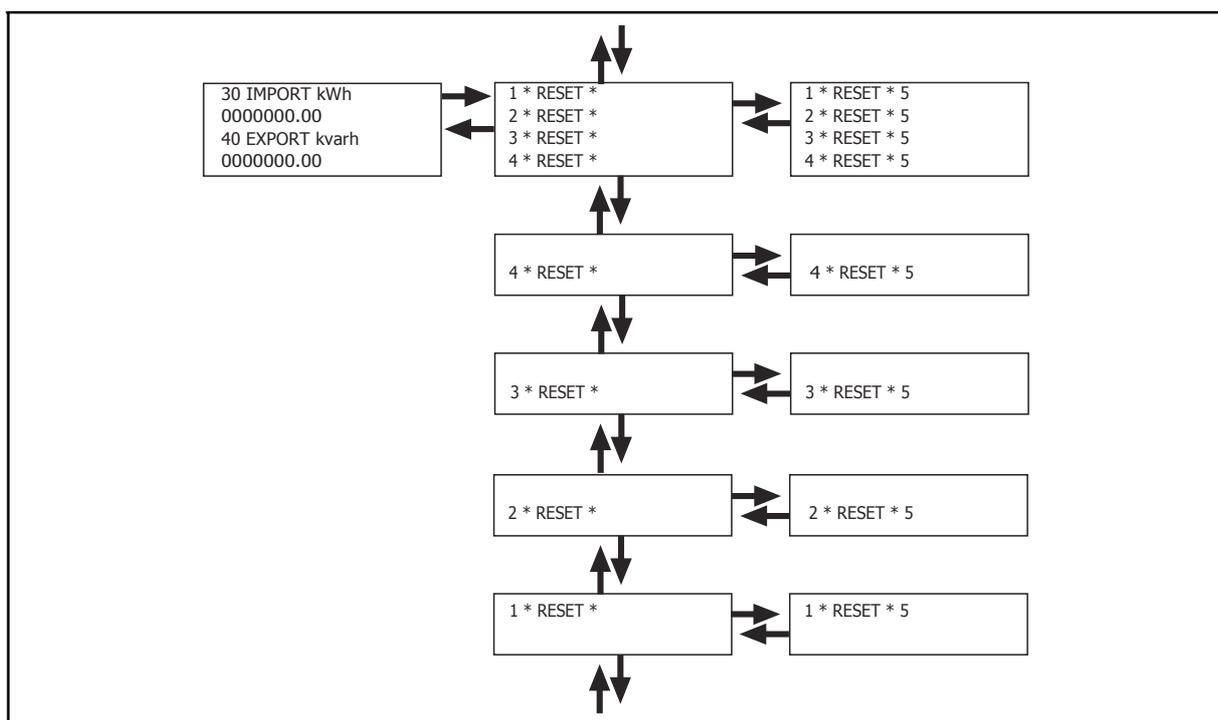


Рисунок 5. Меню счетчиков энергии.

5.2. Уставки.

Рисунок 6 иллюстрирует меню основных уставок.

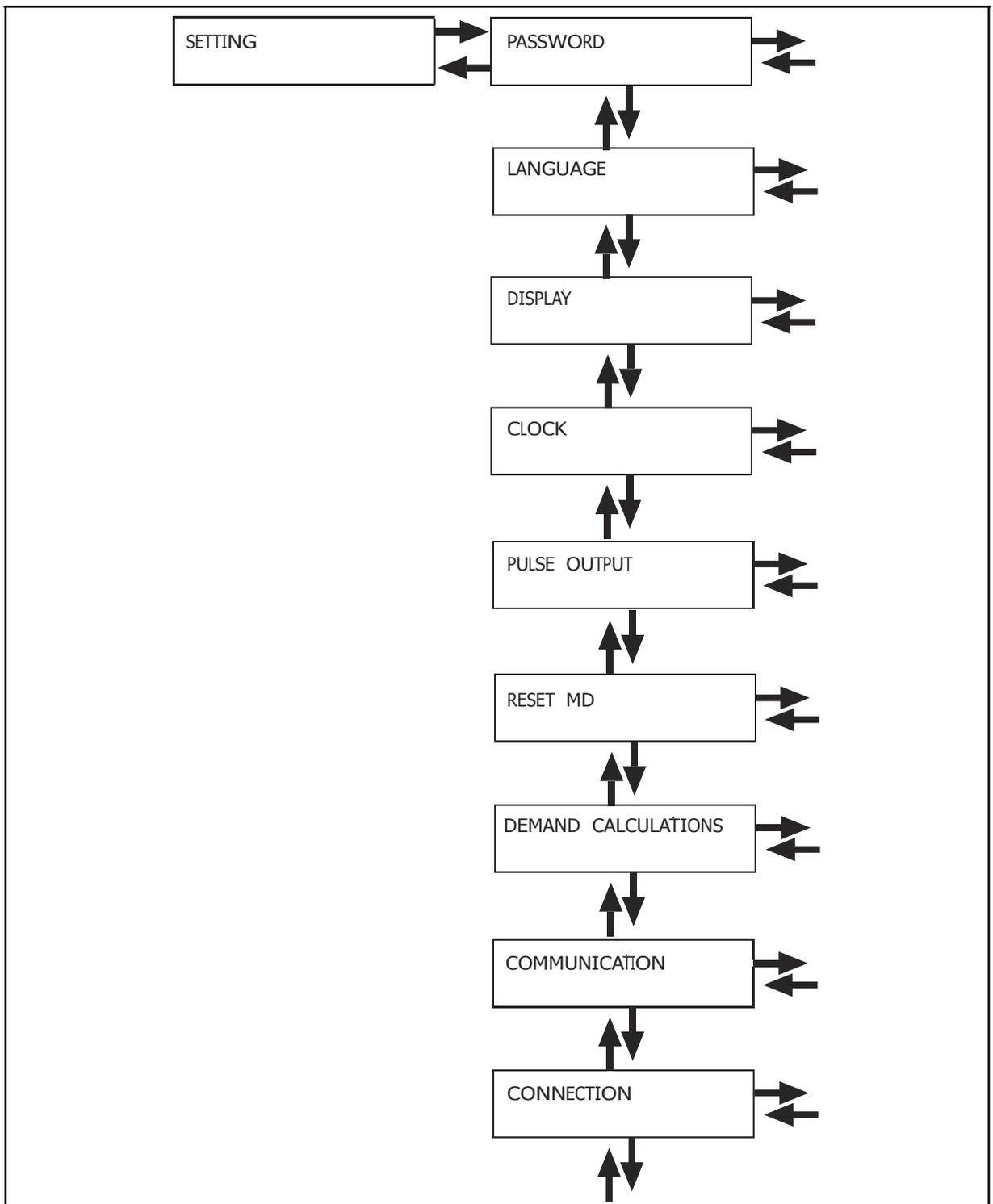


Рисунок 6. Меню уставок.

5.2.1. Меню паролей.

На Рисунке 7 показано меню паролей. После ввода пароля желаемого уровня пользователь может отменить текущий пароль, задать пароль уровня 1 или пароль уровня 2. Пароль состоит из четырех букв от A до Z. Клавиши ↓ и → используются для выбора каждого символа по очереди, в то время как клавиши ← и ↑ используются для прокрутки доступных символов. Для ввода пароля нажмите клавишу → после того, как последний символ был изменен.

M231 контролирует уровень введенного пароля. Если за 15 минут не было нажато ни одной клавиши, то пароль автоматически отменяется.

Пароль каждого уровня одинаков и для передней панели, и для удаленного интерфейса обмена данными. Установленный на заводе пароль для уровня 1 и для уровня 2 – AAAA. При получении модуля пароли обоих уровней должны быть изменены для запуска защиты паролем.

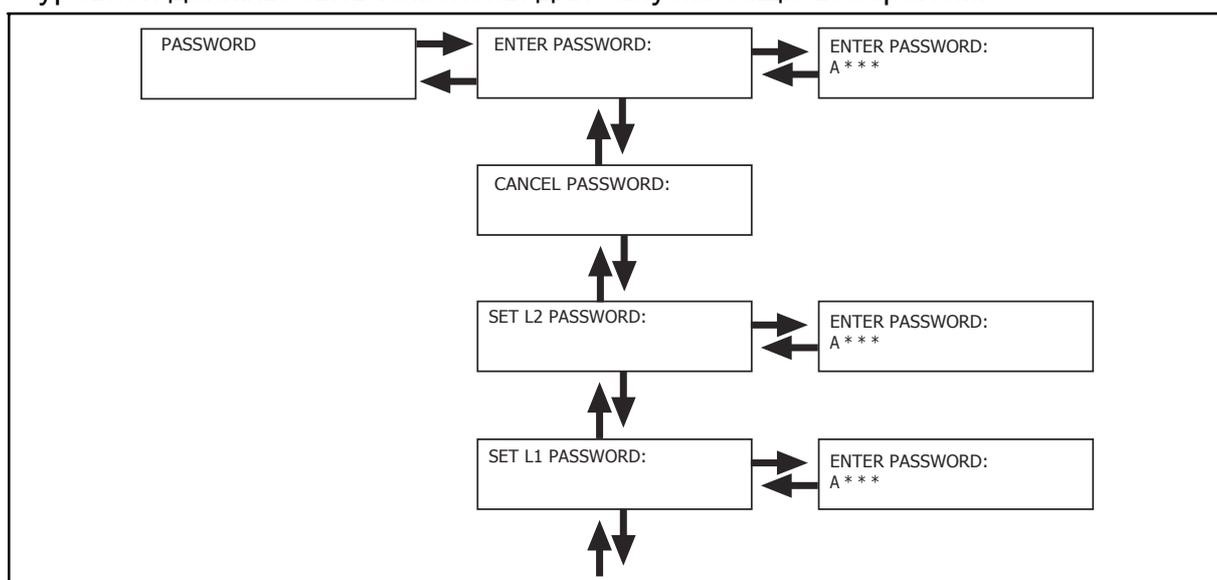


Рисунок 7. Меню паролей.

5.2.2. Меню языка.

Рисунок 8 иллюстрирует меню языка. Для изменения языка необходимо ввести пароль второго уровня. Клавиши ← и ↑ используются для выбора требуемого языка.

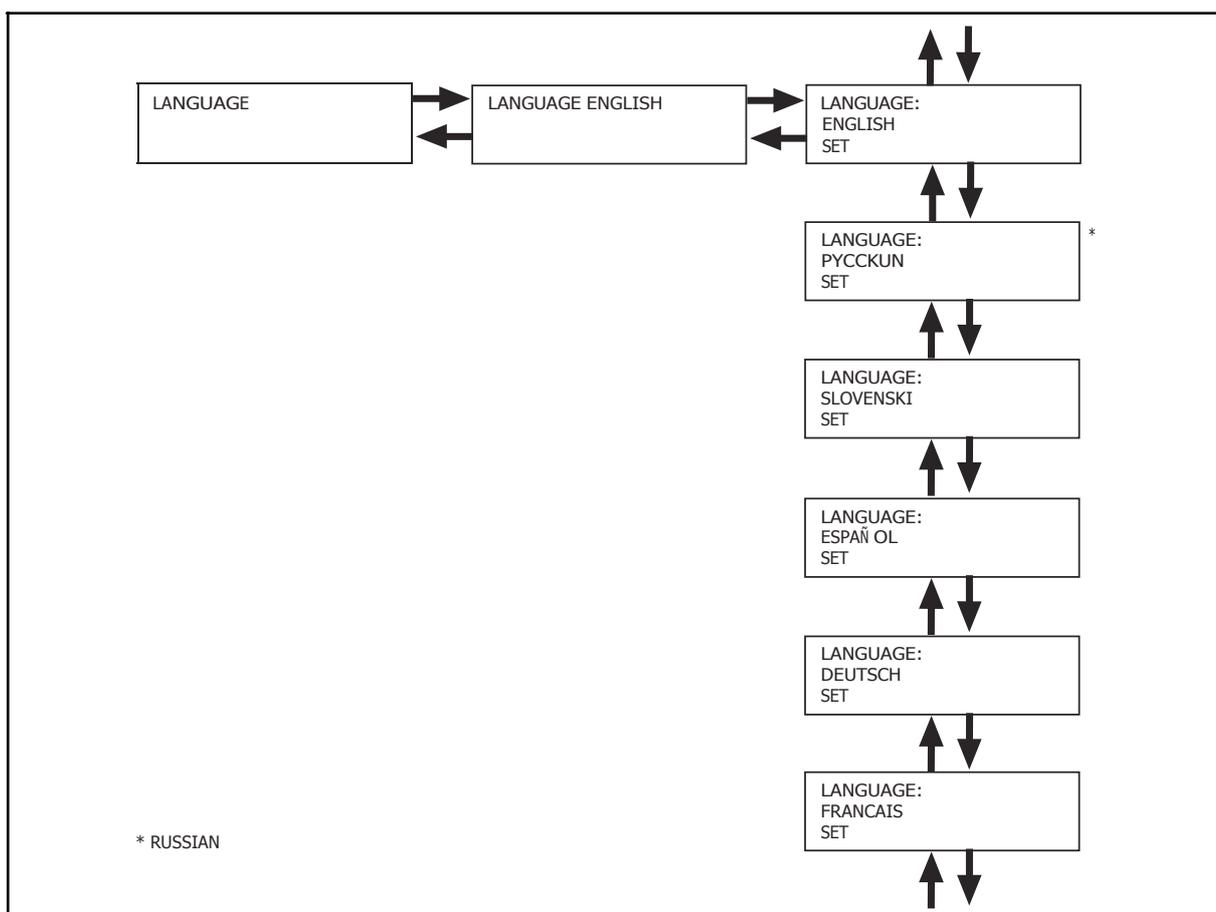


Рисунок 8. Меню языка.

5.2.3. Меню дисплея.

На Рисунке 9 показано меню дисплея. Настройки дисплея можно изменить с уровня 0. Желаемый символ выбирается клавишами ↓ и →, а его значение выбирается клавишами ← и ↑.

Контраст дисплея можно установить на значение от 0 до 63, подсветка – от 0 до 255 и время отключения – от 0 до 54 минут. Подсветка дисплея включается при нажатии любой клавиши и выключается через заданное время после нажатия последней клавиши.

