



---

**ТРЕХФАЗНЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ МНОГОТАРИФНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ  
СЧЕТЧИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ  
ELEM-014**

**ИНСТУКЦИЯ ПО НАСТРОЙКЕ**

**ТОО «KAZ-NUR Systems»**

## Содержание

1	Назначение .....	5
2	Технические требования .....	5
2.1	Технические требования к плате счетчика .....	5
2.2	Технические требования к счетчику при проведении приемо-сдаточных испытаний .....	7
3	Меры безопасности .....	10
4	Устройство и работа .....	10
4.1	Устройство счетчика .....	10
4.2	Работа платы .....	11
5	Требования к рабочему месту .....	12
6	Проверка платы на пульте настройки .....	14
6.1	Подготовка к проверке .....	14
6.2	Проверка соответствия требованиям конструкторской документации .....	15
6.3	Запись тестового программного обеспечения .....	16
6.4	Запуск теста в автоматическом режиме .....	18
6.5	Проверка функционирования FRAM-памяти (SRAM-памяти) .....	19
6.6	Проверка функционирования FLASH-памяти .....	19
6.7	Проверка функционирования часов реального времени и датчика температуры .....	20
6.8	Проверка функционирования интерфейса Bluetooth .....	21
6.9	Проверка функционирования оптопорта .....	21
6.10	Проверка функционирования интерфейса RS-485 .....	23
6.11	Проверка функционирования интерфейса GSM .....	24
6.12	Проверка функционирования кнопок клавиатуры и датчиков .....	24
6.13	Проверка электрического сопротивления токовых цепей .....	25
6.14	Проверка напряжения включения источника питания счетчика .....	25
6.15	Проверка выходных напряжений источника питания счетчика .....	25
6.16	Проверка функционирования микросхемы вычислителя .....	26
6.17	Проверка функционирования дисплея, импульсных и оптических выходов платы .....	26
6.18	Проверка функционирования интерфейса PLC .....	28
6.19	Проверка функционирования силовых реле .....	28
6.20	Проверка функционирования сторожевого таймера .....	29
7	Калибровка счетчика на пульте настройки .....	30
8	Запись рабочего программного обеспечения на пульте настройки .....	33
9	Приемо-сдаточные испытания .....	34
9.1	Общие положения .....	34
9.2	Контроль соответствия требованиям конструкторской документации, комплектности, маркировки, упаковки .....	34
9.3	Контроль возможности опломбирования .....	35
9.4	Контроль электрической прочности изоляции напряжением переменного тока .....	35
9.5	Контроль функционирования дисплея и клавиатуры управления .....	36
9.6	Контроль функционирования интерфейсов .....	36
9.7	Контроль функционирования датчика вскрытия клеммной крышки .....	38
9.8	Контроль функционирования импульсных выходов .....	38
9.9	Контроль функционирования оптического испытательного выхода .....	39
9.10	Контроль функционирования основных реле .....	39

9.11 Контроль основной относительной погрешности измерения активной и реактивной энергии и мощности.....	40
9.12 Контроль основной погрешности измерения напряжения.....	42
9.13 Контроль основной погрешности измерения тока.....	42
9.14 Контроль абсолютной погрешности суточного хода часов реального времени .....	42
9.15 Контроль функционирования отсчетного устройства.....	42
9.16 Контроль версий программного обеспечения .....	43
10 Хранение задела и подготовка к сдаче на склад .....	44
10.1 Замена батареи при длительном хранении .....	44
10.2 Проверка положения выключателей напряжения «ПОВЕРКА».....	44
10.3 Установка параметров по умолчанию.....	44
11 Настройка платы на стенде настройки.....	45
11.1 Основные сведения о стенде настройки .....	45
11.2 Подготовка к настройке и проверке .....	45
11.3 Настройка и проверка .....	45
Приложение А Основные этапы настройки и проверки счетчика .....	47
Приложение Б Схемы проверки .....	48

Настоящая инструкция по настройке и проверке в ручном режиме (в дальнейшем – инструкция) устанавливает порядок проведения настройки, проверки работоспособности и приемо-сдаточных испытаний трехфазного многофункционального многотарифного электронного счетчика электрической энергии ELEM-014 (в дальнейшем – счетчик) класса точности 1/1.

Порядок индивидуальной настройки и проверки счетчика при помощи пульта ремонта платы счетчика (в дальнейшем – пульт настройки) приведен в разделах 6 – 8.

Порядок групповой настройки и проверки счетчиков (до 6 шт. одновременно) на стенде настройки счетчиков (дальнейшем – стенд настройки) приведен в разделе 11.

Основные этапы изготовления счетчиков приведены в приложении А.

Схемы проверки приведены в приложении Б.

Сокращения, принятые в настоящей инструкции:

АЦП – аналого-цифровое преобразование.

КД – конструкторская документация.

ПК – IBM PC-совместимый персональный компьютер.

ПО – программное обеспечение.

ПСИ – приемо-сдаточные испытания.

0,5L – коэффициент мощности, равный 0,5 при индуктивной нагрузке.

## 1 Назначение

1.1 Счетчик предназначен для измерения активной и реактивной электрической энергии (в дальнейшем – энергии) прямого и обратного направлений, активной, реактивной и полной мощности, частоты, среднеквадратических значений напряжения и силы тока в трехфазных четырехпроводных или в однофазных цепях переменного тока, а также организации многотарифного учета электроэнергии.

## 2 Технические требования

### 2.1 Технические требования к плате счетчика

2.1.1 Плата счетчика (в дальнейшем – плата) должна соответствовать требованиям конструкторской документации (в дальнейшем – КД). На плате должны быть установлены все модули согласно КД.

2.1.2 Плата должна иметь SRAM-память (FRAM-память) емкостью 32 кбит.

2.1.3 Плата должна иметь FLASH-память емкостью 32 Мбит и размером сектора 528 байт. Область памяти, предназначенная для хранения калибровочных коэффициентов, должна иметь аппаратную защиту от записи.

2.1.4 Часы реального времени платы должны:

- иметь возможность установки времени и даты;
- отсчитывать время;
- иметь встроенный датчик температуры, показания которого должны отличаться от температуры окружающего воздуха не более чем на  $\pm 5$  °C;
- формировать эталонные импульсы с периодом  $(1000 \pm 5)$  мс;
- иметь возможность работы от встроенной в счетчик батареи резервного питания при отсутствии напряжения на силовых цепях счетчика.

2.1.5 Плата должна обеспечивать обмен данными с внешними устройствами по интерфейсу связи Bluetooth (опционально).

2.1.6 Оптический порт (в дальнейшем – оптопорт) платы должен обеспечивать обмен данными с ПК на скорости 9600 бит/с.

2.1.7 Плата должна обеспечивать обмен данными с внешними устройствами по интерфейсу связи RS-485 на скоростях 9600 бит/с и 115200 бит/с (опционально).

2.1.8 Плата должна обеспечивать обмен данными с внешними устройствами по интерфейсу связи GSM (опционально).

2.1.9 Плата должна фиксировать нажатия кнопок клавиатуры.

2.1.10 Датчик магнитного поля счетчика должен фиксировать поле тестового магнита.

2.1.11 Датчики вскрытия крышек счетчика должны фиксировать вскрытие и закрытие лицевой крышки и клеммной крышки счетчика как при наличии напряжения на силовых цепях платы, так и при его отсутствии.

2.1.12 Электрическое сопротивление токовых цепей платы должно быть не более:

- 5 мОм для счетчиков с силовыми реле;
- 2 мОм для счетчиков без силовых реле.

2.1.13 Источник питания платы не должен включаться при входном напряжении менее 90 В. Электрическое сопротивление между контактами выключателей с общим наименованием «ПОВЕРКА» счетчика и соответствующими им контактами клеммной колодки не должно превышать 5 Ом при замкнутых выключателях и 1 МОм при разомкнутых.

2.1.14 Значение напряжения в цепях платы при входных напряжениях равных 1×150 В, 3×230 В, 3×265 В и нагрузке, равной  $0,9P_{ном.}$ , должно быть в пределах, указанных в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Цепь	Минимальное значение напряжения, В	Максимальное значение напряжения, В	Примечание
Vbat	+3,3	+3,9	–
+3,3 V	+3,2	+3,4	–
+5 V	+4,75	+5,25	–
+24 V	+21,6	+26,4	Опционально

2.1.15 Измерительная часть платы должна обеспечивать измерение тока, напряжения и энергии. Коды величин, измеренных платой при значении напряжения  $(230,0 \pm 10,0)$  В, тока  $(5,0 \pm 0,1)$  А и коэффициенте мощности, равном 0,5L, должны соответствовать значениям, указанным в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Измеряемая величина	Фаза	Буквенный код	Цифровой код
Активная энергия*	A	AWATTHR	$160 \pm 16$
	B	BWATTHR	
	C	CWATTHR	
Напряжение	A	AVRMS	$2950500 \pm 300000$
	B	BVRMS	
	C	CVRMS	
Ток	A	AIRMS	$198400 \pm 20000$
	B	BIRMS	
	C	CIRMS	
* Время накопления энергии 1 с			

2.1.16 Плата должна содержать графический дисплей.

2.1.17 Плата должна содержать импульсные и оптические выходы, удовлетворяющие следующим требованиям:

- а) выходы должны обеспечивать вывод следующих сигналов:
  - импульсов активной и реактивной энергии микросхемы вычислителя платы;
  - секундных импульсов микросхемы часов реального времени платы;

- вспомогательных сигналов процессора платы.

б) импульсные выходы платы должны иметь следующие электрические характеристики: значение напряжения на каждом из выходов (при включении по схеме Б.1 приложения Б) должно быть равно:

- в состоянии «замкнуто» –  $(0,5 - 1,0)$  В;
- в состоянии «разомкнуто» – от  $(U_{num.} - 1)$  В до  $U_{num.}$ , где  $U_{num.}$  – выходное напряжение источника питания G2 в схеме на рисунке Б.1 приложения Б.

2.1.18 Плата должна обеспечивать обмен данными с внешними устройствами по интерфейсу PLC (опционально).

2.1.19 Реле платы (опционально), должны:

- не изменять своего состояния по команде микроконтроллера, если реле заблокировано переключателем блокировки реле;
- отключать и включать нагрузку по команде микроконтроллера, если реле разблокировано переключателем блокировки реле.

При этом датчик наличия напряжения после реле должен фиксировать отсутствие или наличие напряжения.

2.1.20 Аппаратный сторожевой таймер платы при прекращении поступления импульсов по цепи «WDI» от микропроцессора должен формировать сигнал «RESET» (цепь «RST»).

## 2.2 Технические требования к счетчику при проведении приемо-сдаточных испытаний

2.2.1 Счетчик должен соответствовать комплекту КД.

2.2.2 Корпус, крышки клемм и счетчика должны обеспечивать возможность опломбирования таким образом, чтобы внутренние части были недоступны без нарушения целостности пломб.

2.2.3 Электрическая изоляция счетчика должна выдерживать в нормальных условиях в течение 1 мин напряжение 4 кВ (среднеквадратическое значение) переменного тока частотой 50 Гц между цепями, указанными в таблице 2.3.

Электрическая изоляция счетчика должна выдерживать в нормальных условиях в течение 1 мин напряжение 2 кВ (среднеквадратическое значение) переменного тока частотой 50 Гц между цепями, указанными в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Точки приложения испытательного напряжения		Значение испытательного напряжения, кВ
Точка 1	Точка 2	
Силовые зажимы 1 – 8, все контакты соединителя «RELE», соединенные вместе	«GND», все контакты соединителей «RS485», «ANT», «IMP», «TC», соединенные вместе	4
Все контакты соединителя «RS485», соединенные вместе	Все контакты соединителей «ANT», «IMP», «TC», соединенные вместе	2
Все контакты соединителя «ANT», соединенные вместе	Все контакты соединителей «IMP», «TC», соединенные вместе	

Все контакты соединителя «ИМР», соединенные вместе	Все контакты соединителя «ТС», соединенные вместе	
--	---	--

2.2.4 Счетчик должен иметь дисплей и клавиатуру управления.

Дисплей счетчика, находящегося в режиме автоматического листания, должен:

- при трехкратном нажатии на кнопку **1** последовательно отображать следующие параметры: значение активной энергии, значение температуры внутри корпуса счетчика, значение тока по фазе L3;
- при трехкратном нажатии на кнопку **2** последовательно отображать следующие параметры: значение тока по фазе L3, значение температуры внутри корпуса счетчика, значение активной энергии;

2.2.5 Счетчик должен обеспечивать под уровнем доступа «Администратор» (пароль по умолчанию) возможность считывания через интерфейс Bluetooth (используя удаленный дисплей), а также через интерфейсы RS-485, PLC, GSM и оптопорт следующих данных:

- заводской номер;
- тип устройства.

2.2.6 Счетчик должен иметь датчики вскрытия/закрытия клеммной крышки и лицевой крышки фиксирующие вскрытия как при наличии напряжения на силовых зажимах счетчика, так и при его отсутствии.

2.2.7 Импульсные выходы активной и реактивной энергий счетчика должны иметь два состояния, отличающиеся импедансом выходной цепи.

Сопrotивление импульсного выхода в состоянии «замкнуто» должно быть не более 200 Ом, в состоянии «разомкнуто» – не менее 50 кОм.

Предельно допустимое значение силы тока через импульсный выход в состоянии «замкнуто» должно быть 30 мА.

Допустимое значение напряжения на контактах импульсного выхода в состоянии «разомкнуто» должно быть в диапазоне от 9 до 24 В.

2.2.8 Счетчик должен иметь испытательный оптический выход (в дальнейшем – оптический выход).

2.2.9 Счетчик должен иметь реле отключения потребителя (в дальнейшем – реле) и переключатель блокировки реле (в дальнейшем – переключатель). Максимальное значение коммутируемого тока при номинальном напряжении должно быть не менее 100 А.

2.2.10 Допускаемая основная относительная погрешность счетчика при измерении активной энергии и мощности прямого и обратного направлений в нормальных условиях при симметричной трехфазной нагрузке, а также при однофазной нагрузке не должна превышать пределов, указанных в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Значение тока	Коэффициент мощности $\cos \varphi$	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
От $0,10I_{б.}$ до $0,20I_{б.}$	0,5 L и 0,8 C	$\pm 1,2$
От $0,20I_{б.}$ до $I_{макс.}$		$\pm 0,8$
Примечания		
1 Испытание проводить для каждой фазы и для суммы фаз при трехфазном напряжении и симметричной нагрузке.		
2 Знаком «L» обозначена индуктивная нагрузка, знаком «C» – емкостная.		

Допускаемая основная относительная погрешность счетчика при измерении реактивной энергии и мощности прямого и обратного направлений в нормальных условиях при симметричной трехфазной нагрузке не должна превышать пределов, указанных в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Ток	Коэффициент мощности $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
От $0,05I_{\text{б.}}$ до $0,10I_{\text{б.}}$	1,00	$\pm 1,2$
От $0,10I_{\text{б.}}$ до $I_{\text{макс.}}$		$\pm 0,8$
От $0,10I_{\text{б.}}$ до $0,20I_{\text{б.}}$	0,50	$\pm 1,2$
От $0,20I_{\text{б.}}$ до $I_{\text{макс.}}$		$\pm 0,8$
От $0,20I_{\text{б.}}$ до $I_{\text{макс.}}$	0,25	$\pm 1,2$
Примечание – Испытание проводить для каждой фазы и для суммы фаз при трехфазном напряжении и симметричной нагрузке.		

2.2.11 Допускаемая основная относительная погрешность измерения среднеквадратического значения напряжения в каждой фазе сети в диапазоне от  $0,8U_{\text{ном.}}$  до  $1,2U_{\text{ном.}}$  не должна превышать пределов, равных  $\pm 0,4\%$ .

2.2.12 Допускаемая основная относительная погрешность при измерении среднеквадратического значения тока в каждой фазе сети не должна превышать пределов, указанных в таблице 2.6.

Таблица 2.6

Значение тока	Пределы относительной погрешности, %
От $0,2I_{\text{б.}}$ до $I_{\text{макс.}}$	$\pm 0,40$
От $0,05I_{\text{б.}}$ до $0,2I_{\text{б.}}$	$\pm 4,00$

2.2.13 Абсолютная погрешность суточного хода часов реального времени должна составлять не более 0,4 с/сут.

