



# Анализатор гармоник электрической энергии MI 2092

## Руководство по эксплуатации

---

*Производитель:*

METREL d.d.  
Ljubljanska cesta 77  
SI-1354 Horjul

Тел.: +386 1 75 58 200  
Факс: +386 1 75 49 226  
E-mail: [metrel@metrel.si](mailto:metrel@metrel.si)  
<http://www.metrel.si>



Отвечает требованиям соответствующих директив Европейского Сообщества в отношении безопасности и электромагнитной совместимости оборудования

© 2003, 2005 Metrel

*Запрещено воспроизведение или коммерческое использование данных материалов или их частей в любом виде и форме без письменного разрешения от компании METREL*

## **Содержание**

<b>АНАЛИЗАТОР ГАРМОНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ MI 2092 .....</b>	<b>5</b>
<b>ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ .....</b>	<b>6</b>
ОБЩИЕ.....	6
СООТВЕТСТВИЕ СТАНДАРТАМ .....	6
<b>РАЗДЕЛ I .....</b>	<b>7</b>
<b>ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ.....</b>	<b>7</b>
1. ВВЕДЕНИЕ.....	7
2. ОПИСАНИЕ.....	7
2.1. ПЕРЕДНЯЯ ПАНЕЛЬ .....	7
2.2 ПАНЕЛЬ РАЗЪЕМОВ (СБОКУ) .....	9
2.3 ВИД СНИЗУ .....	10
2.4. СТАНДАРТНЫЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ.....	10
2.5. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ .....	11
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	12
3.1. ВХОДЫ .....	12
3.2. ВЫХОДЫ .....	13
3.3. ПИТАНИЕ .....	13
3.5. ИЗМЕРЕНИЕ ГАРМОНИК .....	14
3.7. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	14
3.8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....	15
<b>РАЗДЕЛ II .....</b>	<b>16</b>
<b>ПРИНЦИП РАБОТЫ.....</b>	<b>16</b>
1. ВВЕДЕНИЕ.....	16
2. ПРИНЦИПЫ ИЗМЕРЕНИЯ .....	16
<b>РАЗДЕЛ III .....</b>	<b>19</b>
<b>ПОРЯДОК РАБОТЫ.....</b>	<b>19</b>
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	19
2. ВЫКЛЮЧЕНИЕ .....	21
3. НАСТРОЙКИ.....	21
3.1. ПАРОЛИ .....	22
3.2. ПОДМЕНЮ SYSTEM .....	22
3.3 ПОДМЕНЮ НАСТРОЙКИ РЕГИСТРАТОРА (РЕГИСТРАЦИИ ДАННЫХ) .....	23
3.4. ПОДМЕНЮ SIGNALS (СИГНАЛЫ).....	26
3.4 ПОДМЕНЮ HARMONICS (ГАРМОНИКИ).....	27
3.5.ПОДМЕНЮ METER CONFIGURATION (НАСТРОЙКА ИЗМЕРИТЕЛЯ).....	28
4. РЕГИСТРАТОР (РЕГИСТРАЦИЯ ДАННЫХ).....	29
4.1. НАЧАЛО ИЛИ ОСТАНОВКА РЕГИСТРАЦИИ ДАННЫХ.....	29
5. ЭНЕРГИЯ .....	31
6. СПЕКТР .....	32
6.1. ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ .....	32
7. ИЗМЕРИТЕЛЬ.....	33
8 SCORE (ФУНКЦИЯ ОСЦИЛЛОГРАФА).....	34
9. ЧАСТОТА И ИНФОРМАЦИЯ О ПРЕВЫШЕНИИ ПРЕДЕЛА.....	35

## СОДЕРЖАНИЕ

---

<b>РАЗДЕЛ IV</b> .....	<b>36</b>
<b>ПОДКЛЮЧЕНИЕ К СЕТИ</b> .....	<b>36</b>
<b>РАЗДЕЛ V</b> .....	<b>39</b>
<b>ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПК</b> .....	<b>39</b>
1. ВВЕДЕНИЕ.....	39
2. НАСТРОЙКА ПРИБОРА.....	40
3. АНАЛИЗ ЗАПИСАННЫХ ДАННЫХ.....	43
4. ПРЯМАЯ СВЯЗЬ-ОСЦИЛЛОГРАФ.....	46
<b>РАЗДЕЛ VI</b> .....	<b>48</b>
<b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ</b> .....	<b>48</b>
1. ВВЕДЕНИЕ.....	48
2. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ.....	48
3. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ.....	48
4. ЗАПИСЬ ИСКАЖЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ.....	57
5. ЗАПИСЬ ОБРЫВОВ ПИТАНИЯ.....	58
<b>РАЗДЕЛ VII</b> .....	<b>59</b>
<b>ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ЧЕРЕЗ МОДЕМ</b> .....	<b>59</b>
1. ВВЕДЕНИЕ.....	59
2. МОДЕМЫ.....	59
3. НАСТРОЙКА МОДЕМА, ПРИБОРА И POWER LINK.....	60
3.1. НАСТРОЙКА POWER LINK.....	60
3.2. НАСТРОЙКА МОДЕМА НА СТОРОНЕ ПК.....	61
3.3. НАСТРОЙКА МОДЕМА НА СТОРОНЕ ПРИБОРА.....	62
3.4. НАСТРОЙКА ПРИБОРА ДЛЯ СВЯЗИ ПО МОДЕМУ.....	63
4. ПОДКЛЮЧЕНИЕ МОДЕМА К ПК И ПРИБОРУ.....	64
5. ПОДКЛЮЧЕНИЕ И ОТКЛЮЧЕНИЯ МОДЕМОВ.....	64
6. SMS СООБЩЕНИЯ.....	65