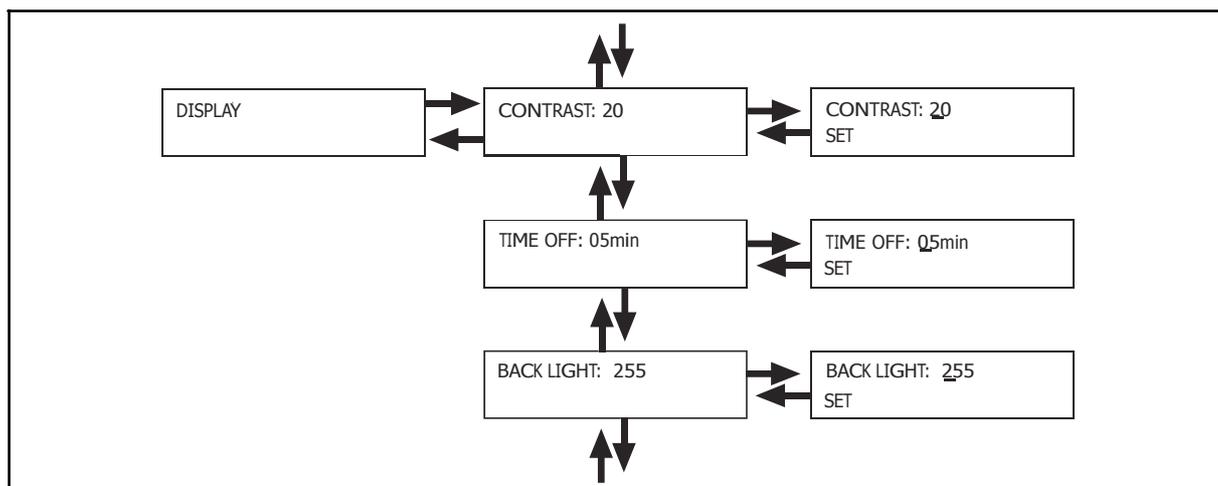


Рисунок 9. Меню дисплея.

5.2.4. Меню часов реального времени.

Рисунок 10 иллюстрирует меню часов реального времени. Часы реального времени можно настроить с первого или второго уровня доступа. Для настроек времени и даты символ выбирается с помощью клавиш ↓ и → задается клавишами ← и ↑. При установке года используются только клавиши ← и ↑.

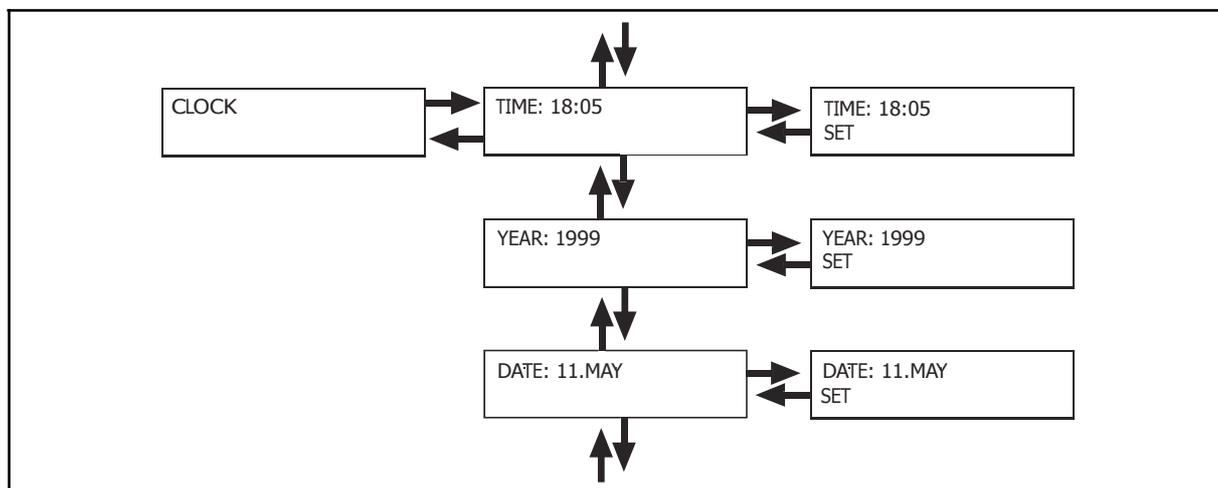


Рисунок 10. Меню часов.

5.2.5. Меню импульсных выходов.

Для настройки импульсных выходов (как показано на Рисунке 11) необходимо ввести пароль уровня 2. Для выбора требуемой частоты повторения импульсов используются клавиши ← и ↑.

Количество импульсов может изменяться от 20 импульсов/Мвар·час до 1 импульса/вар·час для выхода счетчика активной энергии и от 20 импульсов/МВт·час для выхода счетчика реактивной энергии.

Сигналы на импульсные выходы выводятся от отображаемых счетчиков энергии и на их разрешение будет оказывать влияние изменение коэффициентов трансформации трансформаторов напряжения (ТН) и трансформаторов тока (ТТ).

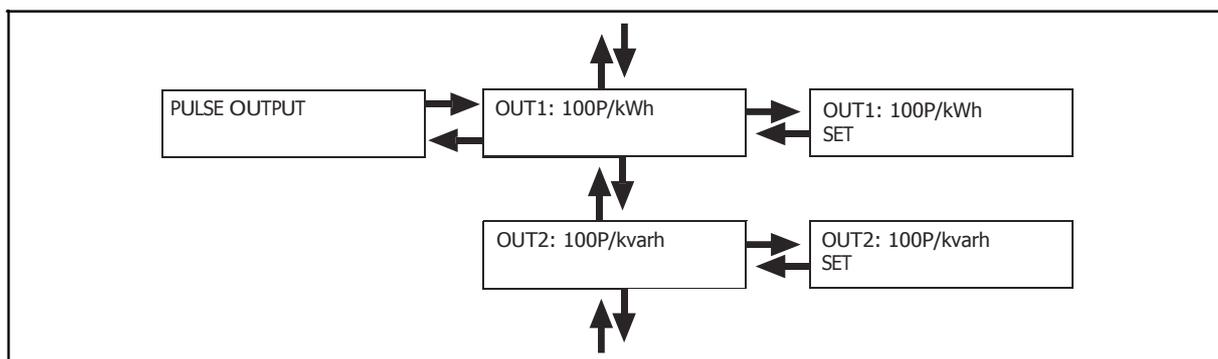


Рисунок 11. Меню импульсных входов.

5.2.6. Меню сброса максимальных значений величин потребления.

Для сброса или синхронизации максимальных значений величин потребления, как показано на Рисунке 12, необходим пароль первого или второго уровня. Для синхронизации максимального значения величины потребления, сброса максимального значения с момента последнего сброса или сброса максимального значения за текущий период, необходимо удерживать нажатой в течение пяти секунд клавишу →.

5.2.6.1. Синхронизация.

Команда синхронизации выполняется по-разному в зависимости от выбранного режима расчета максимального значения величины потребления.

- Тепловой режим – синхронизация не имеет эффекта.
- Фиксированный интервал – в момент синхронизации вычисление динамического максимального значения величины потребления останавливается, и максимальное значение для сохранения рассматривается как максимальное значение с момента сброса. Расчет максимального значения величины потребления продолжается с начала следующей полной минуты.
- Скользящий интервал – в момент синхронизации вычисление динамического максимального значения величины потребления для данного периода останавливается и для сохранения максимальное значение рассматривается как максимальное значение для периода в целом. Расчет максимального значения величины потребления продолжается с начала следующей полной минуты следующего подпериода.

5.2.6.2. Сброс максимального значения величины потребления с момента последнего сброса.

Операция сброса максимального значения величины потребления с момента последнего сброса выполняется по-разному в зависимости от выбранного режима расчета максимального значения:

- Тепловой режим – текущее максимальное значение и максимальное значения с момента последнего сброса сбрасываются.
- Фиксированный интервал – сбрасывается максимальное значение интервала и максимальное значение с момента последнего сброса. В то же время выполняется синхронизация временного интервала.
- Скользящий интервал – сбрасываются максимальное значение текущего подпериода, максимальные значения всех других подпериодов и максимальное значение величины потребления с момента последнего сброса. В то же время в начале первого подпериода выполняется синхронизация временного интервала.

5.2.6.3. Сброс максимального значения величины потребления за текущий период.

Операция сброса максимального значения величины потребления за текущий период выполняется по-разному в зависимости от выбранного режима расчета максимального значения:

- Тепловой режим – сбрасывается максимальное значение за текущий период.
- Фиксированный интервал – сбрасывается максимальное значение за текущий период. В то же время выполняется синхронизация временного интервала.
- Скользящий период – сбрасываются максимальное значение текущего подпериода и всех других подпериодов в интервале времени. В то же время выполняется синхронизация временного интервала в начале первого интервала времени.

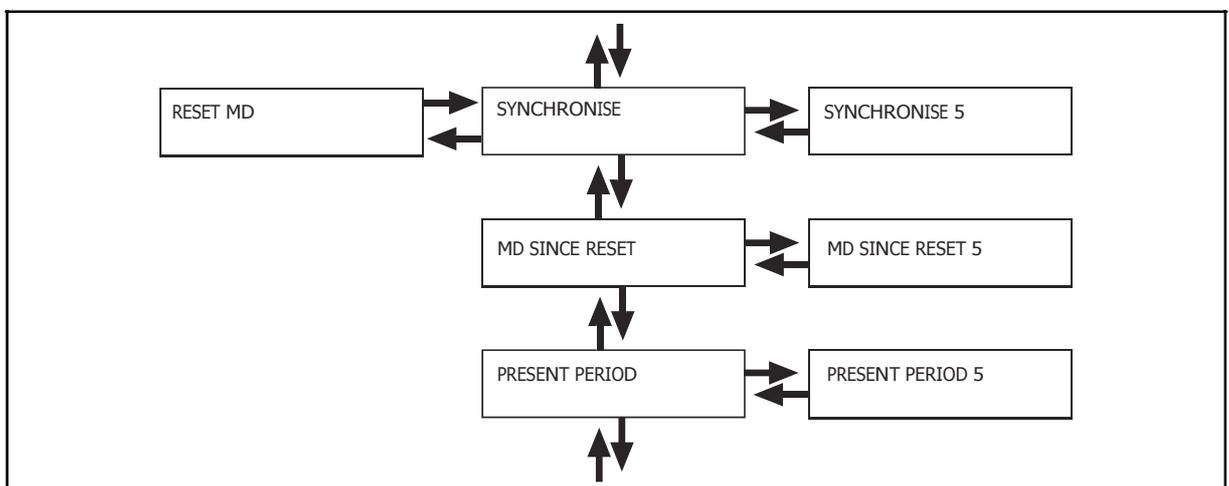


Рисунок 12. Меню сброса максимального значения величины потребления.

5.2.7. Меню вычислений максимального значения величины потребления.

Для установки режима вычисления максимального значения величины потребления, как показано на Рисунке 13, необходимо ввести пароль второго уровня.

- Тепловой режим.
- Фиксированный интервал – интервал времени можно устанавливать от 1 до 255 минут.
- Скользящий интервал – интервал времени можно устанавливать от 1 до 255 минут, а число интервалов устанавливается от 2 до 15.

Если интервал времени установлен на 0, то вычисление максимального значения величины потребления отключено.

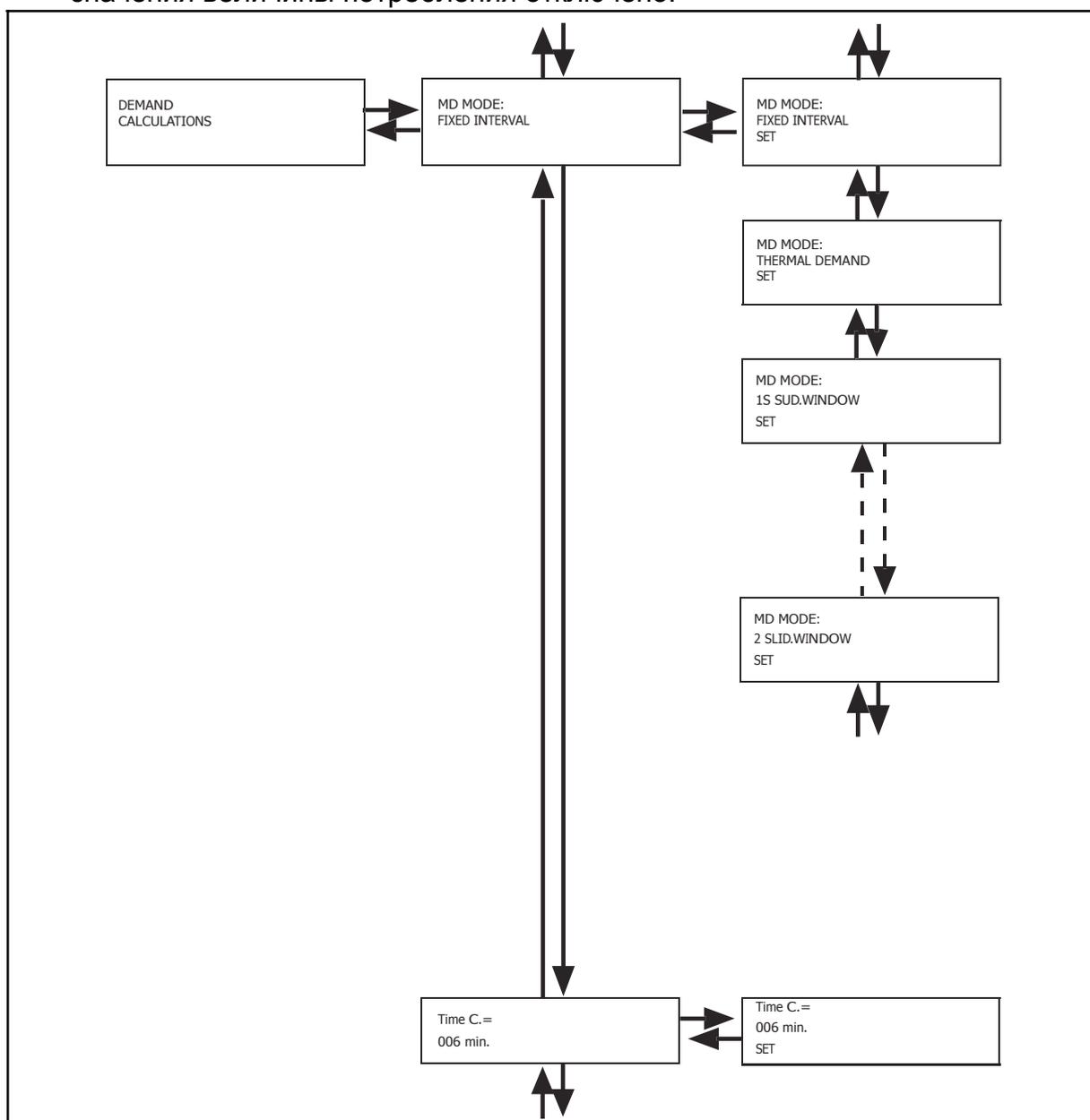


Рисунок 13. Меню вычислений сброса максимального значения величины потребления.

5.2.8. Меню обмена данными.