2.2.14 Энергия, накопленная счетчиком при номинальном напряжении, токе равном 10 А и коэффициенте мощности 0,87 при индуктивной нагрузке, должна быть в пределах указанных в таблице 2.7.

Таблица 2.7

Номинальное напряжение, В	Значение среза активной мощности прямого направления, кВт·ч	Значение среза реактивной мощности прямого направления, квар·ч
3×230 В	$0,100 \pm 0,005$	$0,057 \pm 0,003$

2.2.15 Версии программного обеспечения счетчика и входящих в его состав модулей связи должны соответствовать архивным версиям программ, указанных в таблице В.1.

### 3 Меры безопасности

3.1 Проверка и настройка счетчика должна проводиться лицами, имеющими допуск к работам с напряжением до 1000 В и квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей в соответствии с действующей нормативной документацией.

3.2 Любые монтажные работы, подсоединение и отсоединение жгутов, установку и снятие плат с контактных устройств разрешается производить только при отключенном напряжении.

3.3 Корпуса контрольно-измерительной аппаратуры и оборудования, используемого при проверке и настройке счетчика, должны быть надежно заземлены.

3.4 Несмотря на наличие встроенных в платы защит от повреждения элементов статическим электричеством в обязательном порядке должны приниматься соответствующие меры по защите элементов от воздействия статического электричества при перемещении плат счетчика и при проверке их работоспособности.

### 4 Устройство и работа

#### 4.1 Устройство счетчика

4.1.1 Счетчик представляет собой законченное изделие и состоит из следующих узлов:

- цоколь;
- лицевая крышка с прозрачной крышкой;
- клеммная крышка;
- зажимная плата;
- основная плата, плата индикатора и платы интерфейсов.

4.1.2 Основная плата состоит из следующих функциональных частей (деление условное):

- измерительная часть;
- процессорная часть;
- узел источника питания;
- интерфейс RS-485 (опционально);
- интерфейс PLC (опционально);
- интерфейс GSM (опционально);
- интерфейс Bluetooth (опционально);
- оптопорт;
- сервисный порт;
- основные реле отключения потребителя;
- переключатель блокировки реле;
- каналы импульсных выходов;
- клавиатура управления индикацией;
- светодиодные индикаторы «kW·h» и «kvar·h»;
- набор датчиков.

4.1.3 Измерительная часть платы выполнена на микросхеме ADE7878 в стандартной схеме включения. Используется встроенный в микросхему источник опорного напряже-

ния. Во входных цепях тока и напряжения используются планарные прецизионные резисторы в MELF-корпусах. В качестве датчиков тока используются трансформаторы.

4.1.4 На одном из входов микросхемы ADE7878 выполнен датчик напряжения после реле. Выбор фазы осуществляется с помощью транзисторного коммутатора.

4.1.5 Процессорная часть платы выполнена на 32-битном процессоре LPC1778 с архитектурой ARM Cortex-M3. Для хранения метрологических коэффициентов, профилей энергии и мощности используется микросхема FLASH-памяти AT45DB321 емкостью 32 Мбит. Для хранения конфигурационных данных используется микросхема FRAM-памяти емкостью 32 кбит. Часы реального времени – DS3231SN.

4.1.6 Узел источника питания выполнен на микросхеме TNY276GN. Для обеспечения возможности работы микросхемы при больших входных напряжениях используется каскадное включение силового транзистора микросхемы и внешнего транзистора с изолированным затвором STD3NK90Z.

4.1.7 Интерфейс RS-485 выполнен по стандартной схеме с использованием DC-DC преобразователя H0505S-1W, микросхемы гальванической развязки ADUM2201 и микросхемы драйвера ADM483.

4.1.8 Оптопорт выполнен на дискретных компонентах.

4.1.9 В счетчике применены реле с защелкой производства фирмы Gruner (Германия). Напряжение, необходимое для питания обмоток реле (+24В), формируется повышающим преобразователем на микросхеме MC33063 в стандартной схеме включения. Для управления реле используется драйвер на сборке транзисторов ULN2003A. Защита от ложных срабатываний реле выполнена на микросхеме 74LVC241A.

4.1.10 Интерфейс PLC реализован на специализированном модуле. Модуль подключается к процессору счетчика посредством одного из UART. Связь модуля с силовой сетью обеспечивается за счет трех конденсаторов (0,47 мкФ, один на фазу) и трансформатора связи. Модуль устанавливается на основную плату через 32-контактный разъем.

4.1.11 Интерфейс Bluetooth реализован на базе платы специализированного Bluetooth-модуля. Модуль подключается к процессору счетчика посредством одного из UART и имеет встроенную антенну, либо выход на внешнюю антенну (в зависимости от исполнения).

4.1.12 Интерфейс GSM реализован на базе специализированной платы GSM -модуля. GSM -модуль подключается к процессору счетчика посредством одного из UART и имеет либо встроенную антенну, либо выход на внешнюю антенну (в зависимости от исполнения).

4.1.13 Датчики вскрытия крышек позволяют зафиксировать вскрытие крышки корпуса и крышки клеммной колодки как при наличии напряжения на силовых контактах счетчика, так и при его отсутствии. При наличии напряжения на силовых клеммах датчики питаются от блока питания счетчика, при пропадании напряжения микросхема TPS3619-33 переключает датчики на питание от встроенной в счетчик батареи резервного питания.

## **4.2 Работа платы**

4.2.1 Плата является основной составляющей частью счетчика.

4.2.2 Входные сигналы тока и напряжения с колодки счетчика поступают на трансформаторы тока и резистивные делители соответственно.

4.2.3 Далее сигналы поступают на входы измерительной части. Измерительная часть осуществляет одновременное измерение мгновенных значений сигналов с датчиков токов и напряжений в каждой фазе.

4.2.4 Микросхема ADE7878 обменивается данными с микроконтроллером счетчика посредством интерфейса SPI, при этом ведущим устройством является микроконтроллер (в дальнейшем – МК). Одновременно ADE7878 формирует импульсные сигналы с частотой, пропорциональной измеряемой активной и реактивной мощности.

4.2.5 МК управляет всеми функциональными узлами платы и реализует алгоритмы вычисления параметров в соответствии с программой, хранящейся в его памяти.

4.2.6 Измерение температуры окружающей среды осуществляется посредством датчика, встроенного в микросхему часов реального времени DS3231.

4.2.7 Массивы срезов мощности по каждому виду и направлению энергии хранятся во FLASH-памяти счетчика. Емкость FLASH-памяти равна 32 Мбит. Калибровочные коэффициенты хранятся в области FLASH-памяти, имеющей аппаратную защиту от перезаписи. Журналы событий и часть параметров счетчика хранятся в FRAM-памяти. Емкость FRAM-памяти равна 32 Кбит.

4.2.8 Коммутатор на микросхеме 74HC4052D обеспечивает коммутацию сигналов, выводимых на светодиоды и импульсные выходы счетчика. В зависимости от управляющих сигналов («SEL1» и «SEL2») на импульсные выходы могут выводиться:

- активная и реактивная энергии;
- секундный импульс с микросхемы DS3231;
- диагностические сигналы с микропроцессора.

4.2.9 Кнопки управления S1 – S3 предназначены для выбора параметров, измеренных и вычисленных значений для отображения на дисплее платы.

4.2.10 Источник питания счетчика выполнен на микросхеме TNY276GN и имеет номинальное выходное напряжение +5В. Из этого напряжения линейный стабилизатор на микросхеме NCV1117ST33T3G формирует стабилизированное напряжение 3,3В. Изолированный преобразователь H0505S-1W обеспечивает питание интерфейса RS485, выполненного на микросхеме гальванической развязки ADUM2201ARWZ и драйвере ADM483E.

4.2.11 Микросхема ADM706T выполняет функции супервизора питания и сторожевого таймера. ADM706T формирует сигнал «RESET» в следующих случаях:

- снижение напряжения в цепи «+3,3 В» ниже 3,08 В;
- отсутствие любого из фронтов сигнала на входе «WDI» более чем на 1,6 с.

4.2.12 Оптопорт обеспечивает конфигурирование параметров счетчика и снятие показаний. Оптопорт управляется МК.

## 5 Требования к рабочему месту

5.1 Для проведения проверки и настройки счетчика должно быть оборудовано рабочее место, в соответствии с таблицей Б.1 приложения Б.

5.2 К рабочему месту должна быть подведена однофазная сеть переменного тока частотой  $(50 \pm 1)$  Гц и напряжением в диапазоне от 187 до 242 В.

5.3 Проверка и настройка счетчика должна проводиться в нормальных климатиче-

ских условиях:

- температура окружающего воздуха – плюс  $(20 \pm 5)$  °С;
- относительная влажность – в диапазоне от 30 до 80 %;
- атмосферное давление – в диапазоне от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт. ст.).

## 6 Проверка платы на пульте настройки

### 6.1 Подготовка к проверке

6.1.1 Ознакомиться с документацией на все используемое при настройке и проверке оборудование и программное обеспечение.

6.1.2 Убедиться в наличии действующих свидетельств о метрологической поверке приборов и наличии свидетельств аттестации нестандартного оборудования, применяемых при настройке и проверке, и убедиться, что срок очередной поверки приборов и очередной аттестации нестандартного оборудования позволяет полностью выполнить проверку и настройку счетчика.

6.1.3 Проверить работоспособность приборов и нестандартного оборудования.

6.1.4 Порядок работы с оборудованием выполнять в соответствии с технической документацией оборудования.

6.1.5 Убедиться в наличии установленного на IBM PC – совместимом персональном компьютере (в дальнейшем – ПК) следующего программного обеспечения:

- технологическая программа PCOMM Terminal Emulator 2.3 (в дальнейшем – программа ТЕРМИНАЛ);
- программа Flash Magic M12.00331-01, версия 6.60.2663 или выше (в дальнейшем – программа Flash Magic);
- программа КОНФИГУРАТОР;
- технологическая программа TEST\_MOD.EXE, версия 1.5 (в дальнейшем – программа ТЕСТ МОДЕМА);

Примечание – С целью обеспечения работы программы КОНФИГУРАТОР ПК на рабочем месте должен удовлетворять следующим минимальным требованиям:

- процессор: двух/четырёхядерный с тактовой частотой не менее 1,8 ГГц;
- объем ОЗУ: 1024 МБ или более;
- операционная система: Windows 7.

6.1.6 Собрать схему рабочего места, приведенную на рисунке Б.1.

6.1.7 Запустить на ПК программу Flash Magic и программу ТЕРМИНАЛ.

6.1.8 Включить оборудование, используемое при проверке.

6.1.9 Установить устройство сопряжения оптическое УСО-2 (в дальнейшем – УСО-2) на оптопорт технологического модема-коммуникатора (в дальнейшем – коммуникатор). Запустить программу КОНФИГУРАТОР.

6.1.10 Перевести тумблеры S2 – S4 в положение «ВКЛ.». Включить источник фиктивной мощности ИФМ (в дальнейшем – ИФМ) и установить выходное напряжение равным номинальному напряжению испытываемого счетчика.

6.1.11 Добавить канал опроса счетчиков. Для этого в меню *Конфигурация* программы КОНФИГУРАТОР выбрать пункт *Добавить канал* (рисунок 6.1 ).

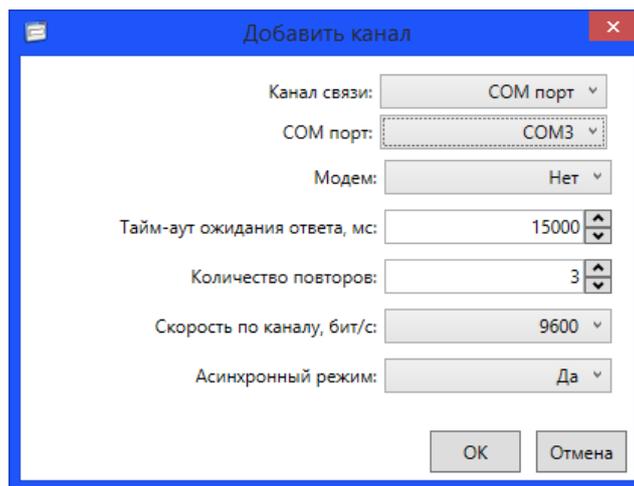


Рисунок 6.1 – Добавление канала опроса счетчиков

6.1.12 В появившемся окне выбрать тип канала связи – *COM порт*, далее выбрать номер COM-порта, к которому подключено УСО-2, и нажать кнопку *OK*.

6.1.13 Добавить новое устройство в канал опроса. Для этого в меню *Конфигурация* выбрать пункт *Добавить устройство*.

6.1.13 В появившемся окне выбрать тип устройства – *ELEM-14*, выбрать уровень доступа – *Администратор* и нажать кнопку *OK*.

6.1.14 Добавить в этот же канал связи технологический счетчик электрической энергии ELEM-14 и коммуникатор.

6.1.15 Настроить канал GSM коммуникатора. Для этого в списке *Фильтр* на вкладке *Конфигурация* программы КОНФИГУРАТОР выбрать пункт *GSM* и запросить параметры, нажав кнопку . Далее, установить значения и нажать кнопку *Записать* ().

6.1.16 Настроить канал PLC коммуникатора. Для этого в списке *Фильтр* на вкладке *Конфигурация* программы КОНФИГУРАТОР выбрать пункт *!PLC* и запросить параметры, нажав кнопку . Далее установить значения и нажать кнопку *Записать* ().

6.1.17 Все тесты и ПСИ выполнять при указанных настройках коммуникатора, если не сказано иное.

**ВНИМАНИЕ!** В связи с тем, что счетчик не имеет гальванической развязки основной схемы от силовых цепей, и при этом во время тестирования счетчика некоторые действия с элементами требуется выполнять вручную, все тесты условно разбиты на две части. Первая часть тестов выполняется при питании счетчика от внешнего источника питания через сервисный разъем, вторая часть – при питании от встроенного блока питания счетчика.

## 6.2 Проверка соответствия требованиям конструкторской документации

6.2.1 Проверку соответствия платы требованиям конструкторской документации (2.1.1) проводить внешним осмотром.

6.2.2 Провести внешний осмотр платы и убедиться в отсутствии повреждений корпусов элементов, отсутствии повреждений печатных проводников платы.

6.2.3 Убедиться в отсутствии видимых коротких замыканий между контактами радиоэлементов.

6.2.4 Убедиться, что все интерфейсные модули установлены на плату согласно КД.

6.2.5 Плата считается выдержавшей контроль, если она соответствует требованиям 2.1.1.

### 6.3 Запись тестового программного обеспечения

6.3.1 Собрать рабочее место по схеме на рисунке Б.1.

6.3.2 Перевести тумблеры S1 – S4 в положение «ВЫКЛ.» и отключить ИФМ от питающей сети (испытуемый счетчик будет питаться через сервисный порт).

6.3.3 Установить регулятор напряжения источника питания G1 в крайнее левое положение. Включить источник питания G1 и установить выходное напряжение равным  $15_{-1}^{+0}$  В.

6.3.4 Установить переключатель «ПРОГР.» пульта ремонта платы счетчика (в дальнейшем – пульта настройки) в положение «ВКЛ», кратковременно нажать кнопку «СБРОС» пульта настройки.

6.3.5 Запустить программу Flash Magic.

6.3.6 Установить флажок в поле *Erase all Flash+Code Rd Prot*, снять флажок в полях *Verify after programming* и *Fill unused Flash*.

6.3.7 Нажав кнопку *Browse...* в появившемся диалоговом окне *Select Hex File* выбрать файл тестовой программы (рисунок 6.2).