Для настройки параметров обмена данными (Рисунок 13) требуется пароль второго уровня.

- Скорость обмена данными – скорость передачи данных выбирается клавишами ← и ↑. Возможные значения для выбора: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 и (опция) 38400, 57600 и 115200.
- Адрес – адреса для обмена данными – может быть задан в диапазоне от 1 до 247. Адрес 0 зарезервирован для рассылки широковещательного сообщения.
- модель обмена данными – для модели данных можно задать длину, бит паритета, стоповый бит. Можно установить следующую модель данных:

Длина: 7, 8 (значение 8 всегда используется для MODBUS RTU).

Паритет: n (нет), o (нечетный) и e (четный).

Стоповый бит: 1 или 2.

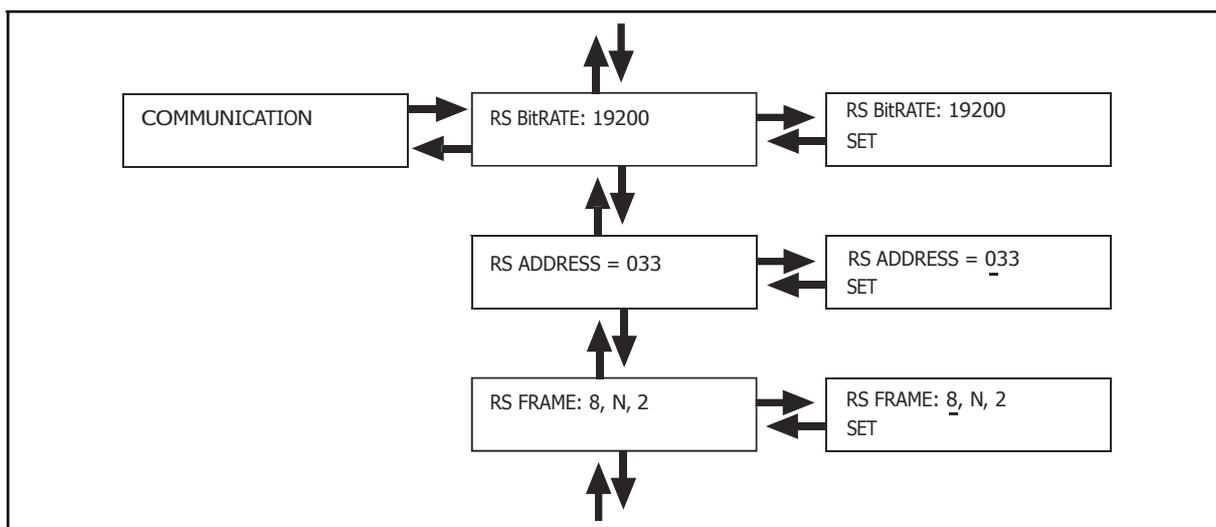


Рисунок 14. Меню обмена данными.

5.2.9. Меню подключения.

Для настройки меню подключения (Рисунок 15) необходим пароль второго уровня.

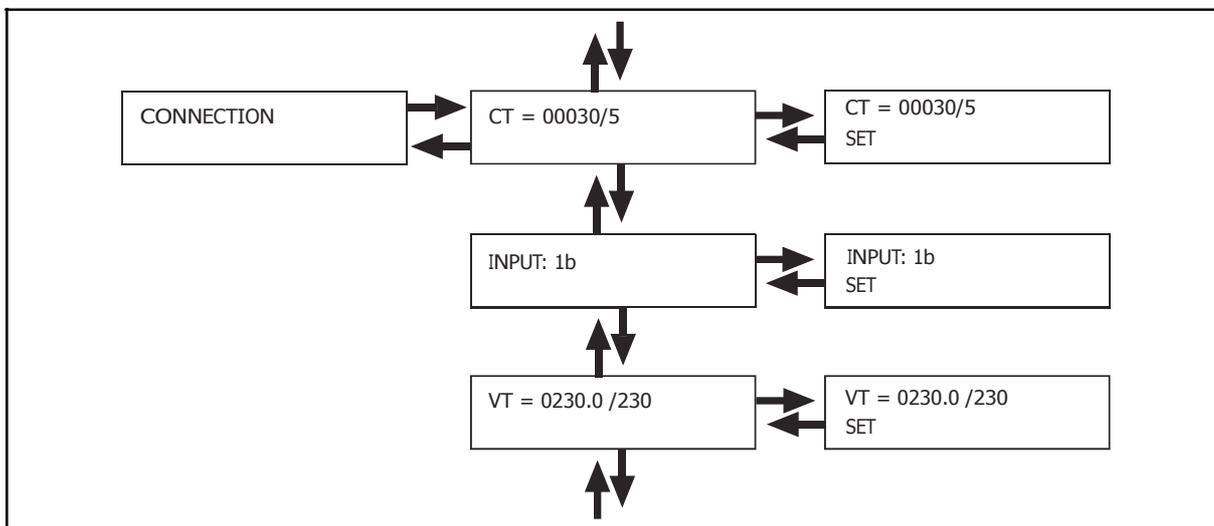


Рисунок 15. Меню подключения.

5.2.9.1. Коэффициент трансформации трансформатора тока.

При задании коэффициента трансформации трансформатора тока можно изменять только первичное значение, вторичное значение (1 А или 5 А) должно быть определено при заказе. В Таблице 5 определены доступные для выбора коэффициенты трансформации. Когда отображается "set" (установка), то символ выбирается нажатием клавиши ↓ или →, а значение изменяется клавишами ← и ↑. Когда желаемый коэффициент трансформации выбран, необходимо нажать клавишу → до тех пор, пока не исчезнет "set".

Коэффициент трансформации	Шаг изменения коэффициента	1 А ТТ	5 А ТТ
1...63	1	1...63	5...315
65...315	5	65...315	325...1575
320...630	10	320...630	1600...3150
650...3150	50	650...3150	3250...15750
4000	-	4000	20000

Таблица 5. Коэффициенты трансформации ТТ.

5.2.9.2. Вход подключения.

Для соответствия физическому подключению необходимо установить тип подключения к энергосистеме.

- 1b – однофазное подключение,
- 3b – трехфазное трехпроводное подключение, симметричная нагрузка,
- 4b – трехфазное четырехпроводное подключение, симметричная нагрузка,
- 3u – трехфазное трехпроводное подключение, несимметричная нагрузка,
- 4u – трехфазное четырехпроводное подключение, несимметричная нагрузка.

5.2.9.3. Коэффициент трансформации трансформатора напряжения.

Можно устанавливать и первичное, и вторичное значения коэффициента трансформатора напряжения. Значения устанавливаются тем же образом, как это описано для коэффициента трансформации трансформатора тока. При установке первичного значения трансформатора напряжения также устанавливается десятичная точка. Десятичная точка устанавливается клавишами ↓ и →, когда она выбрана (подчеркивание). Заданием десятичной точки можно изменить разрешение отображаемой энергии.

Диапазон напряжения	Шаг напряжения
10...137 В	1 В
140...775 В	5 В

Таблица 6. Уставки вторичного напряжения.

Диапазон напряжения	Шаг напряжения
0.1...1599,9 В	0.1 В
1...15.999 кВ	1 В
10...159.99 кВ	10 В
100...1599.9 кВ	100 В

Таблица 7. Уставки первичного напряжения.

5.3. Батарея.

M241 снабжается литиевой батареей, которая используется для хранения уставок и данных в случае потери питания. Эта батарея в течение 6 лет оставаться в нормальном режиме работы, высокая температура и влажность будут это время укорачивать.

5.3.1. Замена батареи.

Когда батарею необходимо заменить или когда произошла потеря питания, то индикатор состояния батареи в нижней правой части меню на передней панели будет мигать. M241 будет оставаться в работе, но если батарею не заменить, то в случае потери питания часы реального времени сбросятся, а данные о максимуме величины потребления будут утеряны.

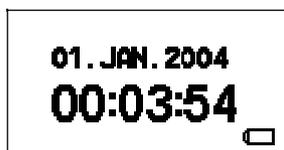


Рисунок 16. Индикатор состояния батареи.

Батарею можно заменить, сняв M241 с панели и сняв резиновую крышку сзади корпуса. ОТМЕТЬТЕ, что при снятии батареи все максимальные значения величин измерения сотрутся.

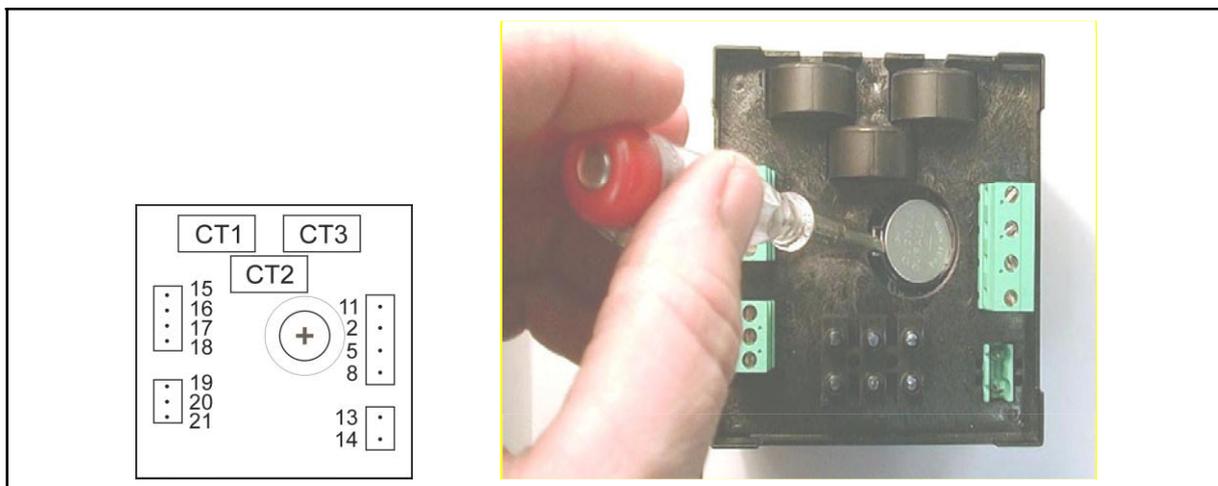


Рисунок 17. Замена батареи.

5.4. Уставки по умолчанию.

M231 поставляется со следующими уставками по умолчанию. Изменения этих уставок можно выполнить из меню на передней панели или через удаленный обмен данными.

Счетчики и регистры
 Пароль
 Язык
 Часы

Установлены на ноль
 Не установлен
 English (английский)
 Временной пояс центрально-европейского
 времени, текущий год и дата

Расчет максимального значения
величины потребления

MD Mode: Thermal demand, time
constant 15 min (режим расчета
максимального значения величины
потребления: тепловой режим, постоянная
времени 15 минут

Обмен данными
Подключение

9600 bps, address (адрес): 33, RS frame: 8,n,1
VT 230.0/230 или 57.0/57 или 63.5/63.5
CT 5/5 или 1/1
Mode (режим): 4u (3W4)

6. Технические данные

6.1. Паспортные данные.

6.1.1. Вход напряжения.

Номинальное напряжение (U_n)	63,5 В, 120 В и 230 В	фазное
Диапазон измерения	от 10 до 150% от U_n	
Вторичная нагрузка	<0.1 ВА	
Термическая стойкость	1.5 U_n продолжительно, 2 U_n – 1 секунда	

6.1.2. Токвый вход.

Номинальный ток (I_n)	1 А или 5 А
Диапазон измерения	от 0 до 160% от I_n
Вторичная нагрузка	<0.1 ВА
Термическая стойкость	3 I_n продолжительно 25 I_n – 3 секунды 50 I_n – 1 секунда

6.1.3. Частота.

Номинальная частота	50 Гц или 60 Гц
Диапазон измерений	от 45 Гц до 65 Гц

6.1.4. Питание переменным током.

Номинальное напряжение (U_x)	63,5 В, 120 В, 230 В
Рабочий диапазон	от 80 до 120% от U_x
Термическая стойкость	1.2 U_x длительно 1.5 U_x – 10 секунд
Номинальная частота (f_x)	50 Гц или 60 Гц
Рабочий диапазон частоты	от 45 до 65 Гц
Вторичная нагрузка	<5 ВА.

6.1.4. Питание постоянным током.

Номинальное напряжение (U_x)	от 24 В до 220 В
Рабочий диапазон	от 19 В до 300 В
Вторичная нагрузка	<5 ВА

6.5. Резервная батарея.

Срок службы батареи	6 лет
---------------------	-------

6.6. Порты обмена данным.

6.6.1. Порт RS232.

Тип подключения	Точка-точка
Уровни сигналов	RS232
Тип кабеля	Экранированный многожильный
Максимальная длина кабеля	15 м
Разъем	Винтовые зажимы
Изоляция	3.7 кВ среднеквадратическое значение, 1 минута между всем зажимами и всеми другими цепями
Режим передачи	Асинхронный
Формат сообщения	MODBUS RTU
Скорость обмена данными	1200 по 115200 бит/с

6.6.2. Порт RS485.

Тип подключения	Многоточечная линия
Уровни сигналов	RS485
Тип кабеля	Экранированная витая пара
Максимальная длина кабеля	1000 м
Разъем	Винтовые зажимы
Изоляция	3.7 кВ среднеквадратическое значение, 1 минута между всем зажимами и всеми другими цепями
Режим передачи	Асинхронный
Формат сообщения	MODBUS RTU
Скорость обмена данными	1200 по 115200 бит/с

6.7. Безопасность изделия.

EN61010-1:1990	Источник переменного напряжения питания, категория установки III
	Источник питания переменного/постоянного напряжения 300 В, категория установки III.

Степень загрязнения 2
 Испытательное напряжение – 3.7 кВ в соответствии с EN61010-1: 1990.

Электромагнитная совместимость

89/336/ЕЕС Соответствие с Директивой Европейской комиссии по ЭМС.

Для согласованности были использованы следующие общие стандарты.

EN 62052 -11:2003	Оборудование для электрических измерений (переменный ток), общие требования, испытания и условия испытаний. Часть 11: Измерительное оборудование.
EN 62053-21:2003	Особые требования: Часть 21: Статические счетчики активной энергии (классы 1 и 2).
EN 62053-23:2003	Особые требования: Часть 23: Статические счетчики реактивной энергии (классы 2 и 3).

Безопасность изделия

73/23/ЕЕС Совместимость с Директивой Европейской комиссии о низком напряжении.

EN61010-1:2002 Безопасные измерения для электрического измерительного оборудования, управление и лабораторное использование.
Часть 1. Общие требования.

6.8. Устойчивость к воздействиям окружающей среды.

6.8.1. Атмосфера.

Температура и влажность

JVF (DIN 40 040)	Нормированный рабочий диапазон	от 0°C до 50°C
	Номинальный рабочий диапазон	от -10°C до 65°C
	Хранение и транспортировка	от -25°C до 70°C
	Средняя годовая относительная влажность	75%

Степень защиты корпуса МЭК 50529: 1989 IP52

6.8.1. Конструкция.

Корпус	Поликарбонат, совместимость с UL 94 V0
Размеры	96x96x108 мм
Вес	0.6 кг

6.9. Подключения трансформаторов тока и трансформаторов напряжения.

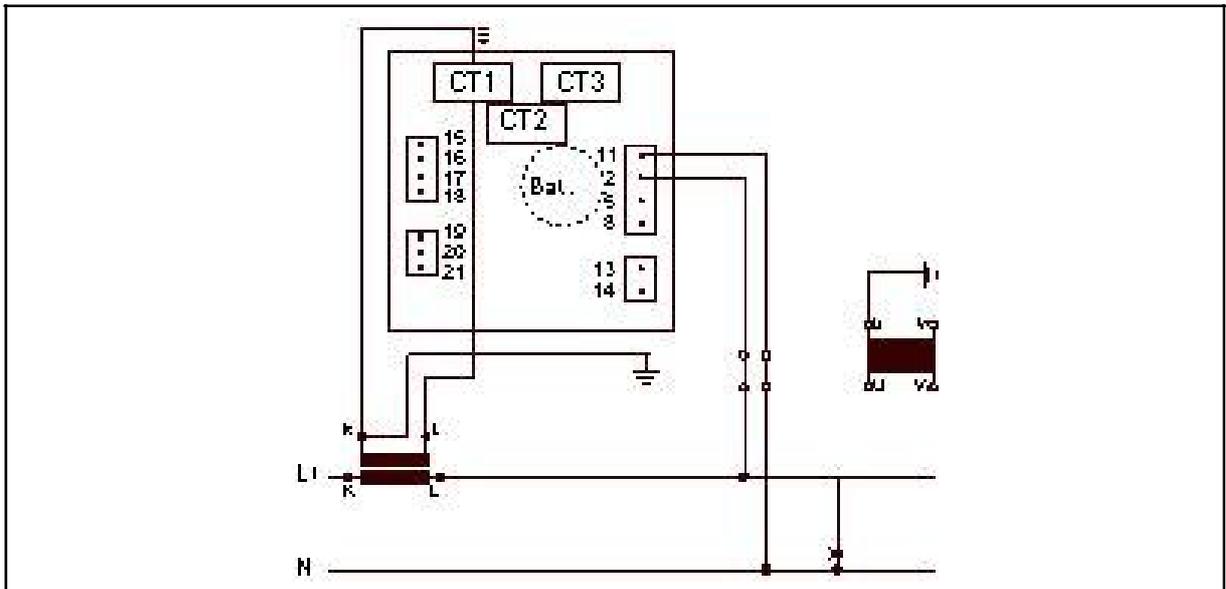


Рисунок 18. Схема внешних соединений: однофазное подключение (1В).

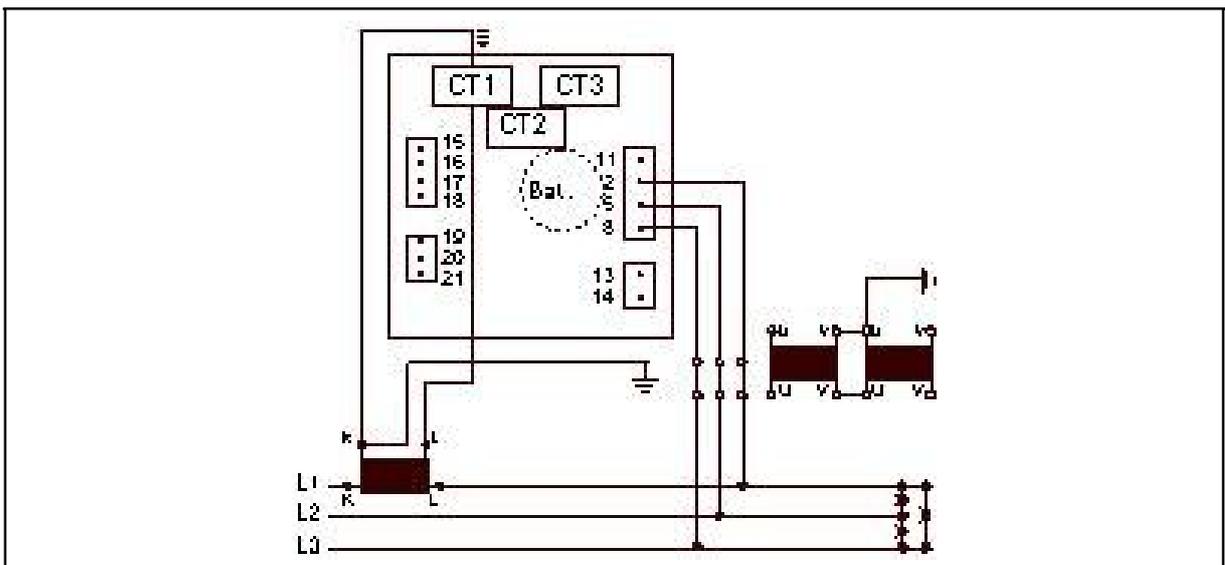


Рисунок 19. Схема внешних соединений: трехфазное трехпроводное подключение, симметричная нагрузка (3В).

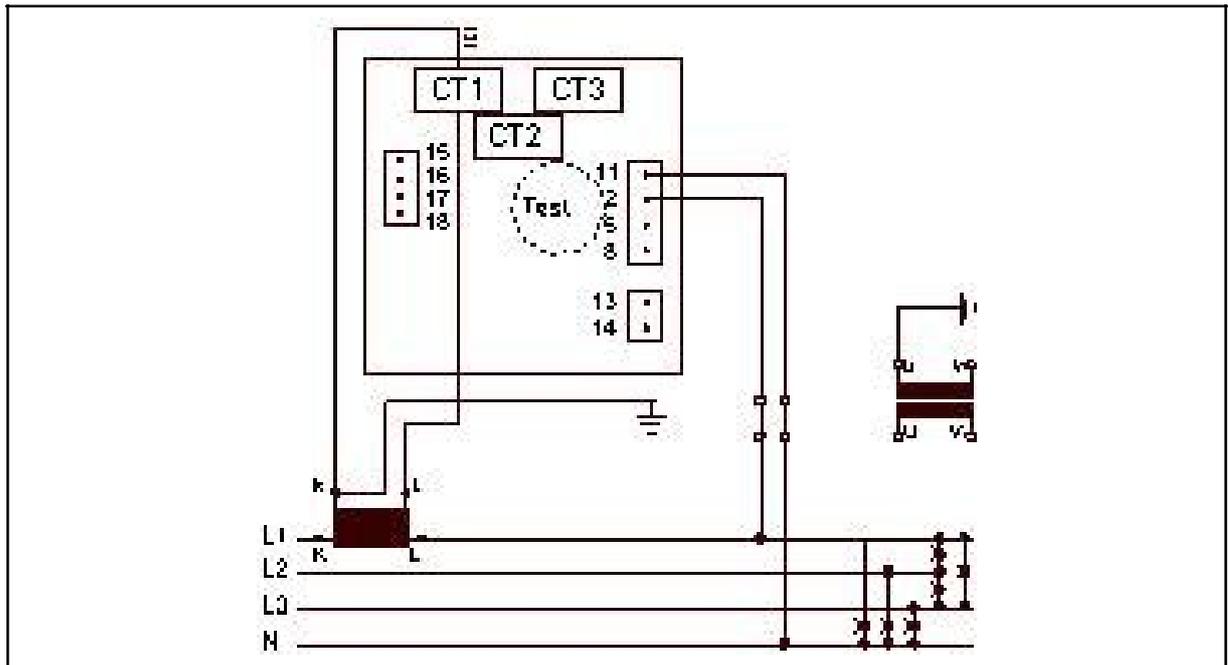


Рисунок 20. Схема внешних соединений: трехфазное четырехпроводное подключение, симметричная нагрузка (4B).

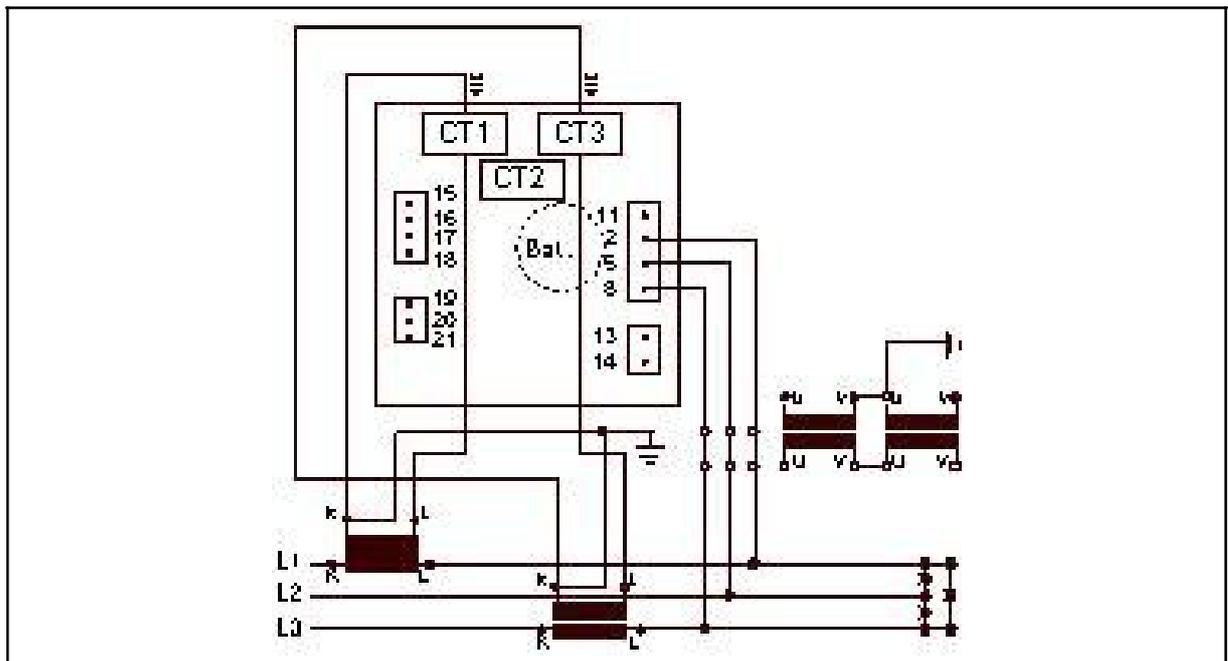


Рисунок 21. Схема внешних соединений: трехфазное трехпроводное подключение, несимметричная нагрузка (3U).

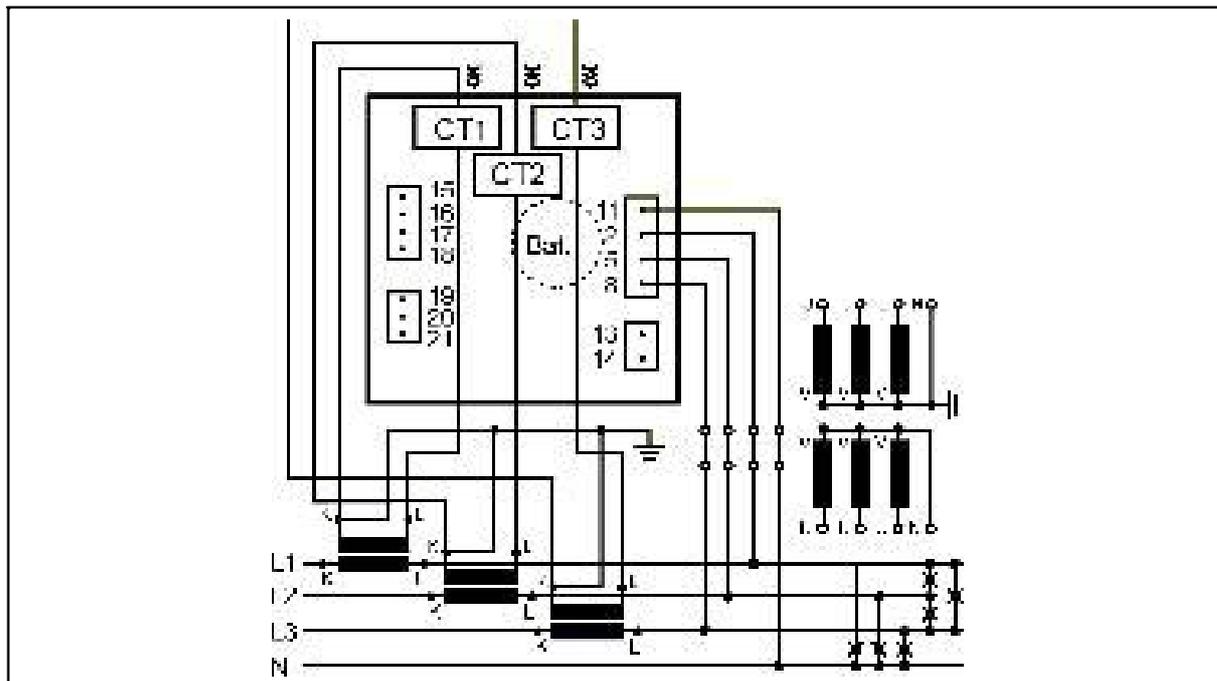


Рисунок 22. Схема внешних соединений: трехфазное четырехпроводное подключение, несимметричная нагрузка (4U).

6.10. Подключение источника питания, портов обмена данными и импульсного выхода.

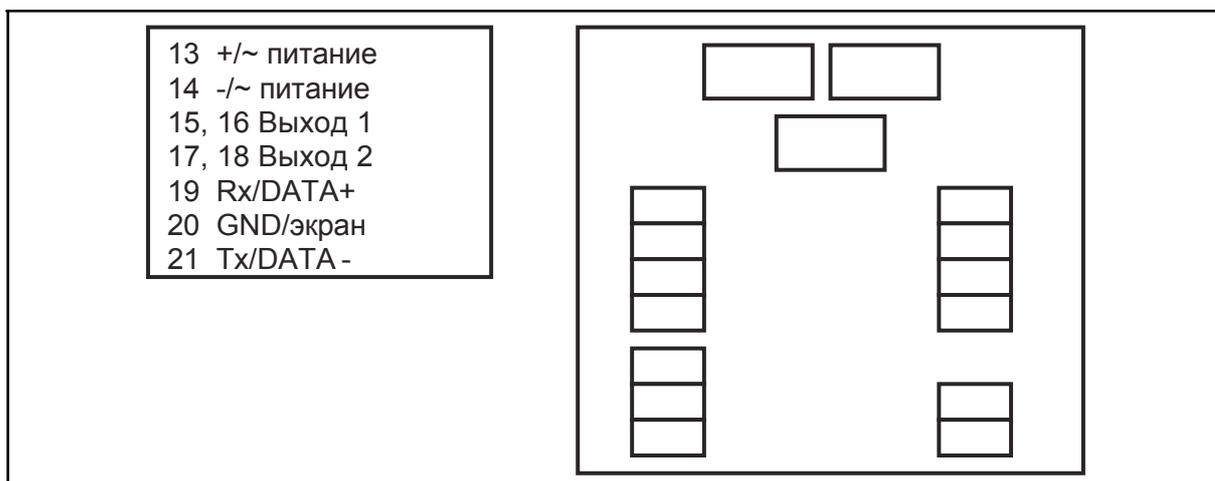


Рисунок 23. Подключение источника питания, портов обмена данными и импульсного выхода.