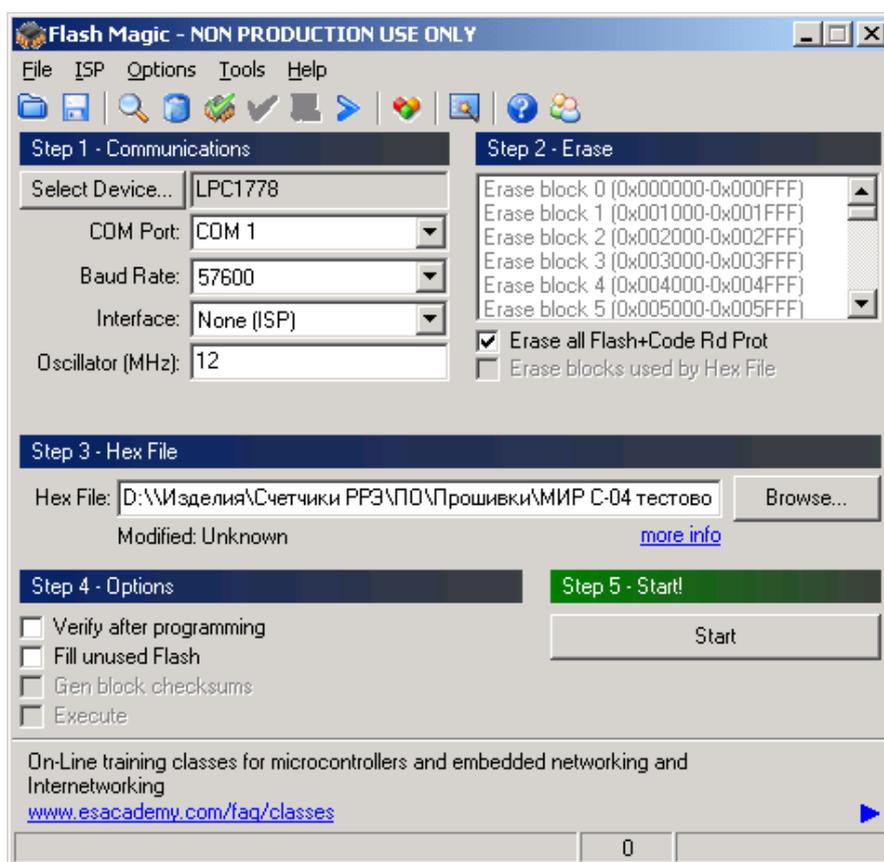


Рисунок 6.2 – Запись тестовой программы

6.3.8 Инициировать загрузку файла тестовой программы в память микроконтроллера платы, нажав кнопку *Start* в окне программы Flash Magic. Контролировать после окончания записи в нижней части окна программы появление сообщения *Finished*.

6.3.9 Снять флажок в поле *Erase all Flash+Code Rd Prot* и установить в поле *Erase blocks used by Hex File*. Нажав кнопку *Browse...* в появившемся диалоговом окне *Select Hex File*, выбрать файл программы загрузчика счетчика. Загрузить файл программы загрузчика счетчика в память микроконтроллера платы, нажав кнопку *Start*.

6.3.10 В случае возникновения ошибки при записи тестовой программы или программы загрузчика необходимо:

- а) закрыть программу Flash Magic;
- б) заново запустить программу Flash Magic;
- в) в выпадающем списке *Baud Rate* программы Flash Magic выбрать значение 9600;
- г) кратковременно нажать кнопку «СБРОС» пульта настройки, после чего повторить действия, начиная с 6.3.3. Если ошибка повторится более трех раз, отправить плату в ремонт с пометкой «Ошибка программирования».

6.3.11 Установить переключатель «ПРОГР.» пульта настройки в положение «ОТКЛ.», после чего кратковременно нажать кнопку «СБРОС» пульта настройки – микропроцессор платы начнет исполнение загруженной программы.

6.3.12 Запустить на ПК программу ТЕРМИНАЛ. В меню *Port Manager* выбрать пункт *Open*. В появившемся окне из выпадающего списка *Ports* выбрать порт связи со счетчиком. Остальные значения установить так, как указано на рисунке 6.3.

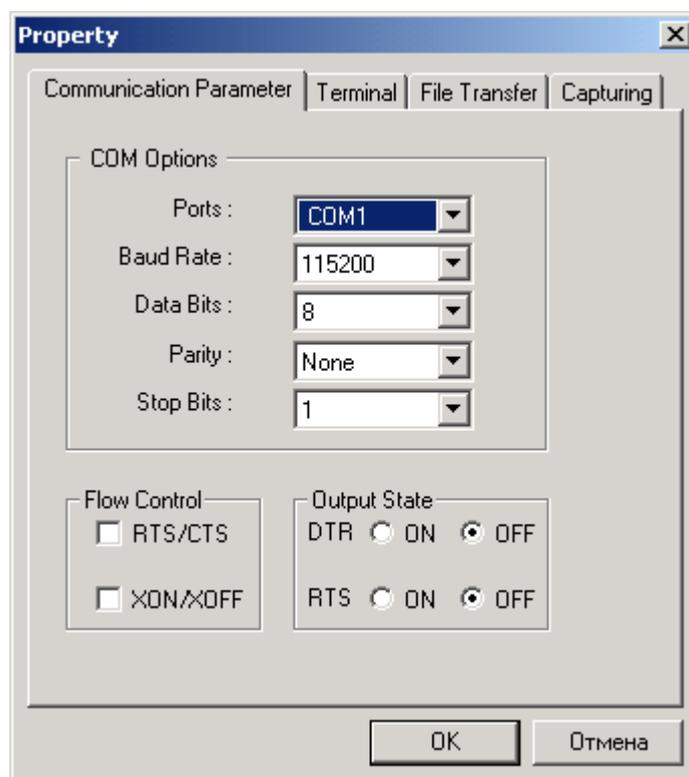


Рисунок 6.3 – Настройки программы ТЕРМИНАЛ

6.3.13 Перейти на вкладку *Terminal* и выбрать в выпадающем списке *Terminal Type* значение *ANSI*. Нажать кнопку *Ок*.

6.3.14 В верхней части главного окна тестового ПО расположены заводской номер, код счетчика и номер исполнения платы.

6.3.15 Далее располагается список возможных тестов для данной платы. Список зависит от исполнения платы и содержит тесты только тех узлов, которые присутствуют на плате (в случае, если заводской номер счетчика уже введен).

Примечание – Если плата счетчика ранее не проходила процесс настройки (например, при первом включении), то после получения запроса от тестового ПО необходимо ввести заводской номер счетчика вручную, либо используя сканер штрих-кодов.

## 6.4 Запуск теста в автоматическом режиме

6.4.1 Тест в автоматическом режиме – основной тест при производстве счетчиков. Тест позволяет последовательно с участием оператора выполнить проверку всех узлов платы, а также метрологическую калибровку.

6.4.2 В автоматическом режиме программа при участии оператора последовательно выполняет следующие операции:

- тест FRAM-памяти (SRAM-памяти);
- тест FLASH-памяти;
- тест часов реального времени;
- тест интерфейса Bluetooth\*;
- тест оптопорта;
- тест интерфейса RS-485\*;
- тест интерфейса GSM \*;
- тест кнопок счетчика;
- тест датчиков;
- тест вычислителя ADE7878;
- тест дисплея;
- тест светодиодов и импульсных выходов;
- тест интерфейса PLC\*;
- тест реле и датчиков напряжения после реле\*;
- тест сторожевого таймера.

### Примечания

1 Звездочкой помечены тесты, наличие которых зависит от исполнения платы.

2 Любой из тестов можно запустить в ручном режиме из главного окна тестового ПО, нажав соответствующую клавишу клавиатуры ПК, указанную рядом с тестом в главном окне тестового ПО.

6.4.3 Перед проведением теста в автоматическом режиме выполнить следующие

проверки:

- проверка напряжения включения источника питания счетчика по методике 6.14;
- проверка выходных напряжений источника питания счетчика по методике 6.15.

6.4.4 После теста датчиков необходимо выполнить проверку электрического сопротивления токовых цепей по методике 6.13.

6.4.5 Для запуска теста в автоматическом режиме необходимо нажать клавишу «а» (буква английского алфавита) на клавиатуре ПК.

6.4.6 Следовать инструкциям, выводимым тестовым ПО в окне программы ТЕРМИНАЛ.

## **6.5 Проверка функционирования FRAM-памяти (SRAM-памяти)**

6.5.1 Войти в меню теста FRAM-памяти из главного окна тестового ПО, нажав клавишу «2» клавиатуры ПК. Проверку функционирования FRAM-памяти (NVS RAM-памяти) (2.1.2) проводить, нажав клавишу «1» клавиатуры ПК (пункт 1 теста FRAM-памяти).

Примечание – В случае необходимости полной очистки FRAM-памяти (SRAM-памяти) выбрать пункт 2 теста. Очистка памяти будет произведена без вывода дополнительных подтверждений.

6.5.2 Плата считается выдержавшей проверку, если по окончании проведения теста тестовое ПО не сообщило об ошибках и выполняются требования 2.1.2.

## **6.6 Проверка функционирования FLASH-памяти**

6.6.1 Войти в меню теста FLASH-памяти из главного окна тестового ПО, нажав клавишу «1» клавиатуры ПК.

6.6.2 Перед проверкой FLASH-памяти на пульте настройки необходимо отжать кнопку «ПЕРЕМЫЧКА» – тестовое ПО проверит защиту от записи FLASH-памяти.

6.6.3 Проверку функционирования FLASH-памяти (2.1.3) проводить, нажав клавишу «1» клавиатуры ПК.

Примечание – В случае необходимости полной очистки FLASH-памяти (например, при ремонте) выбрать пункт 3 теста. Очистка памяти будет произведена без вывода дополнительных подтверждений.

6.6.4 После нажатия клавиши «1» клавиатуры ПК тестовое ПО выдаст сообщение о необходимости снять защиту от записи. Для этого необходимо нажать кнопку «ПЕРЕМЫЧКА» на пульте настройки.

6.6.5 Плата считается выдержавшей проверку, если:

- в процессе проведения теста не обнаружено ошибок чтения/записи;
- при проверке аппаратной защиты от записи не обнаружено ошибок;
- выполняются требования 2.1.3.

**ВНИМАНИЕ!** Тест FLASH-памяти построен таким образом, что при проверке не портит содержимое ячеек памяти даже при снятой защите от записи! Во избежание потери данных не рекомендуется выключать питание или подавать сигнал сброса счетчика до окончания теста.

## **6.7 Проверка функционирования часов реального времени и датчика температуры**

6.7.1 Проверку функционирования часов реального времени и датчика температуры (2.1.4) проводить с помощью программы ТЕРМИНАЛ по схеме на рисунке Б.1.

6.7.2 Войти в меню теста часов реального времени платы из главного окна тестового ПО, нажав клавишу «4» клавиатуры ПК.

6.7.3 После появления окна, изображенного на рисунке 6.4, нажать клавишу «Т» клавиатуры ПК и ввести текущие дату и время в формате, указанном на экране.

6.7.4 Если введенное время не отобразилось на экране или отобразилось, но не наблюдается его изменения (часы «не идут»), плату необходимо отправить в ремонт с пометкой «Неисправность микросхемы часов».

6.7.5 В окне тестового ПО также должно отображаться значение температуры (в градусах Цельсия), измеренной датчиком микросхемы часов. Если рядом со значением температуры высвечивается надпись *ОШИБКА*, плату необходимо отправить в ремонт с пометкой «Неисправность микросхемы часов».

6.7.6 В окне тестового ПО также должно отображаться состояние встроенной батареи счетчика. Если тестовое ПО выводит сообщение *Батарея РАЗРЯЖЕНА*, плату необходимо отправить в ремонт с пометкой «Нет напряжения с батареи».

6.7.7 В окне тестового ПО также должно отображаться вычисленное значение периода секундных импульсов. Если рядом со значением периода высвечивается надпись *ОШИБКА*, плату необходимо отправить в ремонт с пометкой «Нет секундного импульса».

6.7.8 Для проверки возможности работы часов от встроенной батареи нажать клавишу «1» клавиатуры ПК (пункт 1 теста часов) и следовать инструкциям тестового ПО. Если после подачи питания на счетчик в окне тестового ПО выводится сообщение *Ошибка батареи питания RTC*, следует отправить плату в ремонт с пометкой «Неисправность компаратора или непропай микросхемы RTC».

6.7.9 Плата считается выдержавшей проверку, если:

- в окне тестового ПО отображаются введенные время и дата, причем наблюдается изменение времени (часы «идут»);
- напротив значения температуры, отображаемой в окне тестового ПО, отсутствует сообщение об ошибке;
- напротив вычисленного значения периода секундного импульса отсутствует сообщение об ошибке;
- после отключения питания и повторного включения тестовое ПО сообщило об исправности встроенной батареи;
- выполняется требование 2.1.4.

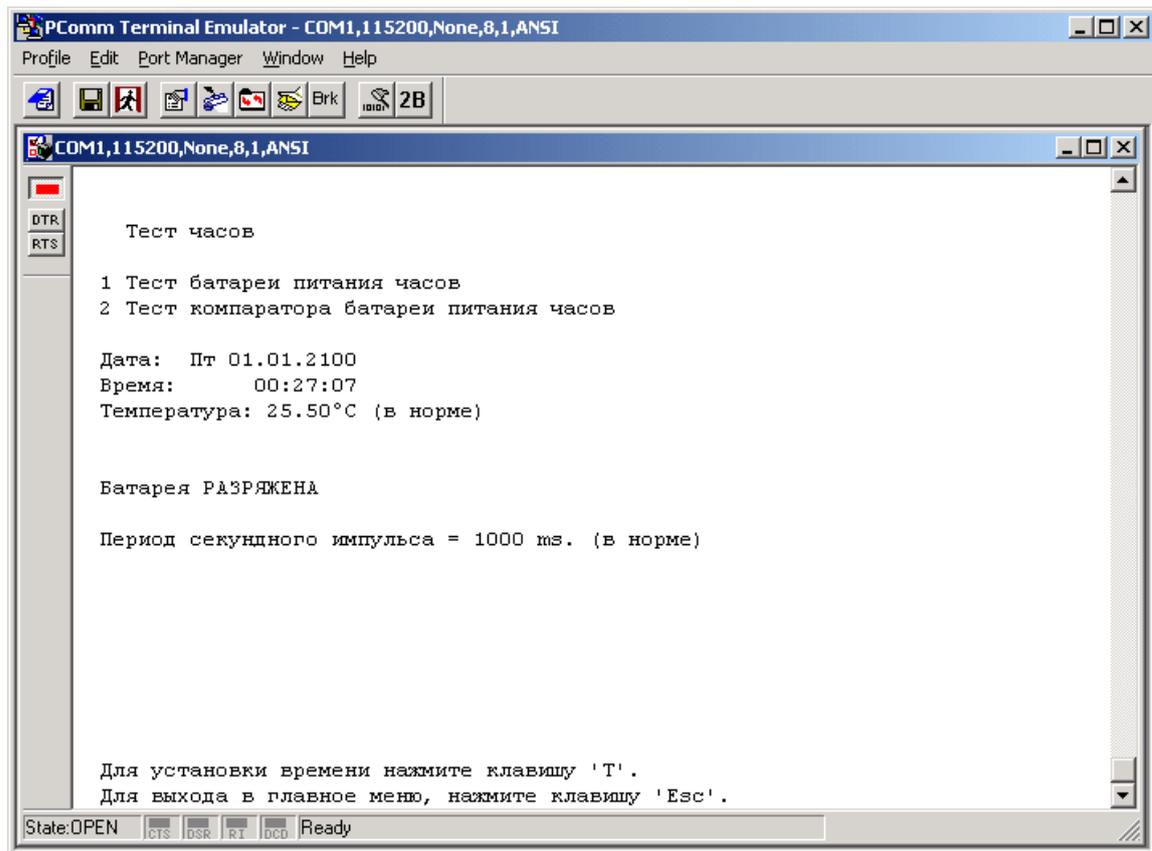


Рисунок 6.4

## 6.8 Проверка функционирования интерфейса Bluetooth

6.8.1 Проверку функционирования интерфейса Bluetooth (2.1.5) проводить с помощью программы ТЕРМИНАЛ по схеме на рисунке Б.1.

6.8.2 Нажать клавишу «3» клавиатуры ПК для входа в меню теста интерфейсов. Войти в меню проверки функционирования Bluetooth модуля.

6.8.3 Запросить версию ПО Bluetooth модуля нажав на клавишу «1» клавиатуры ПК.