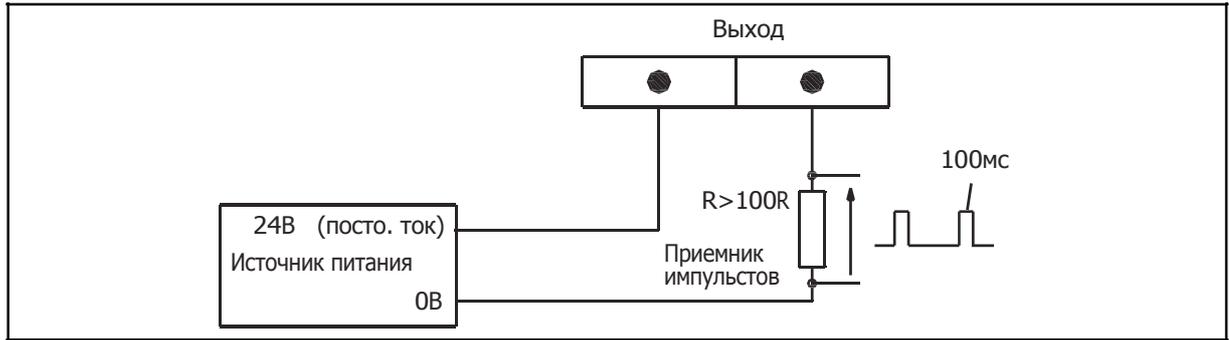


Рисунок 24. Типичное подключение для импульсного входа.

6.11. Размеры.

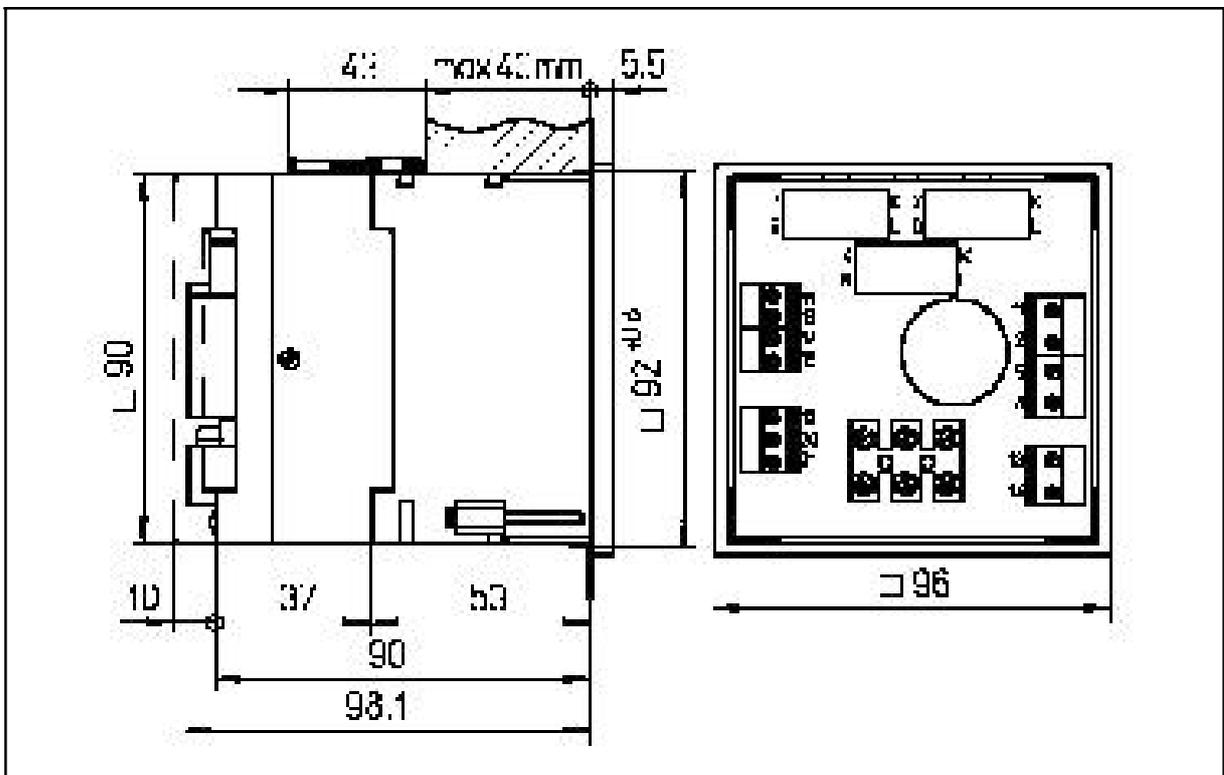


Рисунок 25. Размеры M231.

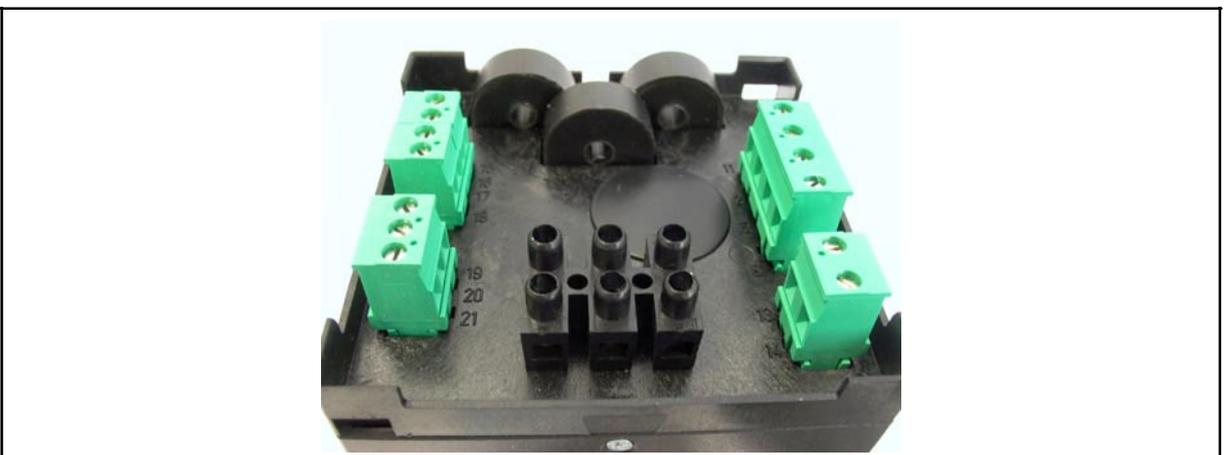


Рисунок 26. Задняя часть корпуса, подключение встроенных ТТ.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Оглавление

Оглавление	1
1. Введение	2
2. Групповые операции	3
2.1. Запрос	3
2.2. Ответ	3
2.3. Пример цикла запрос – ответ	4
2.3.1. Кадр запроса	4
2.3.2. Кадр ответа	4
3. Синхронизация кадров	5
3.1. Синхронизация сообщений RTU	5
4. Поддерживаемые функции и применение	6
4.1. 03 – считывание из регистров временного хранения информации	6
4.1.1. Кадр запроса	6
4.1.2. Кадр ответа	7
4.2. 04 – считывание из входных регистров	7
4.2.1. Кадр запроса	7
4.2.2. Кадр ответа	7
4.3. 06 – запись в один регистр временного хранения информации	8
4.3.1. Кадр запроса	8
4.3.2. Кадр ответа	8
4.4. 16 (10 HEX)– запись в один или более регистров	9
4.4.1. Кадр запроса	9
4.4.2. Кадр ответа	9
4.5. 17 (11 HEX)– отчет об id ведомого устройства	10
4.5.1. Кадр запроса	10
4.5.2. Кадр ответа	10
4.6. 77 (4D HEX)– считывание строки данных измерения	10
4.6.1. Кадр запроса	10
4.6.2. Кадр ответа	11
4.6.3. Кадр ответа	11
4.7. 82 (52 HEX)– повторное считывание выходного буфера	13
4.7.1. Кадр запроса	13
4.7.2. Кадр ответа	13
5. Реакции на ошибки	14
5.1. Коды особых ситуаций	14
6. Карта регистров MODBUS	16
7. Типы данных MODBUS	30
8. Проверка и генерирование CRC	32
8.1. Генерирование CRC	32
8.2. Помещение CRC в сообщение	33
8.3. Функция генерирования CRC	34
8.4. Таблица старшего байта	35
8.5. Таблица младшего байта	36
9. Документы	37
Бланк ремонта	38

1. Введение

M231 реализовывает подгруппу стандарта последовательного обмена данными Modicon Modbus RTU [ссылка 1, Modicon Protocol Reference Guide PI – MBUS – 300 Rev. E (Справочное руководство по Modicon Protocol PI – MBUS – 300, редакция E)]. Modbus – это протокол с одним ведущим устройством и множество ведомых устройств, который подходит для конфигурации с многоабонентской линией (однопроводная линия связи, которая соединяет главное устройство с несколькими периферийными устройствами), что обеспечивается подключением RS485. Таким образом, можно подключить до 32 устройств. Подключение RS232 для одного ведомого устройства также возможно.

2. Групповые операции

Обмен данными происходит по принципу ведущий-ведомый, где только одно устройство (ведущее) может инициировать групповые операции, называемые "запросами". Другие устройства (ведомые) отвечают ведущему устройству путем передачи ему запрашиваемых данных. Это называется "цикл запрос – ответ".

Запрос ведущего устройства ведомому:

Адрес устройства	Код функции	Nx8 бит байт данных	Проверка на наличие ошибки
------------------	-------------	---------------------	----------------------------

Ответ ведомого устройства ведущему:

Адрес устройства	Код функции	Nx8 бит байт данных	Проверка на наличие ошибки
------------------	-------------	---------------------	----------------------------

2.1. Запрос.

Эта операция запроса от ведущего устройства ведомому имеет форму:

Адрес устройства:

Ведущее устройство адресует ведомому (адрес 0 используется как широковещательный адрес, который распознают все ведомые устройства).

Код функции:

Например, 04 запрашивает ведомое устройство считать его входные регистры и ответить передачей их содержимого.

Байты данных:

Сообщают ведомому устройству, с какого регистра начать и сколько регистров считать.

2.2. Ответ.

Эта операция ответа ведомого устройства ведущего имеет форму:

Адрес устройства:

Позволяет ведущему устройству узнать, какое ведомое устройство отвечает.

Код функции:

Это "эхо" кода функции в запросе.

Байты данных:

Содержат данные, полученные от ведомого устройства.

2.3. Пример цикла запрос – ответ.

I_a 160.00 A = $16000 \cdot 10^{-2}$ A
 Тип данных "ТЗ" – 32 бита без знака FE 00 3E 80₍₁₆₎
 Данные охватывают адреса Modbus 30036₍₁₀₎ & 30037₍₁₀₎
 30036₍₁₀₎-30000₍₁₀₎=36₍₁₀₎ α 00 24₍₁₆₎

2.3.1. Кадр запроса.

		Начальный регистр	Считывание регистра	CRC
Адрес ведомого устройства (старший и младший биты)	Код функции		Ст. мл.	Младший и старший биты
21	04	00 24	00 02	

2.3.2. Кадр ответа.

			Данные регистра	CRC
Адрес ведомого устройства (старший и младший биты)	Код функции		Число байт	Мл. ст.
21	04	04	FE 00 3E 80	

3. Синхронизация кадров

Существует два типа синхронизации сообщений для последовательного обмена данными, ASCII или RTU. M231 поддерживает синхронизацию сообщений RTU.

3.1. Синхронизация сообщений RTU.

В режиме RTU сообщения начинаются и заканчиваются паузой длительностью как минимум в 3.5 длительности символа ($t_1-t_2-t_3-t_4$, как показано ниже).

Преимущество этого режима синхронизации – это то, что он допускает большую плотность символов и большую пропускную способность данных. Однако, каждое сообщение должно передаваться в непрерывном потоке. Если перед окончанием кадра возникает пауза длительностью больше, чем 1.5 длительности символа, то устройство подавляет незаконченное сообщение и расценивает следующий байт как область данных нового сообщения.

Начало	Адрес	Функция	Данные	Проверка CRC	Окончание
$t_1-t_2-t_3-t_4$	8 бит	8 бит	$N \times 8$ бит	16 бит	$t_1-t_2-t_3-t_4$

Поле CRC (Cyclic Redundancy Check – контроль с помощью циклического избыточного кода) – это два байта, содержащие 16-битную двоичную величину. Эта величина CRC вычисляется передающим устройством, которое прибавляет CRC к сообщению. Принимающее устройство заново вычисляет CRC при приеме сообщения, и сравнивает рассчитанное значение с фактическим, которое оно получило в поле CRC. Если два значения не равны, то результат приема ошибочный. Вычисление CRC-16 является стандартным промышленным методом, используемым для обнаружения ошибки.

Один кадр передается, как 1 стартовый бит, 8 бит данных и 2 стоповых бита. Если выбран контроль по четности, то кадр передается как 1 стартовый бит, 8 бит данных и 1 стоповый бит.

Если $n > 1$, то сперва передается наиболее значимый байт. CRC передается перед передачей наименее значимого байта.

4. Поддерживаемые функции и применение

Код DEC	Код HEX	Функция	Ссылки
3	03	Считывание из регистров временного хранения информации	(4XXXX – ссылки на ячейки памяти)
4	04	Считывание из входных регистров	(3XXXX – ссылки на ячейки памяти)
6	06	Запись в один регистр временного хранения информации	(4XXXX – ссылки на ячейки памяти)
16	10	Запись в один или более регистров хранения информации	(4XXXX – ссылки на ячейки памяти)
17	11	Отчет об ID ведомого устройства	6 символов
77	4D	Чтение строки данных измерения	1 байт кода значения (запрос)
82	52	Повторное считывание выходного буфера	Используется после широковещательного запроса

4.1. 03 – считывание из регистров временного хранения информации.

Считывание двоичного содержимого регистров временного хранения информации (ссылки 4X) в ведомом устройстве. Также поддерживается широковещание.

4.1.1. Кадр запроса.

Сообщение запроса определяет начальный регистр и число регистров (от 1 до 28) для считывания. Адресация регистров начинается с нуля.

Здесь приведен пример запроса на считывание регистров 40009 ... 40010 ведомого устройства 33.

Адрес ведомого устройства	Код функции	Начальный регистр	Число регистров	CRC
		Ст. мл.	Ст. мл.	Мл. ст.
21	03	00 09	00 02	

4.1.2. Кадр ответа.

Данные регистра в сообщении ответа объединены по два байта на регистр с двоичным содержимым с выравниванием вправо в каждом байте. Для каждого регистра первый байт содержит биты старшего разряда, а второй – биты младшего разряда.

Данные в ведомом устройстве сканируются со скоростью 28 регистров раз. Ответ отправляется, когда завершен сбор данных.

Здесь приведен пример ответа на запрос.

Адрес ведомого устройства	Код функции	Число байт	Данные регистра		CRC	
			Ст. мл.	ст. мл.	Мл.	ст.
21	03	04	75	03	42	15

Содержимое регистров 40009 ... 40010 – это 75 03 и 42 15 в шестнадцатеричной системе счисления.

4.2. 04 – считывание из входных регистров.

Считывание двоичного содержимого входных регистров (ссылки 3X) в ведомом устройстве. Также поддерживается широковещание.

4.2.1. Кадр запроса.

Сообщение запроса определяет начальный регистр и число регистров (от 1 до 28) для считывания. Адресация регистров начинается с нуля.

Здесь приведен пример запроса на считывание регистров 30036 ... 30037 ведомого устройства 33.

Адрес ведомого устройства	Код функции	Начальный регистр		Число регистров		CRC	
		Ст.	мл.	Ст.	мл.	Мл.	ст.
21	04	00	24	00	02		

4.2.2. Кадр ответа.

Данные регистра в сообщении ответа объединены по два байта на регистр с двоичным содержимым с выравниванием вправо в каждом байте. Для

каждого регистра первый байт содержит биты старшего разряда, а второй – биты младшего разряда.

Данные в ведомом устройстве сканируются со скоростью 28 регистров раз. Ответ отправляется, когда завершен сбор данных.

Здесь приведен пример ответа на запрос.

Адрес ведомого устройства	Код функции	Число байт	Данные регистра		CRC	
			Ст. мл.	ст. мл.	Мл.	ст.
21	04	04	FE	00	3E	80

Содержимое регистров 30036 ... 30037 – это FE 00 и 3E 80 в шестнадцатеричной системе счисления.

4.3. 06 – запись в один регистр временного хранения информации.

Записывает значение в один регистр временного хранения информации (ссылка 4X). При широковещании функция задает одинаковую ссылку регистра во всех ведомых устройствах.

4.3.1. Кадр запроса.

Сообщение запроса определяет задаваемую ссылку регистра. Адресация регистров начинается с нуля, регистр 1 адресуется как 0.

Здесь приведен пример запроса на присвоение регистру 40010 ведомого устройства 33 значения 42 15 в шестнадцатеричной системе счисления.

Адрес ведомого устройства	Код функции	Адрес регистра		Данные регистра		CRC	
		Ст.	мл.	Ст.	мл.	Мл.	ст.
21	06	00	0A	42	15		

4.3.2. Кадр ответа.

Нормальный ответ является "эхом" запроса, который отправляется после того, как содержимое регистра было задано. Здесь приведен пример ответа на запрос.

Адрес ведомого устройства	Код функции	Адрес регистра	Данные регистра	CRC
		Ст. мл.	Ст. мл.	Мл. ст.
21	06	00 0A	42 15	

4.4. 16 (10 HEX)– запись в один или более регистров.

Записывает значение в последовательность регистров временного хранения информации (ссылки 4X). При ширококовещании функция задает одинаковые ссылки регистров во всех ведомых устройствах.

4.4.1. Кадр запроса.

Сообщение запроса определяет задаваемые ссылки регистров. Адресация регистров начинается с нуля, регистр 1 адресуется как 0. Здесь приведен пример запроса на присвоение двум регистрам, начиная с 40000 ведомого устройства 33 значений 41 42 и 43 44 в шестнадцатеричной системе счисления (введите пароль ABCD).

Адрес ведомого устройства	Код функции	Начальный регистр	Число регистров	Число байт	Данные регистра	CRC
		Ст. мл.	Ст. мл.		Ст. мл. Ст. мл.	Мл. ст.
21	16	00 00	00 02	04	41 42 43 44	

4.4.2. Кадр ответа.

В нормальном ответе посылается адрес ведомого устройства, код функции, начальный адрес и количество задаваемых регистров. Здесь приведен пример ответа на запрос, показанный выше.

Адрес ведомого устройства	Код функции	Начальный регистр	Число регистров	CRC
		Ст. мл.	Ст. мл.	Мл. ст.
21	16	00 00	00 02	

Если пароль не верен (уровень 1, уровень 2 или ВР), ответ на запрос имеет вид:

Адрес ведомого устройства	Код функции	Начальный регистр	Число регистров	CRC
		Ст. мл.	Ст. мл.	Мл. ст.
21	16	00 00	00 02	

4.5. 17 (11 HEX)– отчет об id ведомого устройства.

Возвращает описание типа контроллера, присутствующего по адресу ведомого устройства.

4.5.1. Кадр запроса.

Здесь приведен пример запроса на отчет об ID ведомого устройства 33.

Адрес ведомого устройства	Код функции	CRC	
		Мл.	ст.
21	11		

4.5.2. Кадр ответа.

Формат нормального ответа показан ниже.

Адрес ведомого устройства	Код функции	Число байт	Данные регистра			CRC	
			Ст мл.	Ст. мл.	Ст мл.	Мл. ст.	
21	11	06	20	4D	30	32	32

4.6. 77 (4D HEX)– считывание строки данных измерения.

Считывание величины измерения как строки ASCII. Также поддерживается широкополосное. См. список кодов значений в Разделе 4.6.3.

4.6.1. Кадр запроса.

Сообщение запроса определяет код значения данных измерения для считывания. Здесь приведен пример запроса на чтение суммарной активной мощности из ведомого устройства 33.

Адрес ведомого устройства	Код функции	Код значения	CRC	
			Мл.	ст.
21	4D	06		

4.6.2. Кадр ответа.

Строка ASCII в сообщении ответа сжата как биты данных. Число байт данных зависит от кода значения.

Здесь приведен пример запроса:

Адрес ведомого устройства	Код функции	Код значения	Данные строки								CRC
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Мл. ст.
21	4D	08	2B	32	31	2E	31	33	35	6B	

4.6.3. Кадр ответа.

Коды значений описываются в следующей таблице.

Код значения (DEC)	Код значения (HEX)	Величина измерения	Число байт	Пример строки данных
00	00	Счетчик энергии 1	15	"0000004.46 кВт·час"
01	01	Счетчик энергии 2	15	"0000001.24 квар·час"
02	02	Счетчик энергии 3	15	"0000005.71 кВт·час"
03	03	Счетчик энергии 4	15	"0000002.86 квар·час"
04	04	Суммарная активная мощность	8	" +21.135к"
05	05	Активная мощность, фаза А	8	" +7046.3"
06	06	Активная мощность, фаза В	8	" +7037.3"
07	07	Активная мощность, фаза С	8	" +7051.1"
08	08	Суммарная реактивная мощность	12	"1208.7 вар, L"
09	09	Реактивная мощность, фаза А	12	"0400.2 вар, L""
10	0A	Реактивная мощность, фаза В	12	"0406.4 вар, L"
11	0B	Реактивная мощность, фаза С	12	"0400.9 вар, L"
12	0C	Суммарный I	7	"93.671"
13	0D	IA	7	"31.227"
14	0E	IB	7	"31.222"
15	0F	IC	7	"31.222"
16	10	Среднее U	7	"226.06"
17	11	UA	7	"226.08"
18	12	UB	7	"225.83"

19	13	UC	7	"226.27"
20	14	Суммарная полная мощность	7	"21.170к"
21	15	Полная мощность, фаза А	7	"7057.3"
22	16	Полная мощность, фаза В	7	"7049.0"
23	17	Полная мощность, фаза С	7	"7062.8"
24	18	Суммарный коэффициент мощности	8	"+0.998 L"
25	19	Коэффициент мощности, фаза А	8	"+0.998 L"
26	1A	Коэффициент мощности, фаза В	8	"+0.998 L"
27	1B	Коэффициент мощности, фаза С	8	"+0.998 L"
28	1C	Частота	7	"46.008"
29	1D	Частота	7	"46.008"
30	1E	Частота	7	"46.008"
31	1F	Частота	7	"46.008"
32	20	Суммарный угол мощности	7	"+003.26"
33	21	Угол мощности, фаза А	7	"+003.25"
34	22	Угол мощности, фаза В	7	"+003.30"
35	23	Угол мощности, фаза С	7	"+003.25"
36	24	IN	6	"93.67"
37	25	Угол АВ	7	"+000.00"
38	26	Угол ВС	7	"+000.01"
39	27	Угол СА	7	"-000.01"
40	28	Среднее Uху	6	"000.3"
41	29	UAB	6	"000.2"
42	2A	UBC	6	"000.24"
43	2B	UCA	6	"000.2"
44	2C	Динамическое значение величины потребления 1	13	"Pt=+9.818kW"
45	2D	Динамическое значение величины потребления 2	12	"Qt=6.504kvar"
46	2E	Динамическое значение величины потребления 3	12	"St=12.89kVA"
47	2F	Динамическое значение величины потребления 4	12	"It=56.91A"
48	30	Максимум величины потребления 1 с момента последнего сброса	13	"Pt=+11.26kW"
49	31	Максимум величины потребления 2 с момента последнего сброса	12	"Qt=14.64kvar"

50	32	Максимум величины потребления 3 с момента последнего сброса	12	"St=18.46kVA"
51	33	Максимум величины потребления 4 с момента последнего сброса	12	"It=81.01A"
52	34	Метка времени максимума величины потребления 1	12	"03.SEP 14:11"
53	35	Метка времени максимума величины потребления 2	12	"03.SEP 14:10"
54	36	Метка времени максимума величины потребления 3	12	"03.SEP 14:10"
55	37	Метка времени максимума величины потребления 4	12	"03.SEP 14:12"

4.7. 82 (52 HEX)– повторное считывание выходного буфера.

Эту функция необходимо использовать после широковещательного запроса. Адресуемое ведомое устройство передает кадр ответа предыдущего запроса.

4.7.1. Кадр запроса.

Здесь приведен пример запроса на повторное чтение выходного буфера из ведомого устройства 33.

		CRC
Адрес ведомого устройства	Код функции	Мл. ст.
21	52	

4.7.2. Кадр ответа.

Ответ на запрос зависит от предыдущего кода функции.

5. Реакции на ошибки.

Когда ведомое устройство обнаруживает ошибку, отличную от ошибки CRC, ведущему устройству будет отправлен ответ. Имеющий наибольшее значение бит байта кода функции будет установлен на 1 (т.е. код функции, отправленный ведомым устройством, будет равен коду функции, отправленному ведущим устройством плюс 128). Следующий байт будет кодом особой ситуации, показывающим тип возникшей ошибки.

Ведомое устройство будет игнорировать передачи, полученные от ведущего устройства с ошибками CRC.

Пример недопустимого запроса и соответствующая особая ситуация показаны ниже. Запрос в этом примере – считать регистры с 0201H по 0209H. Если эти адреса не поддерживаются в ведомом устройстве, то появляется следующее:

Сообщение запроса				
Адрес	Код функции	Начальный адрес	Число регистров	CRC
01	01	Ст. Мл. 02 01	Ст. Мл. 00 08	6D B4

Ответное сообщение при особой ситуации.

Адрес	Код функции	Код особой ситуации	CRC
01	81	02	C1 91

5.1. Коды особых ситуаций

Код	Название	Смысл
01	ILLEGAL FUNCTION (запрещенная функция)	Переданный код Функция, код которой передается, не является одной из функций, поддерживаемых ведомым устройством.
02	ILLEGAL DATA ADDRESSES (запрещенные адреса данных)	Полученный в запросе адрес данных не является разрешенным значением для ведомого устройства. Запись в защищенные паролем регистры.
03	ILLEGAL DATA VALUE (запрещенное значение данных)	Значение, представленное в области данных, передаваемой ведущим устройством, не находится в диапазоне выбранного адреса данных. Число регистров больше 28 (функции 03 и 04).

06	SLAVE DEVICE BUSY (ведомое устройство занято)	Ведомое устройство занято в обработке длительной команды. Ведущее устройство должно повторить передачу сообщения позже, когда ведомое устройство освободится.
----	--	---

6. Карта регистров MODBUS.

Карта регистров MODBUS состоит из следующих столбцов:

Код, адрес, содержимое, тип данных, индикатор, значения, условный, тип регистра, минимум, максимум, шаг и пароль.

Код:

Коды функций, как описано в Разделе 4.0.

Адрес:

16-ти битный адрес регистра, начиная с нуля. Большинство ведущих устройств Modbus добавляют 30000 или 40000 (десятичная система) к фактическому адресу регистра.

Содержимое:

Описание параметров, назначаемых регистрам.

Тип данных:

Типы данных MODBUS T1 и т.д. описываются в Разделе 7.

ЦЕЛОЕ БЕЗ ЗНАКА	диапазон 0..65535 один 16-ти битный регистр
ЦЕЛОЕ СО ЗНАКОМ	диапазон -32768..+32767 один 16-ти битный регистр
ТЕКСТ ASCII	диапазон 32..159 16-ти битные регистры (два кода ASCII на регистр)
ДИСКРЕТНЫЕ ФЛАГИ	Каждый бит 16-ти битного регистра можно использовать в качестве дискретного флага.

Индикатор:

Каждый бит 16-ти битного регистра можно или назначить в качестве флагов, или заполнить дискретными данными.

Значения/зависимости:

Определение уставок, значений данных и любых зависимостей, которые существуют между уставками.

Тип регистра:

Объявляет, является ли регистр регистром для чтения/записи (уставка) или регистром для чтения (данные).

Минимум, максимум, шаг:

Минимальная и максимальная область цифровых значений и величина шага увеличения.

Пароль:

Существует числовой пароль, который позволяет сохранять/отменять уставки и доступный заводской пароль, состоящий из серийного номера, который позволяет входить/выходить в/из режим(а) калибровки и конфигурации уставок.