6.8.4 Убедиться, что отображаемый номер версии соответствует номеру версии архивного ПО.

6.8.5 Нажать клавишу «2» клавиатуры ПК для инициирования опроса удаленного дисплея.

6.8.6 Убедиться в наличии связи с удаленным дисплеем.

6.8.7 Плата считается выдержавшей проверку функционирования интерфейса Bluetooth, если:

- тестовое ПО обнаружило Bluetooth модуль и считанная версия ПО Bluetooth модуля соответствует архивной версии;
- отсутствуют ошибки связи с удаленным дисплеем;
- выполняется требование 2.1.5.

## 6.9 Проверка функционирования оптопорта

6.9.1 Проверку функционирования оптопорта (2.1.6) проводить с помощью программ ТЕРМИНАЛ и ТЕСТ МОДЕМА по схеме на рисунке Б.1.

6.9.2 Нажать клавишу «3» клавиатуры ПК для входа в меню теста интерфейсов. Войти в меню проверки функционирования оптопорта.

6.9.3 Запустить на ПК программу ТЕСТ МОДЕМА, в окне *Выбор модуля* выбрать пункт *Нет* и нажать кнопку *Ок* (рисунок 6.5).

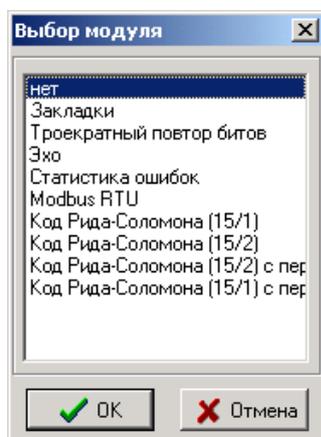


Рисунок 6.5

6.9.4 В программе ТЕСТ МОДЕМА в меню *Файл* выбрать пункт *Очистить журнал*.

6.9.5 В программе ТЕСТ МОДЕМА в меню *Файл* выбрать пункт *Настройки...*, в открывшемся окне задать следующие параметры и нажать клавишу *Ок*:

- порт: номер порта, к которому подключен оптопорт счетчика;
- скорость: 9600;
- стоп бит: 1;
- четность: *Нет*.

6.9.6 В окне программы ТЕСТ МОДЕМА ввести 20 любых символов (рисунок 6.6) и пять раз нажать клавишу «Enter» клавиатуры ПК для отправки введенных данных в порт.

6.9.7 Плата считается выдержавшей проверку функционирования оптопорта, если:

- вернулось «эхо» всех данных, отправленных программой ТЕСТ МОДЕМА;
- выполняются требования 2.1.6.

**ВНИМАНИЕ!** В автоматическом тесте проверка производится в обратном порядке – тестовое ПО счетчика выдает последовательность символов, а программа ТЕСТ МОДЕМА возвращает «эхо». Для автоматического теста настроить программу ТЕСТ МОДЕМА следующим образом: в меню *Модули* выбрать модуль *Эхо*. Плата считается выдержавшей проверку функционирования оптопорта, если тестовое ПО не сообщило об ошибках обмена данными.

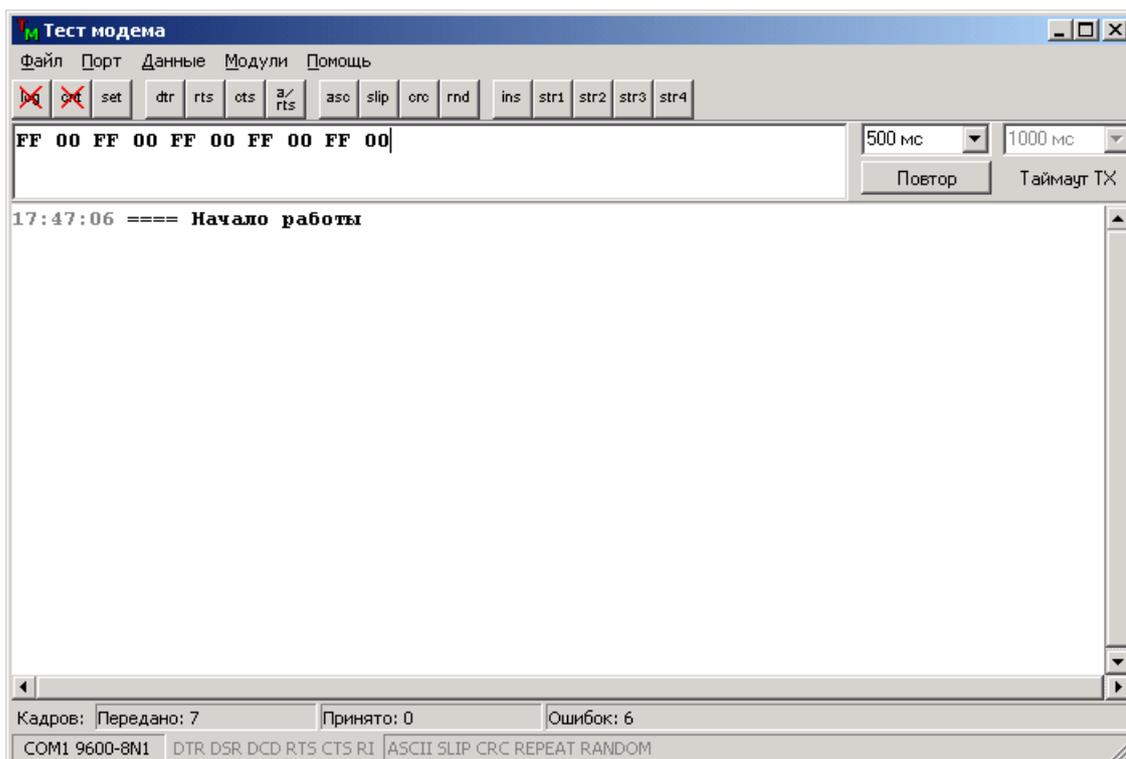


Рисунок 6.6

## 6.10 Проверка функционирования интерфейса RS-485

6.10.1 Проверку функционирования интерфейса RS-485 платы (2.1.7) проводить с помощью программ ТЕРМИНАЛ и ТЕСТ МОДЕМА по схеме на рисунке Б.1.

6.10.2 Нажать клавишу «3» клавиатуры ПК для входа в меню теста интерфейсов. Войти в меню проверки функционирования интерфейса RS-485.

6.10.3 В окне программы ТЕРМИНАЛ выбрать скорость передачи данных равной 9600 бит/с.

6.10.4 Настроить параметры программы ТЕСТ МОДЕМА согласно 6.9.3.

6.10.5 В окне программы ТЕСТ МОДЕМА ввести 20 любых символов и пять раз нажать клавишу «Enter» клавиатуры ПК для отправки введенных данных в порт.

6.10.6 Изменить скорость передачи данных по интерфейсу RS-485 в счетчике и в программе ТЕСТ МОДЕМА на 115200 бит/с и повторить действия, указанные в 6.10.5.

6.10.7 Плата считается выдержавшей проверку функционирования интерфейса RS-485, если:

- вернулось «эхо» всех данных, отправленных программой ТЕСТ МОДЕМА;
- выполняются требования 2.1.7.

**ВНИМАНИЕ!** В автоматическом тесте проверка производится в обратном порядке – тестовое ПО счетчика выдает последовательность символов, а программа ТЕСТ МОДЕМА возвращает «эхо». Для автоматического теста настроить программу ТЕСТ МОДЕМА следующим образом: в меню *Модули* выбрать модуль *Эхо*. Плата считается выдержавшей проверку функционирования интерфейса RS-485, если тестовое ПО не сообщило об ошибках обмена данными.

## **6.11 Проверка функционирования интерфейса GSM**

6.11.1 Проверку функционирования интерфейса GSM платы (2.1.8) проводить с помощью программы ТЕРМИНАЛ по схеме на рисунке Б.1. Если счетчик имеет модуль GSM с выходом на антенну, то ее необходимо подключить.

6.11.2 Нажать клавишу «3» клавиатуры ПК для входа в меню теста интерфейсов. Войти в меню проверки функционирования интерфейса GSM.

6.11.3 Нажать клавишу «2» клавиатуры ПК для инициализации модуля GSM.

6.11.4 Плата считается выдержавшей проверку функционирования интерфейса GSM, если:

- тестовое ПО выдало сообщение об успешной инициализации модуля GSM (соединение счетчика с коммуникатором установлено);
- выполняется требование 2.1.8.

## **6.12 Проверка функционирования кнопок клавиатуры и датчиков**

6.12.1 Проверку функционирования кнопок клавиатуры (2.1.9), датчика магнитного поля (2.1.10) и датчиков вскрытия крышек (2.1.11) проводить с помощью программы ТЕРМИНАЛ по схеме на рисунке Б.1.

6.12.2 Нажать кнопку «6» клавиатуры ПК для входа в тест датчиков.

6.12.3 Надавить на каждую из кнопок клавиатуры счетчика и следить за сообщениями тестового ПО.

6.12.4 В случае отсутствия изменений, отображаемых в окне программы ТЕРМИНАЛ при нажатии кнопок клавиатуры счетчика, плату необходимо отправить в ремонт с пометкой «Неисправность кнопок клавиатуры».

6.12.5 Надавить на металлический контакт каждой из кнопок датчиков вскрытия крышек и зафиксировать срабатывание каждого из датчиков.

6.12.6 В случае отсутствия изменений, отображаемых в окне программы ТЕРМИНАЛ, плату необходимо отправить в ремонт с пометкой «Неисправность датчиков вскрытия крышек» с указанием, какой из датчиков неисправен.

6.12.7 Поднести к счетчику постоянный магнит (неодимовый сплав NdFeB D40×20мм или аналогичный) и зафиксировать срабатывание датчика магнитного поля платы по появлению соответствующего сообщения в окне программы ТЕРМИНАЛ.

6.12.8 В случае отсутствия изменений, отображаемых в окне программы ТЕРМИНАЛ, плату необходимо отправить в ремонт с пометкой «Неисправность датчика магнитного поля».

6.12.9 Плата считается выдержавшей проверку, если соответствует требованиям 2.1.9 – 2.1.11.

## **6.13 Проверка электрического сопротивления токовых цепей**

6.13.1 Проверку электрического сопротивления токовых цепей (2.1.12) проводить с помощью мультиметра Agilent 34401A по схеме на рисунке Б.1.

6.13.2 Перевести тумблер S1 в положение «ВКЛ.», а тумблеры S2 – S4 в положение «ВЫКЛ.».

6.13.3 Включить ИФМ и установить ток равным  $(10 \pm 0,1)$  А.

6.13.4 Измерить падение напряжения мультиметром Agilent 34401A на каждой из токовых шин счетчика: контакты 1 и 2 клеммной колодки, 3 и 4, 5 и 6.

6.13.5 Рассчитать электрическое сопротивление каждой из токовых цепей счетчика, разделив полученное значение напряжения на значение тока, заданное в 6.13.3.

6.13.6 Отключить ИФМ.

6.13.7 Плата считается выдержавшей проверку электрического сопротивления токовых цепей, если выполняется требование 2.1.12.

## **6.14 Проверка напряжения включения источника питания счетчика**

6.14.1 Проверку напряжения включения источника питания счетчика (2.1.13) проводить по схеме на рисунке Б.1.

6.14.2 Отключить источник питания G1.

6.14.3 Разомкнуть все выключатели с общим наименованием «ПОВЕРКА» счетчика.

6.14.4 Мультиметром измерить сопротивление между следующими цепями: контакт 1 клеммной колодки и вход выключателя «ПОВЕРКА» фазы L1, контакт 3 клеммной колодки и вход выключателя «ПОВЕРКА» фазы L2, контакт 5 клеммной колодки и вход выключателя «ПОВЕРКА» фазы L3.

6.14.5 Замкнуть все выключатели с общим наименованием «ПОВЕРКА» счетчика.

6.14.6 Повторить действия, указанные в 6.14.4.

6.14.7 Установить тумблер S2 «Фаза L1» в положение «ВКЛ.», остальные фазы напряжения отключить.

6.14.8 Подать от ИФМ напряжение, равное  $(85 \pm 5)$  В.

6.14.9 Убедиться, что счетчик не включился (индикаторы пульта настройки «+3,3В» и «+5В» не светятся).

6.14.10 Плата считается выдержавшей контроль, если выполняются требования 2.1.13.

## **6.15 Проверка выходных напряжений источника питания счетчика**

6.15.1 Проверку выходных напряжений источника питания счетчика (2.1.14) проводить по схеме на рисунке Б.1.

6.15.2 Установить тумблер S2 в положение «ВКЛ.».

6.15.3 Подать от ИФМ напряжение, равное  $(150 \pm 5)$  В по фазе А.

6.15.4 Убедиться, что счетчик включился, и индикаторы пульта настройки «Vbat», «+3,3 В», «+5 В» и «+24 В» (индикатор «+24 В» – в случае наличия силовых реле в счетчике) светятся постоянно.

6.15.5 Установить тумблеры S3 «Фаза L1» и S4 «Фаза L3» в положение «ВКЛ.».

6.15.6 Подать от ИФМ напряжение, равное  $(230 \pm 5)$  В по трем фазам.

6.15.7 Убедиться, что индикаторы пульта настройки «Vbat», «+3,3 В», «+5 В» и

«+24 В» (индикатор «+24 В» – в случае наличия силовых реле в счетчике) светятся постоянно.

6.15.8 Подать от ИФМ напряжение, равное  $(265 \pm 5)$  В по трем фазам.

6.15.9 Убедиться, что индикаторы пульта настройки «Vbat», «+3,3 В», «+5 В» и «+24 В» (индикатор «+24 В» – в случае наличия силовых реле в счетчике) светятся постоянно.

6.15.10 Отключить ИФМ.

6.15.11 Плата считается выдержавшей контроль, если выполняется требование 2.1.14.

## **6.16 Проверка функционирования микросхемы вычислителя**

6.16.1 Проверку функционирования измерительной части платы (2.1.15) проводить с помощью программы ТЕРМИНАЛ по схеме на рисунке Б.1.

6.16.2 Перевести тумблеры S1 – S4 в положение «ВКЛ.».

6.16.3 Установить напряжение на выходе ИФМ равным  $(230 \pm 5)$  В, ток равным  $(5,0 \pm 0,1)$  А, коэффициент мощности равным 0,5L.

6.16.4 В окне программы ТЕРМИНАЛ выбрать пункт *Тест вычислителя*. Контролировать, что в окне программы ТЕРМИНАЛ отобразились коды мощности, а также коды токов и напряжений, измеренные платой (для каждой фазы), а также допустимые пределы значений данных кодов.

6.16.5 Убедиться, что коды активной мощности имеют положительный знак. Наличие отрицательного знака кода какой-либо фазы свидетельствует о неверной установке трансформатора тока соответствующей фазы. При наличии отрицательного знака кода активной мощности отправить плату в ремонт с пометкой «Неверная фазировка цепей тока».

6.16.6 Убедиться в отсутствии сообщений об ошибочных значениях кодов. Если напротив одного или нескольких значений кодов присутствует сообщение *ОШИБКА*, плату следует отправить в ремонт с пометкой «Неисправность измерительной части».

6.16.7 С помощью ИФМ последовательно отключая ток каждой из фаз, фиксировать резкое уменьшение соответствующих значений цифровых кодов токов. При несоответствии отключенной фазы уменьшенному коду отправить плату в ремонт с пометкой «Неверная распайка трансформаторов тока».

6.16.8 С помощью ИФМ последовательно отключая напряжение каждой из фаз фиксировать резкое уменьшение соответствующих значений цифровых кодов напряжений. При несоответствии отключенной фазы уменьшенному коду отправить плату в ремонт с пометкой «Неверная распайка проводов напряжения от клеммной колодки».

6.16.9 Плата считается выдержавшей проверку функционирования измерительной части, если:

- тестовое ПО не вывело сообщений об ошибках при измерении фазных напряжений, токов и мощностей;
- не обнаружены ошибки установки и распайки токовых трансформаторов, а также ошибки распайки проводов цепей напряжения.

## **6.17 Проверка функционирования дисплея, импульсных и оптических выходов платы**

6.17.1 Проверку функционирования дисплея (2.1.16), импульсных и оптических выходов платы (2.1.17) проводить с помощью программы ТЕРМИНАЛ по схеме на

рисунке Б.1.