Код	Адрес		Содержимое	Данные	Индикатор	Тип регистра
			СИСТЕМНЫЕ ДАННЫЕ			
04	30001	30003	Номер модели	T12		Данные
04	30004		Серийный номер	T1		Данные
04	30005		ПО (ссылка 1)	T1		Данные
04	30006		Экспонента Счетчика энергии 1	T2		Данные
04	30007		Экспонента Счетчика энергии 2	T2		Данные
04	30008		Экспонента Счетчика энергии 3	T2		Данные
04	30009		Экспонента Счетчика энергии 4	T2		Данные
			ИЗМЕРЕНИЯ			
04	30010	30011	Счетчик энергии 1	T3		Данные
04	30012	30013	Счетчик энергии 2	T3		Данные
04	30014	30015	Счетчик энергии 3	T3		Данные
04	30016	30017	Счетчик энергии 4	T3		Данные
04	30018	30019	Суммарная активная мощность	T6		Данные
04	30020	30021	Активная мощность, фаза L ₁	T6		Данные
04	30022	30023	Активная мощность, фаза L ₂	T6		Данные
04	30024	30025	Активная мощность, фаза L ₃	T6		Данные
04	30026	30027	Суммарная реактивная мощность	T6		Данные
04	30028	30029	Реактивная мощность, фаза L ₁	T6		Данные
04	30030	30031	Реактивная мощность, фаза L ₂	T6		Данные
04	30032	30033	Реактивная мощность, фаза L ₃	T6		Данные
04	30034	30035	Суммарный ток	T5		Данные
04	30036	30037	I ₁	T5		Данные
04	30038	30039	I ₂	T5		Данные
04	30040	30041	I ₃	T5		Данные
04	30042	30043	Среднее U	T5		Данные
04	30044	30045	U ₁	T5		Данные

Код	Адрес		Содержимое	Данные	Индикатор	Тип регистра
04	30046	30047	U_2	T5		Данные
04	30048	30049	U_3	T5		Данные
04	30050	30051	Суммарная полная мощность	T5		Данные
04	30052	30053	Полная мощность, фаза L_1	T5		Данные
04	30054	30055	Полная мощность, фаза L_2	T5		Данные
04	30056	30057	Полная мощность, фаза L_3	T5		Данные
04	30058	30059	Суммарный коэффициент мощности	T7		Данные
04	30060	30061	Коэффициент мощности, фаза L_1	T7		Данные
04	30062	30063	Коэффициент мощности, фаза L_2	T7		Данные
04	30064	30065	Коэффициент мощности, фаза L_3	T7		Данные
04	30066		Частота	T1		Данные
04	30067		Частота	T1		Данные

Значения / зависимости	Минимум	Максимум	Шаг	Пароль
"M231"				0
				0
Версия ПО	208			0
(=6 при неверном делителе @40025) ⁽¹⁾	-6	9	1	0
(=6 при неверном делителе @40026) ⁽¹⁾	-6	9	1	0
(=6 при неверном делителе @40027) ⁽¹⁾	-6	9	1	0
(=6 при неверном делителе @40028) ⁽¹⁾	-6	9	1	0
Суммарная активная энергия (экспорт), по умолчанию	-99999999	89999999	1	0
Суммарная реактивная энергия (импорт), по умолчанию	-99999999	89999999	1	0
Импульсный выход 1	-99999999	89999999	1	0
Импульсный выход 2	-99999999	89999999	1	0
W				0
W				0
W				0
W				0
вар L (если > 0); вар C (если < 0)				0
вар L (если > 0); вар C (если < 0)				0
вар L (если > 0); вар C (если < 0)				0

Значения / зависимости	Минимум	Максимум	Шаг	Пароль
вар L (если > 0); вар C (если < 0)				0
A				0
A				0
A				0
A				0
B				0
B				0
B				0
B				0
BA				0
				0
				0
				0
				0
мГц	00.00	65.535	0.001 Гц	0
мГц	00.00	65.535	0.001 Гц	0

Код	Адрес		Содержимое	Данные	Индикатор	Тип регистра
04	30068		Частота	T1		Данные
04	30069		Частота	T1		Данные
04	30070		Суммарный угол мощности	T2		Данные
04	30071		Угол мощности, фаза L ₁	T2		Данные
04	30072		Угол мощности, фаза L ₂	T2		Данные
04	30073		Угол мощности, фаза L ₃	T2		Данные
04	30074	30075	I _N	T5		Данные
04	30076		Угол ₁₂	T2		Данные
04	30077		Угол ₂₃	T2		Данные
04	30078		Угол ₃₁	T2		Данные
04	30079	30080	Среднее U _L	T5		Данные
04	30081	30082	U ₁₂	T5		Данные
04	30083	30084	U ₂₃	T5		Данные
04	30085	30086	U ₃₁	T5		Данные
04	30087	30088	Значение 1 динамической величины потребления	T6		Данные

Код	Адрес		Содержимое	Данные	Индикатор	Тип регистра
04	30089	30090	Значение 2 динамической величины потребления	T6		Данные
04	30091	30092	Значение 3 динамической величины потребления	T6		Данные
04	30093	30094	Значение 4 динамической величины потребления	T6		Данные
04	30095	30096	Максимум величины потребления 1 с момента последнего сброса	T6		Данные
04	30097	30098	Максимум величины потребления 2 с момента последнего сброса	T6		Данные
04	30099	30100	Максимум величины потребления 3 с момента последнего сброса	T6		Данные
04	30101	30102	Максимум величины потребления 4 с момента последнего сброса	T6		Данные
04	30103	30104	Метка времени максимума величины потребления 1	T8		Данные
04	30105	30106	Метка времени максимума величины потребления 2	T8		Данные
04	30107	30108	Метка времени максимума величины потребления 3	T8		Данные
04	30109	30110	Метка времени максимума величины потребления 4	T8		Данные
04	30111		Время на период (минуты)	T1		Данные
04	30112		U1 THD%	T16		Данные
04	30113		U2 THD%	T16		Данные
04	30114		U3 THD%	T16		Данные
04	30115		U12 THD%	T16		Данные
04	30116		U23 THD%	T16		Данные
04	30117		U31 THD%	T16		Данные
04	30118		I1 THD%	T16		Данные
04	30119		I2 THD%	T16		Данные
04	30120		I3 THD%	T16		Данные

Значения / зависимости	Минимум	Максимум	Шаг	Пароль
мГц	00.00	65.535	0.001 Гц	0
мГц	00.00	65.535	0.001 Гц	0
0.01 град.	-180	+179.9	0.01 град	0
0.01 град.	-180	+179.9	0.01 град	0
0.01 град.	-180	+179.9	0.01 град	0
0.01 град.	-180	+179.9	0.01 град	0
A				0
0.01 град.	-180	+179.9	0.01 град	0
0.01 град.	-180	+179.9	0.01 град	0
0.01 град.	-180	+179.9	0.01 град	0
B				0
B				0
B				0
B				0
Суммарная активная мощность				0
Модуль суммарной реактивной мощности				0
Суммарная полная мощность				0
Суммарный I				0
Суммарная активная мощность				0
Модуль суммарной реактивной мощности				0
Суммарная полная мощность				0
Суммарный I				0
				0
				0
				0
				0
				0
0.01%	0.00	400.00	0.01%	0
0.01%	0.00	400.00	0.01%	0
0.01%	0.00	400.00	0.01%	0
0.01%	0.00	400.00	0.01%	0
0.01%	0.00	400.00	0.01%	0
0.01%	0.00	400.00	0.01%	0
0.01%	0.00	400.00	0.01%	0
0.01%	0.00	400.00	0.01%	0
0.01%	0.00	400.00	0.01%	0

Код	Адрес		Содержимое	Данные	Индикатор	Тип регистра
16	40000	40001	Ввод пароля первого, второго уровня и ВР	T11	A...Z	Только запись
16	40002	40004	Ввод пароля конфигурации	T12	A...Z	Только запись
16	40005	40008	Установка пароля первого уровня	T11	A...Z	Только запись
3,6,16	40009	40010	Время ⁽⁸⁾	T9		Уставка
3,6,16	40011	40012	Дата ⁽⁸⁾	T10		Уставка
6	40013		Сброс счетчика и максимума вел. потребл.	T1	Бит-0	Только запись
					Бит -1	
					Бит -2	
					Бит -3	
					Бит -8	
					Бит -9	
					Бит -10	
3	40014		Калибровка напряжения, В	T1		Только чтение
3	40015		Калибровка тока, А/10	T1		Только чтение
3,6	40016		Перв. напр. трансф., В/10 ⁽⁴⁾	T1		Уставка
			Бит # 0...13		1..15999	
			Бит # 14...15		0..3	
3,6	40017		Втор. напр. трансф., В ⁽⁵⁾	T1		Уставка
3,6	40018		Коэфф. трансф. ТТ ⁽⁶⁾	T1		Уставка
3,6	40019		Режим подключения ⁽⁷⁾	T1	1	Уставка
					9	
					25	
					5	
					7	
3,6	40020		Уставки обмена данными	T1	0	Уставка
					1	
					2	
					3	
					4	
					5	
					6	
					7	
					Бит-3	
					Бит-4	
					Бит-5	
					Бит-6	
					Бит-7	
3,6	40021		Адрес для обмена данными	T1	1...247	Уставка

Значения / зависимости	Минимум	Максимум	Шаг	Пароль
				0
				0
				1
				2
				1
				1
Сброс счетчика 1				1
Сброс счетчика 1				
Сброс счетчика 1 импульсного входа				
Сброс счетчика 2 импульсного входа				
Синхронизация максимума величины потребления				
Сброс максимума величины потребления за последний период				
Сброс максимумов величин потребления				
			1 В	0
	10A/10=1A	50A/10=5A	0.1 В	0
2300 для 230 В			0.1 В	2
Целое значение без знака	1	15999	1	
Экспонента без знака	0	3	1	
	10	775	1 В, 5 В	2
	1	4000	1	2
Однофазное подключение				2
Трехфазное трехпроводное, симметричная нагрузка				
Трехфазное четырехпроводное, симметричная нагрузка				
Трехфазное трехпроводное, несимметричная нагрузка				
Трехфазное четырехпроводное, несимметричная нагрузка				
1200 Бод				2
2400 Бод				
4800 Бод				
9600 Бод				
19200 Бод				
38400 Бод				
57600 Бод				
115200 Бод				
"1" => 2 стоповых бита; "0" => 1 стоп. бит				
"1" => проверка на нечетность; "0" => проверка на четность				
"1" => четность; "0" => нет четности				
"1" => 7 бит; "0" => 8 бит (только чтение)				
время ответа >10 мс				
	1	247	1	2

Код	Адрес	Содержимое	Данные	Индикатор	Тип регистра
3,6	40022	Уставка максимума величины потребления, биты #0..7	T1	0	Уставка
				1..255	
		Биты #8..15		0	
				1	
				2..15	
3,6	40023	Режим счетчика 2, биты #0..7 ⁽³⁾	T1	Бит-0	Уставка
				Бит-1	
				Бит-2	
				Бит-3	
				Бит-4	
				Бит-5	
				Бит-6	
				Бит-7	
		Режим счетчика 1, биты #8..15 ⁽³⁾		Бит-8	
				Бит-9	
				Бит-10	
				Бит-11	
				Бит-12	
				Бит-13	
				Бит-14	
				Бит-15	
3,6	40024	Режим счетчика 4, биты #0..7 ⁽³⁾	T1		Уставка
		Режим счетчика 3, биты #8..15 ⁽³⁾			
3,6	40025	Делитель счетчика 1	T1		Уставка
3,6	40026	Делитель счетчика 2	T1		Уставка
3,6	40027	Делитель счетчика 3	T1		Уставка
3,6	40028	Делитель счетчика 4	T1		Уставка
	40029	40079			
3,6	40080	Пусковой ток	T1		Уставка
3,6	40081	Корр. частоты кварцевого преобразователя	T2		Уставка
3,6	40082	Состояние калибровки	T1	Бит-0	Уставка
				Бит-1	
				Бит-2	
				Бит-3	
				Бит-4	
				Бит-5	
				Бит-6	
				Бит-7	

Значения / зависимости	Минимум	Максимум	Шаг	Пароль
Отключено				2
Постоянная времени (период, подпериод)				
Тепловая функция				
Фиксированный интервал				
Скользкий интервал, # периодов				
Задействовать квадрант 1				2
Задействовать квадрант 2				
Задействовать квадрант 3				
Задействовать квадрант 4				
Абсолютное значение				
Инвертированное значение				
"1" => реактивная энергия; "0" => активная энергия;				
Задействовать квадрант 1				
Задействовать квадрант 2				
Задействовать квадрант 3				
Задействовать квадрант 4				
Абсолютное значение				
Инвертированное значение				
"1" => реактивная энергия; "0" => активная энергия;				
Аналогично режиму счетчика 2				2
Аналогично режиму счетчика 1				
1, 10, 100, 1000, 10000 ⁽¹⁾				2
1, 10, 100, 1000, 10000 ⁽¹⁾				2
1, 2, 5, 10, 20, 50, ..., 50000 ⁽¹⁾				2
1, 2, 5, 10, 20, 50, ..., 50000 ⁽¹⁾				2
320 для 0,2%				3
	-128	127	1	3
I ₁ , диапазон старшего байта				3
I ₂ , диапазон старшего байта				
I ₃ , диапазон старшего байта				
I ₁ , диапазон младшего байта				
I ₂ , диапазон младшего байта				
I ₃ , диапазон младшего байта				
U ₁				
U ₂				
U ₃				

Код	Адрес		Содержимое	Данные	Индикатор	Тип регистра
					Бит-9	
					Бит-10	
					Бит-11	
					Бит-12	
					Бит-13	
					Бит-14	
6	40083		Запрос на калибровку	T1	Бит-0	Только запись
					Бит-1	
					Бит-2	
3,6	40101		Язык	T1	0	Уставка
					1	
					2	
					3	
					4	
					5	
					6	
3,6	40102		Уровень активного доступа	T1		Уставка
16	40110	40111	Установить счетчик энергии 1 ⁽²⁾	T3		Только запись
16	40112	40113	Установить счетчик энергии 2 ⁽²⁾	T3		Только запись
16	40114	40115	Установить счетчик энергии 3	T3		Только запись
16	40116	40117	Установить счетчик энергии 4	T3		Только запись

Значения / зависимости	Минимум	Максимум	Шаг	Пароль
Угол мощности, фаза L ₁ , диапазон старшего байта				
Угол мощности, фаза L ₂ , диапазон старшего байта				
Угол мощности, фаза L ₃ , диапазон старшего байта				
Угол мощности, фаза L ₁ , диапазон младшего байта				
Угол мощности, фаза L ₂ , диапазон младшего байта				
Угол мощности, фаза L ₃ , диапазон младшего байта				
Входы калибровочного напряжения				3
Входы калибровочного тока				
Углы калибровки				
English				2
Francais				
Deutsch				
Espanol				
Slovenski				
Russian				
Dansk				
Можно записать только 0	0	3	1	0
Счетчик 1 должен быть остановлен	-99999999	8999999999	1	2
Счетчик 2 должен быть остановлен	-99999999	8999999999	1	2
Счетчик 3 должен быть остановлен	-99999999	8999999999	1	2
Счетчик 4 должен быть остановлен	-99999999	8999999999	1	2

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Если делители счетчика 1 или 2 не установлены на 1, 10, 100, 1000 или 10000, то счетчик не будет показывать правильно десятичные разряды (к, М....).