6.17.2 Подключить щуп осциллографа к разъему «СН1» осциллографа и установить тумблер S5 в положение «WATT/1Hz».

6.17.3 Установить регулятор напряжения источника питания G2 в крайнее левое положение. Включить источник питания G2 и установить выходное напряжение равным  $24^{+0}_{-1}$  В.

6.17.4 Перевести тумблеры S1 – S4 в положение «ВКЛ.».

6.17.5 Установить напряжение на выходе ИФМ равным  $(230 \pm 3)$  В, ток – равным  $(5,0 \pm 0,1)$  А, коэффициент мощности – равным 0,5L.

6.17.6 Войти в меню теста дисплея из главного окна тестового ПО, нажав клавишу «8» клавиатуры ПК.

6.17.7 Выбрать пункт «s» теста и убедиться (в зависимости от типа дисплея), что:

- все сегменты символьного дисплея засветились;
- светится весь экран графического дисплея.

6.17.8 Выбрать пункт «с» теста и убедиться (в зависимости от типа дисплея), что:

- все сегменты символьного дисплея погасли;
- погас экран графического дисплея.

6.17.9 Выйти из меню дисплея в основное меню и нажать клавишу «9» клавиатуры ПК для входа в тест светодиодов и импульсных выходов счетчика.

6.17.10 Нажать клавишу «1» клавиатуры ПК.

6.17.11 Убедиться в мигании обоих красных светодиодов платы (тест вывода активной и реактивной энергии), сигнализирующих об учете активной и реактивной энергии.

6.17.12 С помощью осциллографа убедиться в соответствии формы сигнала осциллограмме, приведенной на рисунке 6.7.

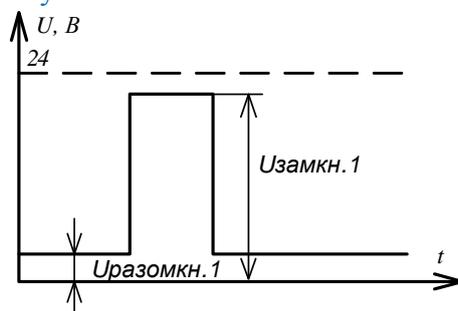


Рисунок 6.7 – Осциллограмма сигналов на импульсных выходах

6.17.13 Перевести тумблер S5 «РЕЖИМ» в положение «VAR» и с помощью осциллографа убедиться в соответствии формы сигнала осциллограмме, приведенной на рисунке 6.7.

6.17.14 Выйти из пункта меню и нажать клавишу «2» клавиатуры ПК.

6.17.15 Убедиться в мигании красного индикатора HL1 платы с периодом 1 с (тест вывода секундного импульса часов реального времени);

6.17.16 Выйти из пункта меню и нажать клавишу «3» клавиатуры ПК.

6.17.17 Убедиться в поочередном мигании красных индикаторов HL1 и HL2 платы с периодом 0,5 с (тест вывода сигналов микропроцессора).

6.17.18 Выйти из пункта меню и нажать клавишу «4» клавиатуры ПК.

6.17.19 Убедиться в поочередном мигании зеленых индикаторов HL1 и HL2 платы с

периодом 0,5 с (тест вывода сигналов микропроцессора).

6.17.20 Плата считается выдержавшей проверку:

- функционирования дисплея, если выполняются требования 2.1.16;
- функционирования импульсных и оптических выходов, если в ходе выполнения

тестов не возникло ошибок и выполняются требования 2.1.17.

## **6.18 Проверка функционирования интерфейса PLC**

6.18.1 Проверку функционирования интерфейса PLC (2.1.18) проводить с помощью программы ТЕРМИНАЛ по схеме на рисунке Б.1.

6.18.2 Установить тумблер S2 в положение «ВКЛ.», тумблеры S3, S4 – в положение «ВЫКЛ.».

6.18.3 Установить напряжение на выходе ИФМ равным  $(230 \pm 3)$  В, ток в цепи тока не подавать.

6.18.4 Войти в меню теста тестового ПО и запустить тест PLC, нажав на клавишу «2» клавиатуры ПК.

6.18.5 Убедиться, что в окне программы ТЕРМИНАЛ в строке статуса отобразилась информация о переходе модуля PLC в режим *Удаленная станция*.

6.18.6 Нажать на клавишу «5» клавиатуры ПК и считать версию ПО модуля PLC.

6.18.7 Остановить работу модуля PLC, нажав на клавишу «3» клавиатуры ПК при активном окне программы ТЕРМИНАЛ.

6.18.8 Установить тумблер S2 в положение «ВЫКЛ.», тумблер S3 – в положение «ВКЛ.».

6.18.9 Повторить действия, указанные в 6.18.4, 6.18.5, 6.18.7.

6.18.10 Установить тумблер S3 в положение «ВЫКЛ.», тумблер S4 – в положение «ВКЛ.».

6.18.11 Повторить действия, указанные в 6.18.4, 6.18.5, 6.18.7.

6.18.12 Плата считается выдержавшей проверку, если:

- в процессе проверки не было сообщений об ошибках;
- версия рабочей программы модуля PLC соответствует архивной;
- выполняются требования 2.1.18.

## **6.19 Проверка функционирования силовых реле**

6.19.1 Проверку функционирования силовых реле (2.1.19) проводить с помощью программы ТЕРМИНАЛ по схеме на рисунке Б.1. В автоматическом тесте данная проверка пропускается при проверке исполнений плат без встроенных силовых реле.

6.19.2 Установить тумблер S1 в положение «ВЫКЛ.», тумблеры S2 – S4 в положение «ВКЛ.».

6.19.3 Установить напряжение на выходе ИФМ равным  $(230 \pm 3)$  В, ток в цепи тока не подавать.

6.19.4 Выбрать в основном меню тестового ПО пункт *Тест реле и датчика напряжения после реле*.

6.19.5 Заблокировать реле переключателем.

6.19.6 Проконтролировать, что в окне программы ТЕРМИНАЛ отобразилась строка

*Положение блокировки реле: заблокировано.*

6.19.7 Разблокировать реле переключателем.

6.19.8 Проконтролировать, что в окне программы ТЕРМИНАЛ отобразилась строка  
*Положение блокировки реле: разблокировано.*

6.19.9 При активном окне программы ТЕРМИНАЛ выбрать пункт *Запуск автоматической проверки* для запуска теста реле в автоматическом режиме.

6.19.10 Тестовое ПО проведет пофазную проверку реле и датчиков напряжения после реле и выдаст таблицу результатов.

6.19.11 Плата считается выдержавшей проверку, если:

- в окне программы ТЕРМИНАЛ фиксируется положение переключателя блокировки реле;
- разность напряжений на каждом включенном реле менее 5 В;
- разность напряжений на каждом отключенном реле близка к значению, выставленному в пункте 6.19.3.

## **6.20 Проверка функционирования сторожевого таймера**

6.20.1 Для проверки функционирования сторожевого таймера (2.1.20) при активном окне программы ТЕРМИНАЛ нажать на клавиатуре ПК клавишу «7», а затем клавишу «w».

6.20.2 Если при срабатывании сторожевого таймера произойдет ошибка, в окне программы ТЕРМИНАЛ выводится сообщение *Тест WDT не пройден*. В этом случае плату следует отправить в ремонт с пометкой «Ошибка при срабатывании сторожевого таймера».

6.20.3 Плата считается выдержавшей проверку сторожевого таймера, если получено сообщение об успешном завершении теста.

## 7 Калибровка счетчика на пульте настройки

7.1 Калибровку счетчика проводить с помощью программы ТЕРМИНАЛ по схеме на рисунке Б.1.

7.2 Перевести тумблеры S1 – S4 в положение «ВКЛ.».

7.3 Установить напряжение на выходе ИФМ равным  $(230 \pm 3)$  В, ток равным  $(5,0 \pm 0,1)$  А, коэффициент мощности равным 0,5L.

7.4 Для входа в меню калибровки из главного окна тестового ПО нажать клавишу «С» клавиатуры ПК (рисунок 7.1).

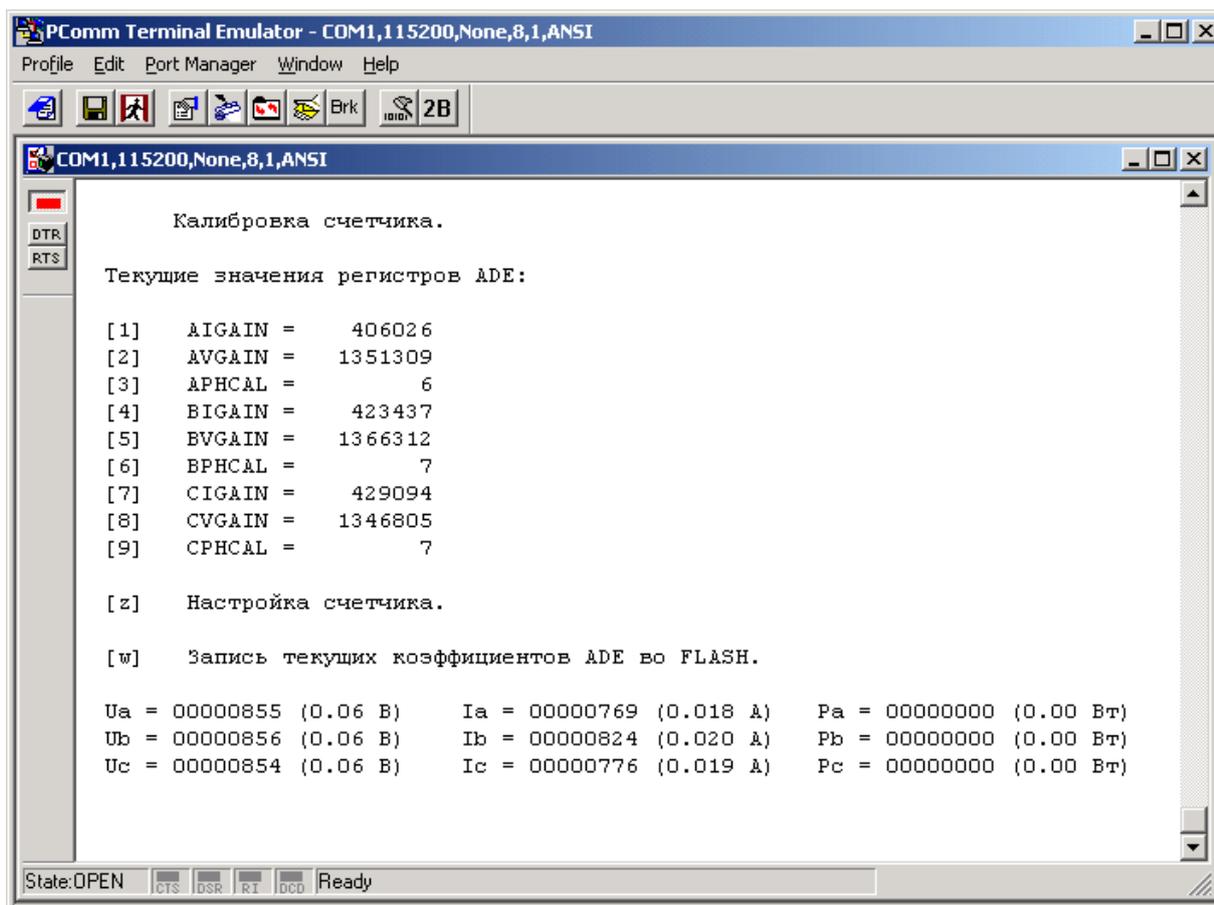


Рисунок 7.1 – Меню режима калибровки

7.5 Для запуска процесса калибровки нажать клавишу «z» на клавиатуре ПК.

7.6 Измерить с помощью эталонного счетчика ток и напряжение по каждой фазе и ввести полученные данные в соответствующие строки окна программы ТЕРМИНАЛ (рисунок 7.2).

**ВНИМАНИЕ!** В случае использования источника фиктивной мощности с нормированными выходными сигналами (например, OMICRON CMC-256) измерения и ввода в окно тестового ПО значений токов, напряжений и мощностей не требуется.

7.7 После ввода данных нажать клавишу «z» на клавиатуре ПК, в результате чего те-

стовое ПО должно автоматически рассчитать нужные коэффициенты микросхемы измерителя.

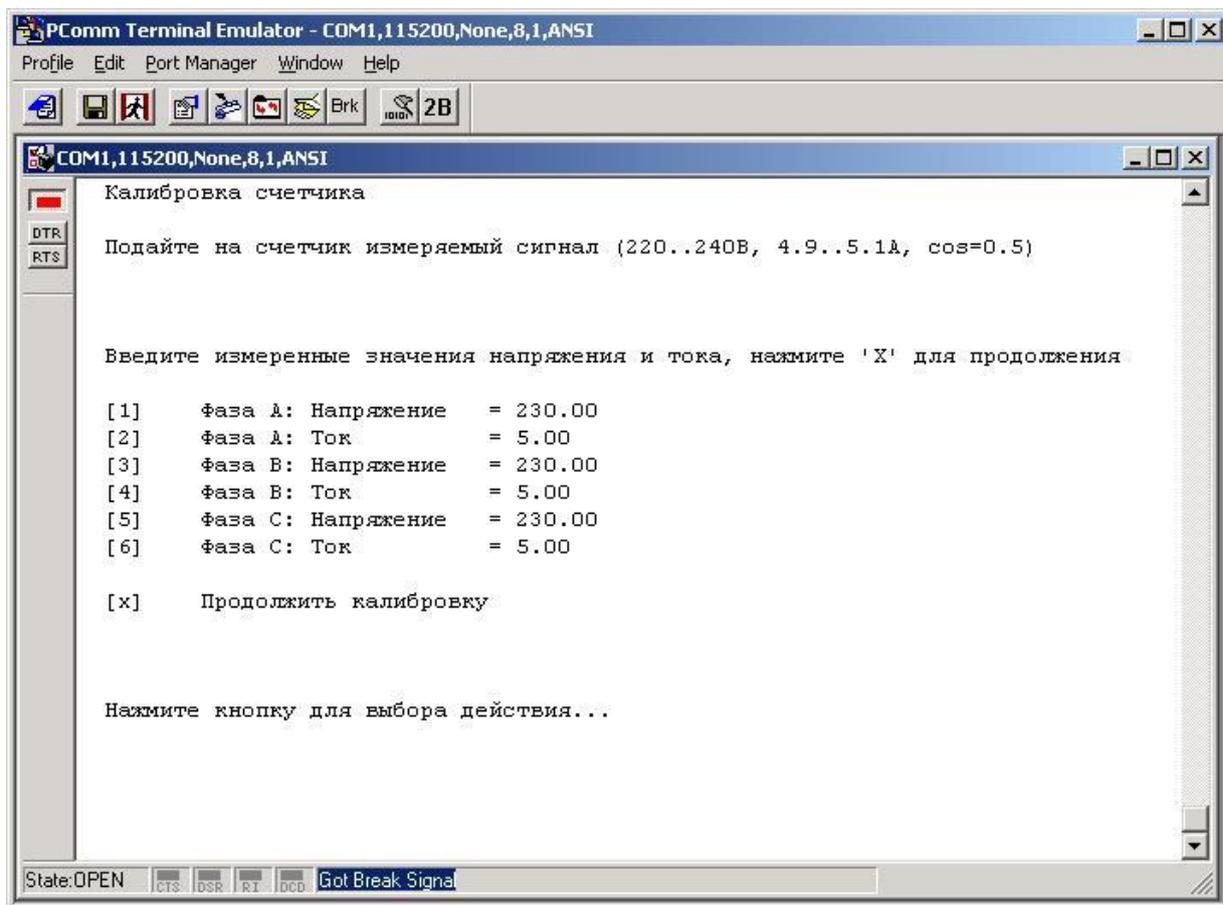


Рисунок 7.2 – Меню ввода значений тока и напряжения

7.8 Измерить с помощью эталонного счетчика активную мощность по каждой из фаз и ввести полученные данные в соответствующие строки окна программы ТЕРМИНАЛ (рисунок 7.3).

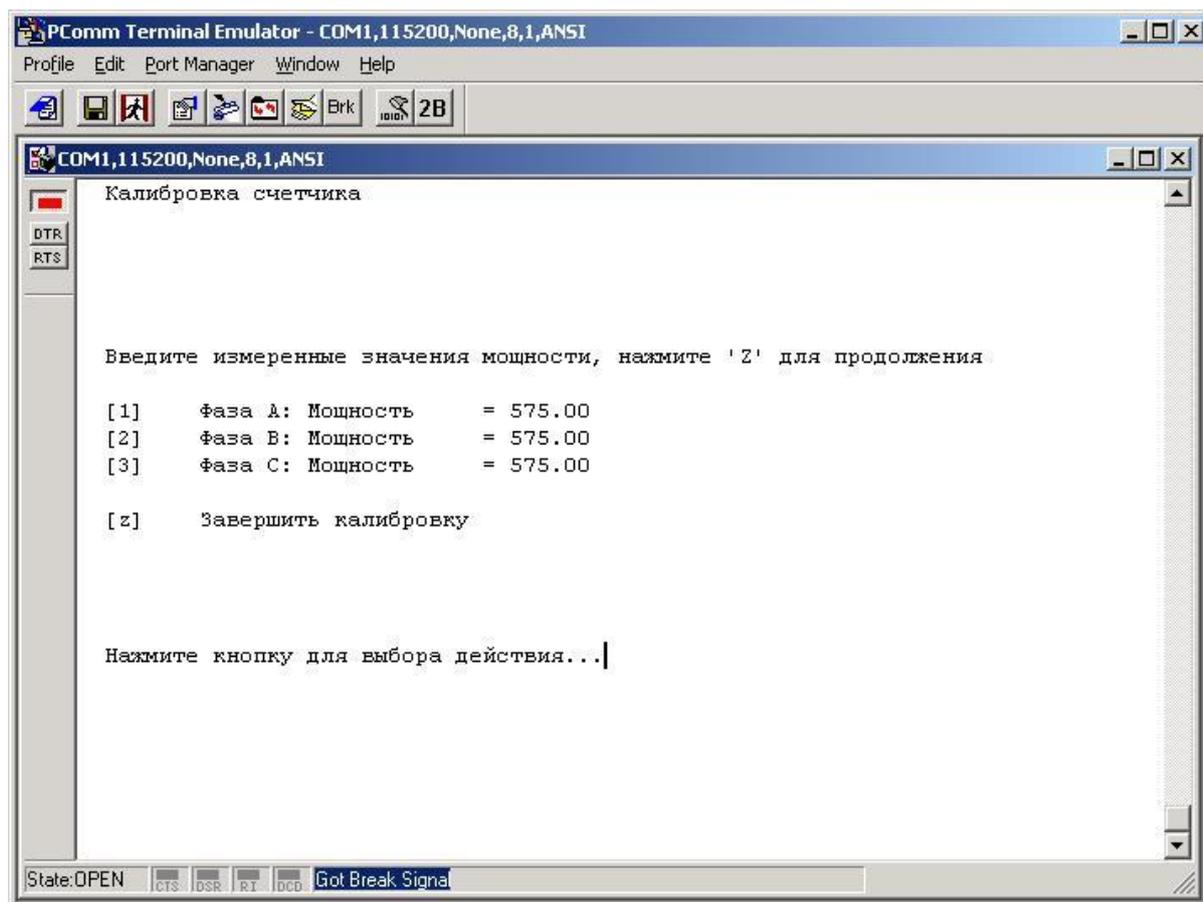


Рисунок 7.3 – Меню ввода значений активной мощности

7.9 После ввода данных нажать клавишу «z» на клавиатуре ПК для завершения калибровки.

7.10 Нажать клавишу «w» на клавиатуре ПК для записи полученных коэффициентов во FLASH-память.

## 8 Запись рабочего программного обеспечения на пульте настройки

8.1 Установить переключатель «ПРОГР.» пульта настройки в положение «ВКЛ», кратковременно нажать кнопку «СБРОС» пульта настройки.

8.2 Снять флажок в поле Erase all Flash+Code Rd Prot и установить в поле Erase blocks used by Hex File.

8.3 Снять флажок в полях *Verify after programming* и *Fill unused Flash..*

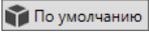
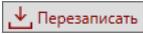
8.4 Нажав кнопку *Browse...* в появившемся диалоговом окне *Select Hex File* выбрать файл рабочей программы (расширение \*.hex). Записать выбранный файл в память микроконтроллера платы, нажав кнопку *Start*. После окончания записи в нижней части окна программы появится сообщение *Finished*.

8.5 Установить переключатель «ПРОГР.» пульта настройки в положение «ОТКЛ.», после чего кратковременно нажать кнопку «СБРОС» пульта настройки – микропроцессор платы начнет исполнение загруженной программы.

Примечание – Программа загрузчика счетчика была загружена во время записи тестового ПО, и на данном этапе ее загрузка не требуется.

8.6 Установить УСО-2 на оптопорт счетчика.

8.7 Запустить программу КОНФИГУРАТОР.

8.8 Установить параметры счетчика по умолчанию. Перед этим очистить поле списка *Фильтр* на вкладке *Конфигурация* программы КОНФИГУРАТОР, выделив текущее значение и нажав клавишу «Delete» на клавиатуре ПК, после нажать кнопки  и  в программе КОНФИГУРАТОР.

8.9 Установить в счетчике текущее время. Для этого в главном окне в списке *Фильтр* выбрать параметр *!Время*.

8.10 В главном меню выбрать пункт *Сервис* и далее *Установить время*. Выбрать пункт *Время системы* и нажать ОК. Запросить время, нажав кнопку , и убедиться, что разница времени между счетчиком и ПК не превышает  $\pm 2$  с.

## 9 Приемо-сдаточные испытания

### 9.1 Общие положения

9.1.1 Приемо-сдаточные испытания проводить в объеме, указанном в таблице 9.1.

Таблица 9.1

Номер операции	Наименование операции	Номер пункта	
		технических требований	методов контроля
1	Контроль соответствия требованиям конструкторской документации, комплектности, маркировки, упаковки	2.2.1	9.2
2	Контроль возможности опломбирования	2.2.2	9.3
3	Контроль электрической прочности изоляции напряжением переменного тока	2.2.3	9.4
4	Контроль функционирования дисплея и клавиатуры управления	2.2.4	9.5
5	Контроль функционирования интерфейсов	2.2.5	9.6
6	Контроль функционирования датчика вскрытия клеммной крышки	2.2.6	9.7
7	Контроль функционирования импульсных выходов	2.2.7	9.8
8	Контроль функционирования оптического испытательного выхода	2.2.8	9.9
9	Контроль функционирования основных реле счетчика	2.2.9	9.10
10	Контроль основной относительной погрешности счетчика	2.2.10	9.11
11	Контроль основной относительной погрешности измерения напряжения в каждой фазе сети	2.2.11	9.12
12	Контроль основной относительной погрешности измерения тока	2.2.12	9.13
13	Контроль абсолютной погрешности суточного хода часов реального времени	2.2.13	9.14
14	Контроль функционирования отсчетного устройства	2.2.14	9.15
15	Контроль версий программного обеспечения	2.2.15	9.16

### 9.2 Контроль соответствия требованиям конструкторской документации, комплектности, маркировки, упаковки

9.2.1 Контроль соответствия требованиям КД (2.2.1), комплектности, маркировки, упаковки проводить внешним осмотром и сличением с КД.

9.2.2 Счетчик считается выдержавшим контроль, если при внешнем осмотре не обнаружено несоответствия требованиям КД.

### 9.3 Контроль возможности опломбирования

9.3.1 Контроль возможности опломбирования корпуса, клеммной крышки и съемного щитка счетчика (2.2.2) проводить внешним осмотром и сличением с КД.

9.3.2 Счетчик считается выдержавшим контроль, если соответствует требованию 2.2.2.

### 9.4 Контроль электрической прочности изоляции напряжением переменного тока

9.4.1 Контроль электрической прочности изоляции напряжением переменного тока (2.2.3) проводить с помощью установки для проверки электрической безопасности GPI-735A (в дальнейшем – установка GPI-735A).

9.4.2 Убедиться в том, что установка GPI-735A отключена от питающей сети.

9.4.3 Подключить цепи счетчика к установке GPI-735A согласно таблице 2.3.

9.4.4 Покрыть корпус счетчика сплошной, прилегающей к поверхности корпуса металлической фольгой («Земля») таким образом, чтобы расстояние от фольги до любого из зажимов было не более 20 мм.

9.4.5 Включить установку GPI-735A, установить в режим проверки прочности изоляции переменным напряжением со следующими параметрами:

*ACW*

*V = 4.0 kV*

*I max = 40.0 mA*

*I min = 0.0 mA*

*RAMP = 10 s*

*TEST = 60 s*

9.4.6 Провести испытание прочности изоляции и проконтролировать отсутствие пробоя или перекрытия изоляции испытываемых цепей.

9.4.7 Отключить установку для проверки электрической безопасности GPI-735A.

9.4.8 Подключить цепи счетчика к установке GPI-735A согласно таблице 2.3.

9.4.9 Включить установку GPI-735A, установить в режим проверки прочности изоляции переменным напряжением со следующими параметрами:

*ACW*

*V = 2.0 kV*

*I max = 15.0 mA*

*I min = 0.0 mA*

*RAMP = 5 s*

*TEST = 60 s*

9.4.10 Провести испытание прочности изоляции и проконтролировать отсутствие пробоя или перекрытия изоляции испытываемых цепей.

9.4.11 Выключить установку GPI-735A.

9.4.12 Счетчик считается выдержавшим контроль электрической прочности изоляции напряжением переменного тока, если во время контроля не произошло пробоя или перекрытия изоляции и выполняются требования 2.2.3.

## 9.5 Контроль функционирования дисплея и клавиатуры управления

9.5.1 Контроль функционирования дисплея и клавиатуры управления (2.2.4) проводить, используя программу КОНФИГУРАТОР по схеме на рисунке Б.1.

9.5.2 Установить переключатели S1 – S4 в положение «ВКЛ.».

9.5.3 Установить напряжение на выходе ИФМ равным  $(230 \pm 3)$  В.

9.5.4 Проверить индикацию счетчика в ручном режиме управления индикацией в соответствии с 2.2.4.

9.5.5 Счетчик считается выдержавшим контроль, если удовлетворяет требованиям 2.2.4.

## 9.6 Контроль функционирования интерфейсов

9.6.1 Контроль функционирования интерфейсов (2.2.5) проводить с помощью программы КОНФИГУРАТОР (при наличии интерфейса или канала связи в счетчиках) по схеме, приведенной на рисунке Б.1.

9.6.2 Контроль функционирования **оптопорта** проводить с помощью УСО-2.

9.6.3 Установить УСО-2 на оптопорт счетчика.

9.6.4 В главном окне программы КОНФИГУРАТОР в списке *Фильтр* выбрать *!Параметры устройства* и нажать кнопку .

9.6.5 Убедиться в соответствии заводского номера и типа счетчика, отображаемых в группе параметров *Параметры устройства*, заводскому номеру и типу счетчика, указанным на этикетке счетчика.

9.6.6 Контроль функционирования **интерфейса RS-485** проводить с помощью преобразователя интерфейсов.

9.6.7 Установить УСО-2 на оптопорт испытуемого счетчика.

9.6.8 В главном окне программы КОНФИГУРАТОР в списке *Фильтр* выбрать *!RS485* и нажать кнопку .

9.6.9 Установить значение параметра *Скорость* равным 9600 бит/с и нажать кнопку .

9.6.10 Для проверки интерфейса RS485 создать в программе КОНФИГУРАТОР второй канал опроса счетчиков по методике 6.1.11, 6.1.12, указав в окне *Параметры канала связи* в поле *Канал связи* номер СОМ-порта. Добавить испытуемый счетчик в созданный канал согласно 6.1.13.

9.6.11 Выбрать испытуемый счетчик в новом канале и выполнить чтение параметров счетчика.

9.6.12 Убедиться в соответствии заводского номера и типа счетчика, отображаемых в группе параметров *Параметры устройства*, заводскому номеру и типу счетчика, указанным на этикетке счетчика.

9.6.13 Выполнить действия, указанные в 9.6.11, 9.6.12 при скорости обмена по интерфейсу RS485, равной 115200 бит/с.

9.6.14 Контроль функционирования **интерфейса PLC** проводить с помощью коммутатора.

Выбрать счетчик в первом канале опроса, развернуть группу параметров *Параметры связи* на вкладке *Конфигурация* программы КОНФИГУРАТОР и в поле *Адрес устройства* ввести сетевой адрес испытуемого счетчика (как в группе параметров *Параметры*

устройства в поле *Физический адрес устройства*).

9.6.15 В списке *Фильтр* на вкладке *Конфигурация* программы КОНФИГУРАТОР выбрать *!PLC* и нажать кнопку . Убедиться, что модуль PLC включен, и зафиксировать значение параметра *Ключ сети*.

9.6.16 Установить УСО-2 на оптопорт коммутатора.

9.6.17 В настройках интерфейса GSM коммутатора выключить модуль GSM.

9.6.18 Убедиться, что ключ сети PLC коммутатора равен аналогичному ключу испытываемого счетчика.

9.6.19 Выбрать счетчик в первом канале программы КОНФИГУРАТОР.

9.6.20 В главном окне программы КОНФИГУРАТОР в списке *Фильтр* выбрать *!Параметры устройства* и нажать кнопку .

9.6.21 Убедиться в соответствии заводского номера и типа счетчика, отображаемых в группе параметров *Параметры устройства* на вкладке *Конфигурация*, заводскому номеру и типу счетчика, указанным на этикетке счетчика.

9.6.22 Контроль функционирования **интерфейса** GSM проводить с помощью коммутатора.

9.6.23 Подключить к счетчику внешнюю антенну GSM (если счетчик имеет выход для подключения внешней антенны).

9.6.24 Установить УСО-2 на оптопорт испытываемого счетчика.

• Сконфигурировать интерфейс GSM испытываемого счетчика, используя программу КОНФИГУРАТОР.

9.6.25 Установить УСО-2 на оптопорт коммутатора.

9.6.26 В настройках интерфейса GSM коммутатора включить модуль GSM, а в настройках интерфейса PLC выключить модуль PLC.

9.6.27 В главном окне программы КОНФИГУРАТОР в списке *Фильтр* выбрать *!Параметры устройства* и нажать кнопку .

9.6.28 Убедиться в соответствии считанных заводского номера и кода счетчика, отображаемых на панели *Параметры устройства*, заводскому номеру и коду, указанным на этикетке счетчика.

9.6.29 Контроль функционирования **интерфейса** Bluetooth проводить с помощью удаленного дисплея.

9.6.30 Подключить к счетчику внешнюю антенну Bluetooth (если счетчик имеет выход для подключения внешней антенны).

9.6.31 Удаленный дисплей должен быть сконфигурирован для работы с проверяемым счетчиком. Для этого в дереве объектов *Устройства* программы КОНФИГУРАТОР выбрать канал, к которому подключено УСО-2, и в появившемся окне снять галочку *Активность*.

9.6.32 В главном меню программы КОНФИГУРАТОР выбрать пункт *Конфигурация* и далее *Конфигуратор ДП*.

9.6.33 В появившемся окне ввести необходимые значения, при этом в выпадающем списке *Номер СОМ-порта* ввести номер СОМ-порта, к которому подключено УСО-2.

9.6.34 Установить УСО-2 на оптопорт. Проверить наличие батареи в удаленном дисплее. Убедиться, что индикатор удаленного дисплея отключен. Удерживая кнопку «2» удаленного дисплея, нажать на кнопку «1». Удаленный дисплей должен перейти в режим конфигурирования. На индикаторе удаленного дисплея должна появиться надпись

ConFig.

9.6.35 В программе КОНФИГУРАТОР нажать кнопку *Записать*, а затем кнопку *Перезагрузить*. Проконтролировать, что индикатор удаленного дисплея погас. Нажать кнопку «1» удаленного дисплея, проконтролировать появление на индикаторе удаленного дисплея текущих показаний счетчика.