Если делители счетчика 3 или 4 не установлены на 1, 2, 5, 10, 20..., то значение импульсного счетчика будет неверным.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Счетчик останавливается, когда все квадранты отключены (адрес регистра 40023/40024).

ПРИМЕЧАНИЕ 3: Пример уставок счетчика энергии M231.

	Счетчик	Регистр	
Импорт энергии (кВт·час)	2/4	40023/40024	устанавливает биты 1, 2 (кВт·час со знаком "-")
	1/3	40023/40024	устанавливает биты 9, 10 (кВт·час со знаком "-")
Экспорт энергии (кВт·час)	2/4	40023/40024	устанавливает биты 0, 3 (кВт·час со знаком "+")
	1/3	40023/40024	устанавливает биты 8, 11 (кВт·час со знаком "+")

Импорт энергии (квар·час)	2/4	40023/40024	устанавливает биты 0, 1, 7 (квар·час со знаком "+")
	1/3	40023/40024	устанавливает биты 8, 9, 15 (квар·час со знаком "+")
Экспорт энергии (квар·час)	2/4	40023/40024	устанавливает биты 2, 3, 7 (квар·час со знаком "-")
	1/3	40023/40024	устанавливает биты 10, 11, 15 (квар·час со знаком "-")

ПРИМЕЧАНИЕ 4: Принимаются все значения, за исключением 0. Экспонента (биты 14 и 15) затрагивает десятичные разряды счетчика энергии.

ПРИМЕЧАНИЕ 5: Список значений вторичного напряжения трансформатора – регистр 40017:
10...137 с шагом 1, 140...775 с шагом 5.
Любое другое значение между 10 и 775 округляется до ближайшего большего значения в списке.

ПРИМЕЧАНИЕ 6: Список значений коэффициента трансформации трансформатора тока – регистр 40018:
1...63 с шагом 1, 65...315 с шагом 5, 320...630 с шагом 10, 650...3150 с шагом 50, 4000. Любое другое значение между 1 и 4000 округляется до ближайшего большего значения в списке.

ПРИМЕЧАНИЕ 7: Значение режима подключения:
Бит 0: устанавливается: I_1 подключен; сбрасывается: I_1 не подключен (I_1, P_1, Q_1, S_1 равны 0).
Бит 1: устанавливается: I_2 подключен; сбрасывается: I_2 не подключен (I_2, P_2, Q_2, S_2 равны 0).
Бит 2: устанавливается: I_3 подключен; сбрасывается: I_3 не подключен (I_3, P_3, Q_3, S_3 равны 0).
Бит 3: устанавливается: симметрия трех фаз ($P_i=P_1 \times 3$); сбрасывается несимметричная или однофазная.
Бит 4: устанавливается: четырехпроводное; сбрасывается: трехпроводное (только трехфазный симметричный режим).
Должен быть задан по крайней мере один бит (0, 1, 2).
Если это не выполнено, то все они устанавливаются на 1 (значение 7).
Бит 3 можно установить только если установлены биты 0, 1 или 2.

Значение 1	однофазное
Значение 5	3u
Значение 7	4u
Значение 9	3b
Значение 25	4b

ПРИМЕЧАНИЕ 8: Уставки времени и даты.

M231 принимать ошибочные данные. Если ошибочные данные отправлены, то M231 будет отображать и использовать ошибочные время и дату. Верные данные должны быть обеспечены через интерфейс.

7. Типы данных MODBUS.

Регистры, определенные в базе данных Modbus будут определять данные как один из типов данных, описанных в следующей таблице:

Тип	Значение/ Маска бита	Описание
T1		Величина без знака (16 бит) Пример: 12345 сохраняется как 12345=3039 ₍₁₆₎
T2		Величина со знаком (16 бит) Пример: -12345 сохраняется как -12345=CFC7 ₍₁₆₎
T3		Длинная величина со знаком (32 бит) Пример: -123456789 сохраняется как 123456789 075B CD 15 ₍₁₆₎
T5	Бит #31...24 Бит #23...00	Величина измерения без знака (32 бит) Десятичный показатель степени (со знаком, 8 бит) Двоичная величина без знака (24 бит) Пример: 123456*10 ⁻³ сохраняется как FD01 E240 ₍₁₆₎
T6	Бит #31...24 Бит #23...00	Величина измерения со знаком (32 бит) Десятичный показатель степени (со знаком, 8 бит) Двоичная величина со знаком (24 бит) Пример: -123456*10 ⁻⁴ сохраняется как FCFE 1DC0 ₍₁₆₎
T7	Бит #31...24 Бит #23...16 Бит #15...00	Коэффициент мощности (32 бит) Знак: импорт/экспорт (00/FF) Знак: индуктивный/емкостной (00/FF) Величина без знака (16 бит), 4 десятичных разряда Пример: 0.9876 CAP сохраняется как 00FF 2694 ₍₁₆₎
T8	Бит #31...24 Бит #23...16 Бит #15...08 Бит #07...00	Метка времени (32 бит) Минуты 00-59 (двоично-десятичный код) Часы 00-23 (двоично-десятичный код) День месяца 01-31 (двоично-десятичный код) Месяц года 01-12 (двоично-десятичный код) Пример: 15:42, 1. SEP сохраняется как 4215 0109 ₍₁₆₎
T9	Бит #31...24 Бит #23...16 Бит #15...08 Бит #07...00	Время (32 бит) 1/100 с 00-99 (двоично-десятичный код) Секунды 00-59 (двоично-десятичный код) Минуты 00-59 (двоично-десятичный код) Часы 00-24 (двоично-десятичный код) Пример: 15:42:03.75 сохраняется как 7503 4215 ₍₁₆₎

T10	Бит #31...24 Бит #23...16 Бит #15...00	Дата (32 бит) День месяца 01-31 (двоично-десятичный код) Месяц года 01-12 (двоично-десятичный код) Год (целое без знака): 1998..4095 Пример: 10, SEP 1998 сохраняется как 1009 07CE ₍₁₆₎
T11		Текстовая строка 4 символа Два символа ANSI не 16-битный регистр.
T12		Текстовая строка 4 символа Два символа ANSI 6-битный регистр.
T16		Значение без знака (16 бит), 2 десятичных разряда Пример: 123.45 сохранено как 3039 ₍₁₆₎

8. Проверка и генерирование CRC.

В режиме RTU сообщения содержат поле для проверки ошибок, которое основано на методе CRC. Поле CRC проверяет содержимое сообщения целиком. Это применяется независимо от метода проверки четности, используемого для отдельных символов в сообщении.

Поле CRC – это два байта, содержащие 16-ти битную двоичную величину. Значение CRC вычисляется передающим устройством, которое прикрепляет CRC к сообщению. Принимающее устройство рассчитывает CRC заново во время приема сообщения и сравнивает рассчитанное значение с фактическим, принятым в поле CRC. Если два значения не одинаковы, то имеет место ошибка.

При запуске CRC в 16-битный регистр загружаются все единицы. Затем процесс начинается с применения следующих восьмибитовых байтов сообщения к текущему содержимому регистра. Для генерирования CRC используются только восьмибитовые данные каждого символа. Стартовый, стоповый бит и бит паритета в CRC не используются.

При генерировании CRC с каждым восьмибитовым символом и содержимым регистра выполняется операция исключающего ИЛИ. Затем результат смещается по направлению к самому младшему биту (LSB), при этом позиция самого старшего бита (MSB) заполняется нулем. LSB извлекается и проверяется. Если LSB равен 1, то с регистром и фиксированным значением выполняется операция исключающего ИЛИ. Если LSB равен 0, то операция исключающее ИЛИ не выполняется.

Этот процесс повторяется, пока не будет выполнено восемь сдвигов. После последнего (восьмого) сдвига выполняется операция исключающее ИЛИ с со следующим восьмибитовым байтом и текущим значением регистра, и процесс повторяется для следующих восьми сдвигов, как описано выше. Окончательное содержимое регистра, после того, как были использованы все байты сообщения, и есть значение CRC.

8.1. Генерирование CRC

- Шаг 1:** Загрузка в 16-ти битный регистр FFFF(HEX) (все единицы). Этот регистр называется регистром CRC.
- Шаг 2:** Операция исключающее ИЛИ с первым восьмибитовым байтом сообщения и младшим байтом 16-битного регистра CRC. Помещение результата операции в регистр CRC.
- Шаг 3:** Сдвиг CRC регистра на один бит вправо (по направлению к самому младшему биту (LSB)), запись нуля в самый старший байт (MSB). Выделение и проверка LSB.

Шаг 4: Если LSB равен 0, повторяется шаг 3 (другой сдвиг). Если LSB равен 1, то выполняется исключающее ИЛИ с регистром CRC и полиномом A001 (HEX) (1010 0000 0000 0001).

Шаг 5: Шаги 3 и 4 повторяются до тех пор, пока не будет выполнено восемь сдвигов. Когда это будет выполнено, будет обработан полный восьмибитовый байт.

Шаг 6: Шаги 2...5 повторяются для следующего восьмибитового байта сообщения. Это продолжается до тех пор, пока все байты не будут обработаны.

Результат: Окончательное содержимое регистра CRC есть значение CRC.

Шаг 7: Когда CRC помещается в сообщение, его старший и младший байты необходимо поменять местами, как описано ниже.

8.2. Помещение CRC в сообщение.

Когда 16-ти битовый CRC (два байта) передается в сообщении, то младший байт передается первым, а следом за ним - старший байт.

Когда CRC добавляется в сообщение, младший байт добавляется первым, а следом за ним - старший байт.

В многоступенчатой логике функция CKSM вычисляет CRC из содержимого сообщения. Для применения с использованием главных компьютеров ниже приведен подробный пример генерирования CRC.

Пример:

Пример функции языка C, выполняющей генерирование CRC, показан на следующих страницах. Все возможные значения CRC загружаются в два массива, которые просто индексировать как инкременты функции через буфер сообщения. Один массив содержит все 256 возможных значений CRC для старшего байта 16-битовой области, а другой массив содержит все значения младшего байта.

Индексация CRC, таким образом, обеспечивает более быстрое выполнение, чем это было бы достигнуто вычислением нового значения CRC через каждый новый символ из буфера сообщения.

ПРИМЕЧАНИЕ: Эта функция меняет местами старший и младший байты CRC внутренне. В значении CRC, которое возвращается функцией, байты уже поменяны местами. Поэтому значение CRC, возвращаемое функцией, можно непосредственно помещать в сообщение для передачи.

Функция принимает два аргумента:

<code>unsigned char *puchMsg;</code>	A pointer to the message buffer containing binary data to be used for generating the CRC
<code>unsigned short usDataLen;</code>	The quantity of bytes in the message buffer

Функция возвращает CRC как короткое целое без знака.

8.3. Функция генерирования CRC.

```
unsigned short CRC16 (puchMsg, usDataLen)
unsigned char *puchMsg;      /* message to calculate CRC upon */
unsigned short usDataLen;    /* quantity of bytes in message */
{
    unsigned char uchCRCHi = 0xFF; /* high CRC byte initialized */
    unsigned char uchCRCLo = 0xFF; /* low CRC byte initialized */
    unsigned uIndex;           /* will index into CRC lookup */
    /* table                    */
    while (usDataLen --)      /* pass through message buffer */
    {
        uIndex = uchCRCHi ^ *puchMsgg++ ; /* calculate the CRC */
        uchCRCHi = uchCRCLo ^ uchCRCHi (uIndex) ;
        uchCRCLo = uchCRCLo (uIndex) ;
    }
    return (uchCRCHi <<8 | uchCRCLo) ;
}
```


8.5. Таблица младшего байта.

```
/* Table of CRC values for low-order byte */
static char auchCRCLo [] = {
0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06,
0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4, 0x04, 0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD,
0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E, 0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09,
0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A,
0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD, 0x1D, 0x1C, 0xDC, 0x14, 0xD4,
0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3,
0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3,
0xF2, 0x32, 0x36, 0xF6, 0xF7, 0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4,
0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A,
0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38, 0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29,
0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA, 0xEE, 0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED,
0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,
0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60,
0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2, 0x62, 0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67,
0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4, 0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F,
0x6E, 0xAE, 0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68,
0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB, 0x7B, 0x7A, 0xBA, 0xBE, 0x7E,
0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5,
0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71,
0x70, 0xB0, 0x50, 0x90, 0x91, 0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92,
0x96, 0x56, 0x57, 0x97, 0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C,
0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E, 0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B,
0x99, 0x59, 0x58, 0x98, 0x88, 0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B,
0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C, 0x8C,
0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42,
0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80, 0x40
} ;
```

9. Документы.

Ссылка	Документ	Заголовок
1	PI-MBUS-300 Rev.E	Modicon Modbus Protocol Reference Guide (справочное руководство по протоколу Modicon Modbus).

Бланк ремонта

Пожалуйста, заполните этот бланк и верните его в AREVA T&D с оборудованием, подлежащем ремонту. Этот бланк также можно использовать в случае вопросов по применению.

AREVA T&D
St. Leonards Works
Stafford
ST17 4LX
England

Для: Департамент послепродажного обслуживания

Покупатель: _____ Модель N: M231 _____
Контракт AREVA: _____ Серийный N: _____
Дата: _____

1. Какие параметры использовались во время возникновения неисправности?

Вольт AC	_____	Основной ТН / Испыт. установка
Вольт DC	_____	Батарея / Питание
Ток AC	_____	Основной ТТ / Испыт. установка
Частота	_____	

2. Какие проводились испытания?

3. Были ли все внешние компоненты размещены, где это необходимо?
Yes/No

4. Составьте список уставок M231, которые использовались:

5. Что, как вы предполагали, должно было случиться?

5. Что случилось?

7. Когда возникла неисправность?

Мгновенно	Yes/No	Периодически	Yes/No
С задержкой	Yes/No	(Вычеркните соответствующее)	
Как долго?	_____		

8. Какие показания отражает M231, если они есть?

9. Были ли какие-нибудь видимые повреждения?

10. Любые другие замечания, которые могут быть полезны:

Подпись

Должность

Имя (заглавными
буквами)

Название компании