9.6.36 Используя программу КОНФИГУРАТОР, через удаленный дисплей выполнить чтение параметров счетчика.

9.6.37 Убедиться в соответствии считанных заводского номера и кода счетчика, отображаемых в группе параметров *Параметры устройства*, заводскому номеру и коду, указанным на этикетке счетчика.

9.6.38 Счетчик считается выдержавшим контроль, если соответствует требованиям 2.2.5 и при проведении контроля не возникало ошибок связи.

## 9.7 Контроль функционирования датчика вскрытия клеммной крышки

9.7.1 Контроль функционирования датчика вскрытия/закрытия клеммной крышки (2.2.6) проводить по схеме, приведенной на рисунке Б.1.

9.7.2 Установить переключатели S2 – S4 в положение «ВКЛ.».

9.7.3 Установить напряжение на выходе ИФМ равным  $(230 \pm 3)$  В, ток не подавать.

9.7.4 Установить УСО-2 на оптопорт счетчика.

9.7.5 Установить на счетчик клеммную крышку и через (2 – 5) с снять ее.

9.7.6 В программе КОНФИГУРАТОР выбрать вкладку *Журналы*.

9.7.7 Выбрать нужный временной интервал, выбрать журнал *Журнал событий* и нажать кнопку *Прочитать*.

9.7.8 Снять напряжение с выхода ИФМ.

9.7.9 Повторить действия, указанные в 9.7.5 – 9.7.7.

9.7.10 Счетчик считается выдержавшим контроль, если в журнале присутствуют события о срабатывании датчика вскрытия клеммной крышки, и данные события имеют верные временные метки.

## 9.8 Контроль функционирования импульсных выходов

9.8.1 Контроль функционирования импульсных выходов (2.2.7) проводить по схеме, приведенной на рисунке Б.1.

9.8.2 Установить регулятор напряжения источника питания G2 в крайнее левое положение. Включить источник питания G2 и установить выходное напряжение равным  $24_{-1}^{+0}$  В.

9.8.3 Установить переключатели S1 – S4 в положение «ВКЛ.».

9.8.4 Установить напряжение на выходе ИФМ равным  $(230 \pm 3)$  В, ток равным  $(5,0 \pm 0,1)$  А, коэффициент мощности равным 0,5L.

9.8.5 Подключить щуп осциллографа к импульсному выходу активной энергии прямого и обратного направлений (контакт 1 соединителя «ИМР»).

9.8.6 Измерить осциллографом напряжение низкого ( $U_{разомкн.1}$ ) и высокого ( $U_{замкн.1}$ ) уровней на импульсном выходе. Диаграмма выходного сигнала импульсных выходов счетчика приведена на рисунке 6.7.

9.8.7 Вычислить значение сопротивления  $R_{\text{разомкн.1}}$ , Ом, импульсного выхода активной энергии прямого и обратного направлений в состоянии «разомкнуто» по формуле

$$R_{\text{разомкн.1}} = \frac{(24 - U_{\text{разомкн.1}}) \cdot R_n}{U_{\text{разомкн.1}}}, \quad (1)$$

где  $U_{\text{разомкн.1}}$  – напряжение на импульсном выходе активной энергии прямого и обратного направлений в состоянии «разомкнуто», В;

$R_n$  – сопротивление резистора R1, Ом (рисунок Б.1).

9.8.8 Определить значение сопротивления  $R_{\text{замкн.1}}$ , Ом, импульсного выхода активной энергии прямого и обратного направлений в состоянии «замкнуто» по формуле

$$R_{\text{замкн.1}} = \frac{(24 - U_{\text{замкн.1}}) \cdot R_n}{U_{\text{замкн.1}}}, \quad (2)$$

где  $U_{\text{замкн.1}}$  – напряжение на импульсном выходе в состоянии «замкнуто», В.

9.8.9 Рассчитать значение тока через импульсный выход активной энергии прямого и обратного направлений в состоянии «замкнуто» по формуле

$$I_{\text{замкн.1}} = \frac{U_{\text{замкн.1}}}{R_n}. \quad (3)$$

9.8.10 Повторить действия 9.8.6 – 9.8.9 для импульсного выхода реактивной энергии (контакт 2 соединителя «IMP»).

9.8.11 Отключить источник питания G2.

9.8.12 Счетчик считается выдержавшим контроль, если вычисленные значения соответствуют требованиям 2.2.7.

## 9.9 Контроль функционирования оптического испытательного выхода

9.9.1 Контроль функционирования оптического испытательного выхода (2.2.8) проводить по схеме, приведенной на рисунке Б.1 совместно с проверкой относительной погрешности счетчика (2.2.10).

9.9.2 Счетчик считается выдержавшим контроль, если во время проведения контроля основной относительной погрешности светодиодные индикаторы счетчика «1000 imp/kW\*h» и «1000 imp/kvar\*h», отображающие учет активной и реактивной энергии, мигают.

## 9.10 Контроль функционирования основных реле

9.10.1 Контроль функционирования основных реле (2.2.9) проводить по схеме, приведенной на рисунке Б.1.

9.10.2 Перевести тумблер S1 в положение «ВЫКЛ.», а тумблеры S2 – S4 в положение «ВКЛ.».

9.10.3 Установить напряжение на выходе ИФМ равным  $(230 \pm 3)$  В, ток в цепи тока не подавать.

9.10.4 В программе КОНФИГУРАТОР на вкладке *Конфигурация* в списке *Фильтр* выбрать пункт *Управление нагрузкой*.

9.10.5 Нажать кнопку *Прочитать*.

9.10.6 На вкладке *Конфигурация* в поле *Управление нагрузкой* выбрать режим управления нагрузкой *Разрешено*, установить флажки в первом столбце таблицы *Отключение нагрузки по превышению порогов* и убрать флажки в столбце *Отключать нагрузку*.

9.10.7 Записать измененные параметры в счетчик, нажав кнопку *Записать*.

9.10.1 Перейти на вкладку *Управление нагрузкой*, в появившейся таблице выделить строку *Реле L1L2L3* и нажать кнопку *Прочитать*.

9.10.2 Нажать кнопку *Включить* для включения всех реле счетчика.

9.10.3 Заблокировать реле переключателем.

9.10.4 Перевести все реле счетчика в состояние «Выключено», нажав кнопку *Отключить* на вкладке *Управление нагрузкой*, и затем на кнопку *Прочитать*.

9.10.5 Используя мультиметр Agilent 34401A, включенный в режим измерения напряжения, убедиться, что не изменились напряжения на контактах 2, 4, 6 клеммной колодки счетчика относительно контакта 8 клеммной колодки, а в программе КОНФИГУРАТОР состояние блокиратора реле должно быть в положении *Реле всегда замкнуто* и кнопка *Включить* не активна.

9.10.6 Разблокировать реле переключателем и нажать кнопку *Прочитать*.

9.10.7 Нажать кнопку *Отключить* для отключения всех реле счетчика.

9.10.8 Используя мультиметр Agilent 34401A, включенный в режим измерения напряжения, убедиться в отсутствии напряжения на контактах 2, 4, 6 клеммной колодки счетчика относительно контакта 8 клеммной колодки, а в программе КОНФИГУРАТОР состояние блокиратора реле должно быть в положении *Реле управляется счетчиком по алгоритмам*.

9.10.9 Нажать кнопку *Включить* для включения всех реле счетчика.

9.10.10 Используя мультиметр Agilent 34401A, включенный в режим измерения напряжения, убедиться в наличии напряжения на контактах 2, 4, 6 клеммной колодки счетчика относительно контакта 8 клеммной колодки.

9.10.11 Счетчик считается выдержавшим контроль, если соответствует требованиям 2.2.9.

## **9.11 Контроль основной относительной погрешности измерения активной и реактивной энергии и мощности**

9.11.1 Контроль основной относительной погрешности измерения активной и реактивной энергии и мощности (2.2.10) совместить с контролем на соответствие 2.2.8, 2.2.11, 2.2.12 и проводить по схеме на рисунке Б.1.

9.11.2 Перевести тумблеры S1 – S4 в положение «ВКЛ.».

9.11.3 Установить на выходе ИФМ следующие параметры сигнала:

- трехфазное напряжение, равное  $(184 \pm 4)$  В;
- трехфазный ток, равный  $(1,00 \pm 0,02)$  А;
- коэффициент мощности 0,5 при индуктивной нагрузке.

9.11.4 Используя программу КОНФИГУРАТОР, перевести эталонный счетчик в режим поверки, установить время измерения мощности равным 5 с, время измерения тока и напряжения равным 5000 мс.

9.11.5 Используя программу КОНФИГУРАТОР, перевести испытуемый счетчик в режим поверки, установить время измерения мощности равным 5 с, время измерения тока и напряжения равным 200 мс. Контролировать мигание светодиодных индикаторов

«kW·h» и «kvar·h» испытуемого счетчика.

9.11.6 Через 10 с считать с дисплея, либо по интерфейсу эталонного счетчика значения прямой активной и прямой реактивной фазной и суммарной мощности, а также значения фазных токов и напряжений.

9.11.7 Считать с испытуемого счетчика, используя программу КОНФИГУРАТОР, значения прямой активной и прямой реактивной фазной и суммарной мощности, а также значения фазных токов и напряжений.

9.11.8 Вычислить основную относительную погрешность измерения активной мощности,  $\delta P$ , %, по формуле

$$\delta P = \frac{P_{сч.} - P_{этал.}}{P_{этал.}} \cdot 100 \%. \quad (4)$$

где  $P_{сч.}$  – значение активной мощности, измеренное испытуемым счетчиком;

$P_{этал.}$  – значение активной мощности, измеренное эталонным счетчиком.

9.11.9 Вычислить основную относительную погрешность измерения реактивной мощности,  $\delta Q$ , %, по формуле

$$\delta Q = \frac{Q_{сч.} - Q_{этал.}}{Q_{этал.}} \cdot 100 \%. \quad (5)$$

где  $Q_{сч.}$  – значение реактивной мощности, измеренное испытуемым счетчиком;

$Q_{этал.}$  – значение реактивной мощности, измеренное эталонным счетчиком.

9.11.10 Вычислить основные относительные погрешности измерения фазных напряжений,  $\delta U$  %, по формуле

$$\delta U = \frac{U_{сч.} - U_{этал.}}{U_{этал.}} \cdot 100 \%. \quad (6)$$

где  $U_{сч.}$  – значение фазного напряжения, измеренное испытуемым счетчиком;

$U_{этал.}$  – значение фазного напряжения, измеренное эталонным счетчиком.

9.11.11 Вычислить основные относительные погрешности измерения фазных токов,  $\delta I$ , %, по формуле

$$\delta I = \frac{I_{сч.} - I_{этал.}}{I_{этал.}} \cdot 100 \%. \quad (7)$$

где  $I_{сч.}$  – значение фазного тока, измеренное испытуемым счетчиком;

$I_{этал.}$  – значение фазного тока, измеренное эталонным счетчиком.

9.11.12 Выключить ИФМ.

9.11.13 Собрать схему рабочего места согласно рисунку Б.2.

9.11.14 Перевести тумблеры «Ia», «Ib» и «Ic» на блоке трансформаторов БТ-01 в положение «100А».

9.11.15 В управляющей программе ИФМ на вкладке *Ток/Напр.* в полях *Ia*, *Ib* и *Ic* установить флажки и выбрать значения тока 10,0000, в полях *Ua*, *Ub*, *Uc* установить флажок и выбрать значение напряжения 276,00. На панели Калибровка углов ИФМ в поле *Угол между током и напряжением* задать для угла  $\varphi_a$  значение 300,00° (т.е. коэффициент мощности равен минус 0,5 при емкостной нагрузке), установить флажок в поле *Приравнять углы*, в поле *Регулировка фазовых углов напряжения* установить 120°, установить флажок в поле *Симметричная система*. Нажать кнопку *Включить*.

9.11.16 При данных значениях параметров с учетом коэффициента трансформации блока трансформаторов БТ-01 на счетчик будет подаваться ток 100 А.

9.11.17 Выполнить действия 9.11.6 – 9.11.11 (при этом со счетчиков считывать активную энергию обратного направления и реактивную энергию прямого направления).

9.11.18 Счетчик считается выдержавшим контроль, если вычисленные погрешности измерения мощности и энергии не превышают  $\pm 0,8 \%$ .

### **9.12 Контроль основной погрешности измерения напряжения**

9.12.1 Контроль основной погрешности измерения напряжения (2.2.11) совместить с контролем на соответствие 2.2.10, проводимым по методике 9.11.

9.12.2 Счетчик считается выдержавшим контроль, если вычисленная погрешность измерения напряжения не превышает  $\pm 0,4 \%$ .

### **9.13 Контроль основной погрешности измерения тока**

9.13.1 Контроль основной погрешности измерения тока (2.2.12) совместить с контролем на соответствие 2.2.10, проводимым по методике 9.11.

9.13.2 Счетчик считается выдержавшим контроль, если вычисленная погрешность измерения тока не превышает  $\pm 0,4 \%$ .

### **9.14 Контроль абсолютной погрешности суточного хода часов реального времени**

9.14.1 Контроль абсолютной погрешности суточного хода часов реального времени (2.2.13) проводить с помощью частотомера PF1 по схеме на рисунке Б.1 .

9.14.2 Установить напряжение на выходе ИФМ равным  $(230 \pm 3)$  В.

9.14.3 Установить регулятор напряжения источника питания G2 в крайнее левое положение. Включить источник питания G2 и установить выходное напряжение равным  $5_{-1}^{+0}$  В.

9.14.4 С помощью программы КОНФИГУРАТОР перевести испытываемый счетчик в режим поверки часов.

9.14.5 С помощью частотомера PF1, установленного в режим измерения частоты, измерить частоту следования импульсов на контактах «А» и «Общ.» соединителя «ИМР» счетчика.

9.14.6 Вычислить основную абсолютную погрешность суточного хода часов реального времени,  $\Delta_t$ , с/сут, по формуле

$$\Delta_t = \frac{(F - F_{эм.}) \cdot T}{F_{эм.}}, \quad (8)$$

где  $F$  – показания частотомера PF1, Гц;

$T$  – количество секунд в сутках, равное 86400 с/сут;

$F_{эм.}$  – эталонное значение частоты часов реального времени, равное 1 Гц.

9.14.7 Счетчик считается выдержавшим контроль, если вычисленное значение  $\Delta_t$  соответствует требованию 2.2.13.

### **9.15 Контроль функционирования отсчетного устройства**

9.15.1 Контроль функционирования отсчетного устройства (2.2.14) проводить по

схеме на рисунке Б.2 с помощью эталонного счетчика.

9.15.2 Установить напряжение на выходе ИФМ равным  $(230 \pm 3)$  В, ток в цепи тока не подавать.

9.15.3 Зафиксировать по интерфейсу показания учтенной активной энергии суммарной по всем тарифам и реактивной энергии прямого направления на испытуемом счетчике и на эталонном счетчике.

9.15.4 Установить ток на выходе ИФМ равным  $(5,00 \pm 0,05)$  А, коэффициент мощности – равным плюс 0,866L на время  $(60 \pm 5)$  с, затем ток отключить.

9.15.5 Зафиксировать показания учтенной активной энергии суммарной по всем тарифам и реактивной энергии прямого направления по интерфейсу на испытуемом счетчике и на эталонном счетчике.

9.15.6 Рассчитать разность между значением активной энергии, учтенной испытуемым счетчиком, и значением активной энергии, учтенной эталонным счетчиком.

9.15.7 Рассчитать разность между значением реактивной энергии, учтенной испытуемым счетчиком, и значением реактивной энергии, учтенной эталонным счетчиком.

9.15.8 Счетчик считается выдержавшим контроль, если разность, вычисленная при проведении 9.15.6, не более  $\pm 0,010$  кВт·ч и разность, вычисленная при проведении 9.15.7, не более  $\pm 0,006$  квар·ч.

## **9.16 Контроль версий программного обеспечения**

9.16.1 Контроль версий программного обеспечения (2.2.15) проводить по схеме на рисунке Б.1.

9.16.2 Установить напряжение на выходе ИФМ равным  $(230 \pm 3)$  В, ток в цепи тока не подавать.

9.16.3 Используя программу КОНФИГУРАТОР запросить номера версий ПО счетчика и входящих в него модулей. Проконтролировать соответствие отображаемых версий рабочего ПО счетчика и входящих модулей архивным версиям программ.

9.16.4 Счетчик считается выдержавшим контроль, если выполняются требования 2.2.15.

## 10 Хранение задела и подготовка к сдаче на склад

### 10.1 Замена батареи при длительном хранении

10.1.1 При длительном хранении платы счетчика или собранного счетчика с любой открытой крышкой встроенная в счетчик батарея медленно разряжается. В некоторых случаях батарея может разрядиться до значения, при котором потребуется ее быстрая замена в начале эксплуатации счетчика. Поэтому должно быть принято во внимание следующее:

**При хранении собранной платы счетчика или полностью собранного счетчика более полугода перед проведением ПСИ необходимо заменить литиевую батарею даже в том случае, если счетчик сообщает об исправности батареи!**

### 10.2 Проверка положения выключателей напряжения «ПОВЕРКА»

10.2.1 Перед сдачей счетчика на склад убедиться, что выключатели напряжения «ПОВЕРКА» находятся в защелкнутом состоянии.

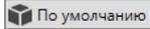
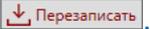
### 10.3 Установка параметров по умолчанию

10.3.1 Перед сдачей счетчика на склад необходимо установить все параметры счетчика по умолчанию. Для этого необходимо собрать схему согласно рисунку Б.1.

10.3.2 Установить переключатели S2 – S3 в положение «ВКЛ.».

10.3.3 Установить УСО2 на оптопорт счетчика.

10.3.4 Установить напряжение на выходе ИФМ равным  $(230 \pm 3)$  В, ток не подавать.

10.3.5 В главном окне программы КОНФИГУРАТОР очистить поле списка *Фильтр*, выделив текущее значение и нажав клавишу «Delete» на клавиатуре ПК. Далее последовательно нажать кнопки  и .

## **11 Настройка платы на стенде настройки**

### **11.1 Основные сведения о стенде настройки**

11.1.1 Стенд настройки позволяет в автоматизированном режиме в полном объеме произвести проверку платы, калибровку счетчика, запись в счетчик рабочего ПО.

11.1.2 Количество одновременно настраиваемых и проверяемых плат (счетчиков) – не более 6 шт.

11.1.3 После записи в счетчик рабочего ПО стенд проводит проверку счетчика в сокращенном объеме.

11.1.4 Стенд настройки не позволяет провести ПСИ счетчика в полном объеме.

### **11.2 Подготовка к настройке и проверке**

11.2.1 Убедиться в наличии действующих свидетельств о метрологической поверке приборов и наличии свидетельств аттестации нестандартного оборудования, применяемых в стенде настройки, и убедиться, что срок очередной поверки приборов и очередной аттестации нестандартного оборудования позволяет полностью выполнить проверку и настройку счетчика.

11.2.2 Включить питание стенда и входящих в него приборов и оборудования.

11.2.3 Запустить на ПК стенда программу автоматизированной настройки и поверки счетчиков РРЭ (в дальнейшем – программа стенда).

11.2.4 После успешного запуска программы стенда нажать кнопку программы стенда *Подключить приборы* и дождаться успешного подключения приборов (цвет названий приборов изменился с красного на зеленый, кроме коммуникатора).

### **11.3 Настройка и проверка**

11.3.1 Установить платы в контактные устройства стенда настройки.

11.3.2 При помощи сканера штрих-кодов считать заводские номера счетчиков.

11.3.3 Запустить выполнение программы стенда, нажав кнопку *Пуск* программы стенда.

11.3.4 В процессе работы программы стенда контролировать световые сигналы, подаваемые светосигнальной колонной стенда (таблица 11.1) и выполнять указания, появляющиеся на мониторе стенда настройки.

Таблица 11.1

Цвет сигнала	Состояние стенда настройки	Примечание
Красный	1) Проверки завершены. 2) Хотя бы одна проверка прошла не успешно. 3) Напряжение отсутствует	В случае возникновения аварийной ситуации могут быть выполнены не все проверки
Желтый	1) Подано напряжение на счетчики. 2) Идет процесс настройки и ПСИ	–
Мигающий желтый	1) Подано напряжение на счетчики. 2) Требуется вмешательство оператора	–
Красно-желтый	1) Подано напряжение на счетчики. 2) Идет процесс настройки и ПСИ. 3) Хотя бы одна проверка прошла не-успешно	–
Зеленый	1) Все проверки завершены успешно. 2) Напряжение отсутствует	–

11.3.5 В случае остановки программы стенда в результате возникновения аварийной ситуации устранить причину аварийной ситуации и запустить выполнение программы стенда сначала.

11.3.6 Счетчики, успешно прошедшие настройку и проверку, передать на следующий этап согласно приложению А.

11.3.7 Счетчики, забракованные при настройке и проверке, отправить в ремонт с указанием неисправностей, которые были зафиксированы программой стенда.

## Приложение А

### Основные этапы настройки и проверки счетчика

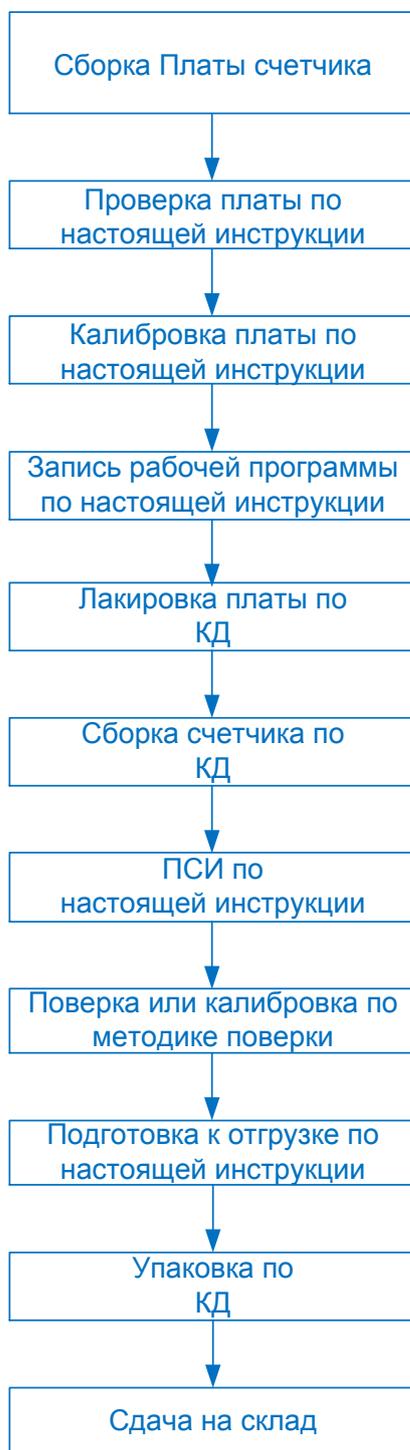
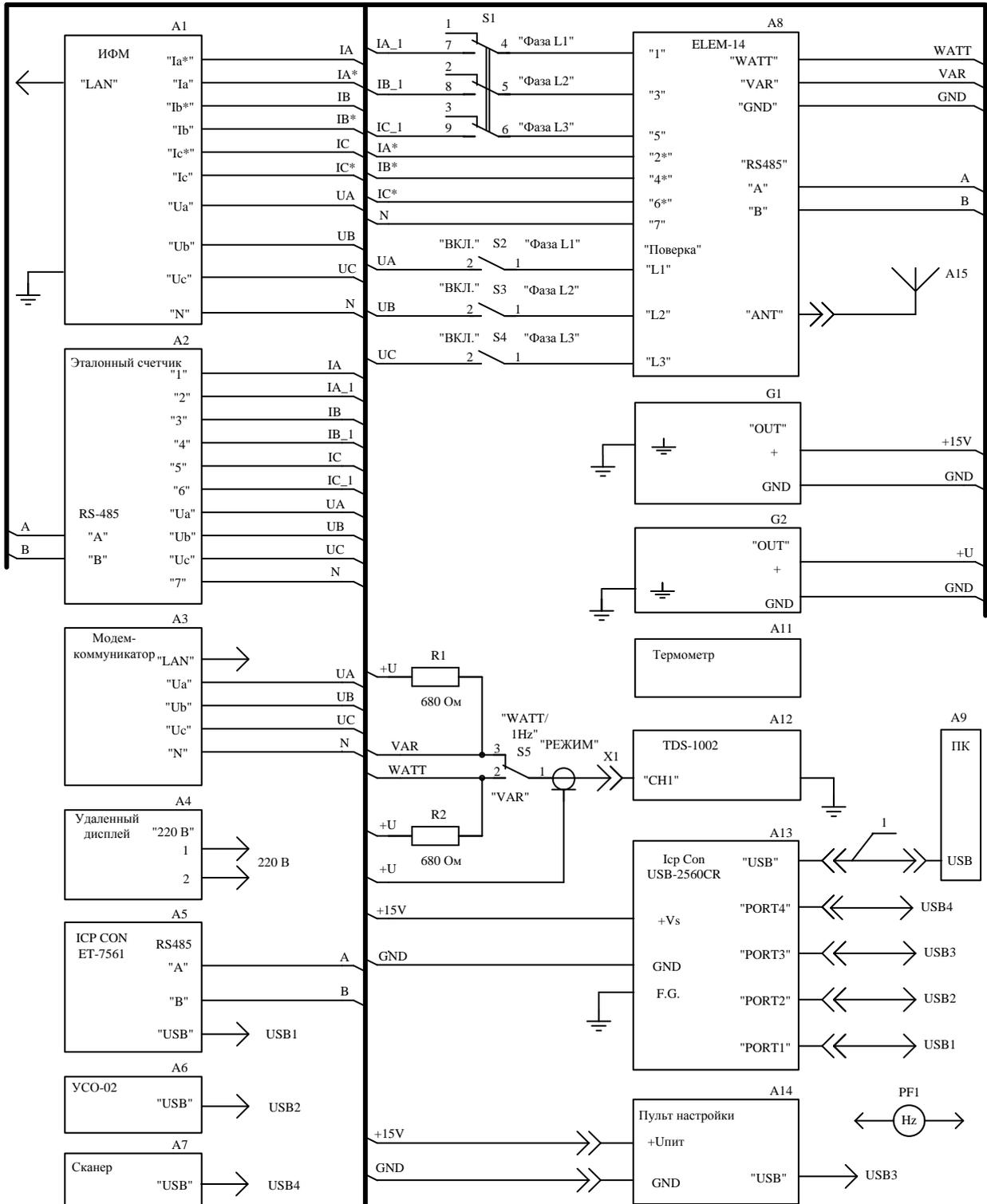


Рисунок А.1

## Приложение Б

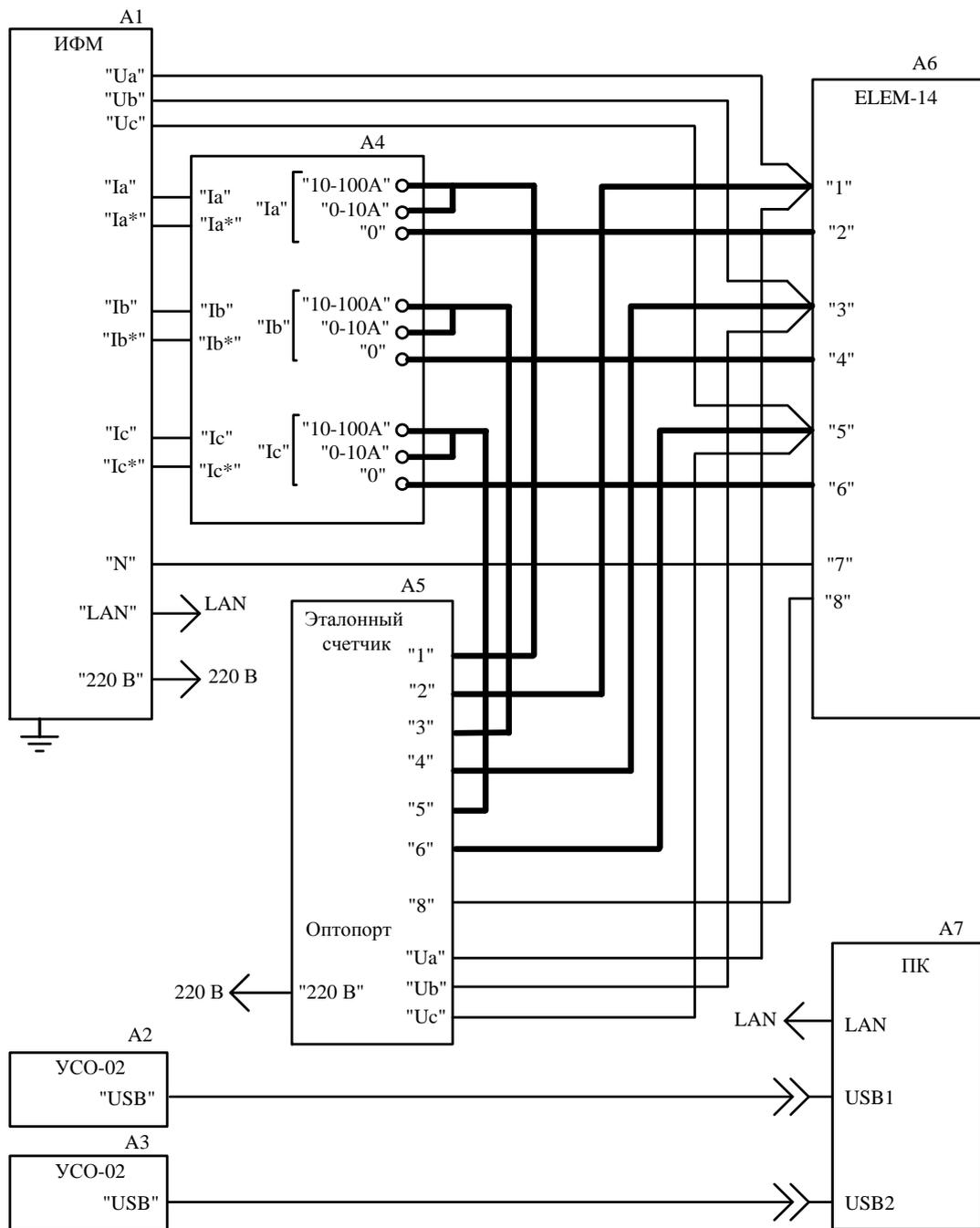
### Схемы проверки



Примечание – Перечень элементов приведен в таблице Б.1.  
 Рисунок Б.1 – Схема проверки платы

Таблица Б.1

Позиционное обозначение	Наименование
A1	Источник фиктивной мощности ИФМ
A2	Эталонный счетчик
A3	Модем-коммуникатор
A4	Удаленный дисплей
A5	Преобразователь ICP-CON ET-7561
A6	Устройство сопряжения оптическое УСО-02
A7	Сканер штрих-кодов Motorola (Symbol) LS2208 USB
A8	Счетчик
A9	IBM PC-совместимый персональный компьютер
A11	Термометр электронный CENTER 300
A12	Осциллограф TDS-1002
A13	Преобразователь ICP-CON USB-2560CR
A14	Пульт ремонта платы счетчика
A15	Антенна GSM, антенна Bluetooth
G1, G2	Источник питания постоянного тока БЗ-702.4
PF1	Частотомер GFC-8010H
R1, R2	Резистор С2-33Н-0,125-680 Ом ± 5% ОЖО.467.093 ТУ
R3	Резистор SQP-5-10 Ом±5%
S1	Тумблер ПТЗ-40В АГО.360.202 ТУ
S2 – S5	Тумблер МТ1 ОЮ0.360.016ТУ
1	Кабель СА-USB18 из комплекта преобразователя А13



- A1 – источник фиктивной мощности ИФМ;  
A2, A3 – устройство сопряжения оптическое УСО-2;  
A4 – блок трансформаторов БТ-01;  
A5 – эталонный счетчик электрической энергии;  
A6 – счетчик;  
A7 – IBM PC-совместимый персональный компьютер.

Рисунок Б.2 – Схема контроля счетчика при проведении ПСИ при максимальном токе