## АНАЛИЗАТОР ГАРМОНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ MI 2092

Анализатор гармоник электрической энергии MI 2092 – это портативные многофункциональные средства измерительной техники, предназначенные для измерения и анализа электрической энергии в трехфазных сетях.

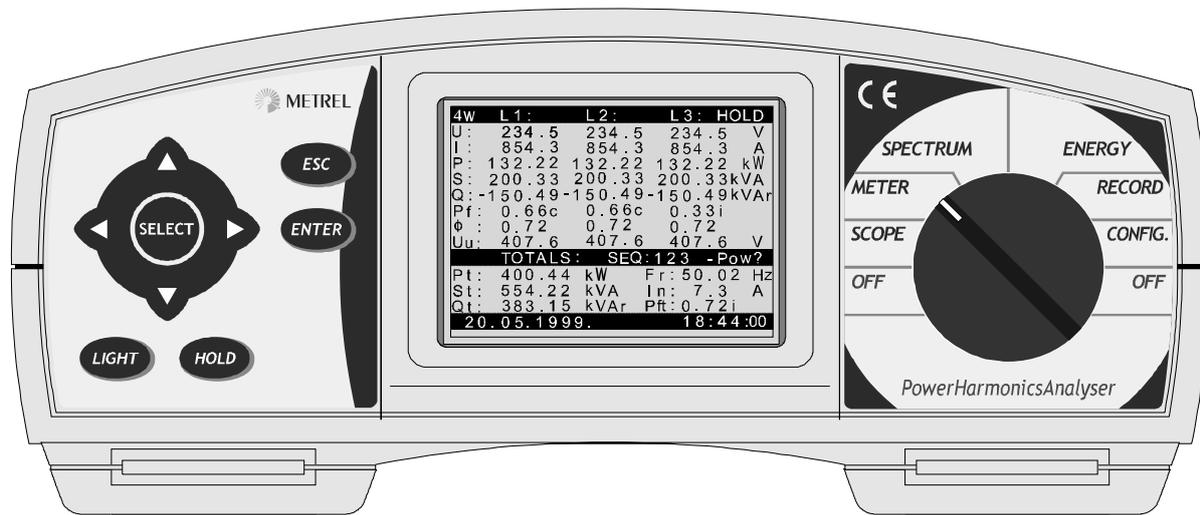


Рисунок 1

### Основные технические характеристики

- комплексный мониторинг, запись и анализ в реальном времени трехфазных сетей (3φ);
- режимы измерения:
  - действительное СКЗ напряжения
  - действительное СКЗ тока
  - мощность (Вт, вар и ВА)
  - коэффициент мощности
  - энергия
  - осциллографирование электроэнергии
  - анализ гармоник
- в режиме записи измеряемые величины хранятся в памяти для последующего анализа;
- вычисление минимального, среднего и максимального значений для записанного множества с разными задаваемыми отчетами;
- режим осциллографа для отображения форм сигналов как в реальном времени, так и для анализа записанной формы сигнала;
- анализ нелинейного искажения до 63-ей гармонической составляющей как для сети, так и для записанных данных;
- мониторинг и анализ энергии;
- внутренние перезаряжаемые батареи;
- порт RS232 для связи с ПК;
- программное обеспечение Windows для анализа данных и управления прибором.

## ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

### ОБЩИЕ

Для обеспечения безопасной работы с анализаторами электрической энергии MI 2192 и 2292 и для минимизации риска повреждения приборов, пожалуйста, принимайте во внимание следующие общие меры предосторожности:

-  **Прибор был разработан для максимальной безопасности оператора. Использование не в соответствии с данным Руководством может привести к увеличению опасности для оператора!**
  
-  **Не используйте прибор и/или приспособления, если есть видимые повреждения!**
  
-  **Прибор не имеет частей, подлежащих обслуживанию пользователем. Обслуживание или калибровку должен производить только авторизованные дилер.**
  
-  **Придерживайтесь всех общеизвестных правил безопасности, чтобы избежать возможности электрического удара во время работы в электроустановках!**
  
-  **Используйте только стандартные или дополнительные принадлежности, поставляемые Вашим дистрибьютором!**

### СООТВЕТСТВИЕ СТАНДАРТАМ

Анализаторы электрической энергии MI 2192 и 2292 разработаны в соответствии со следующие европейскими стандартами:

По безопасности:

- EN 61010-1

По электромагнитной совместимости (шум и защита):

- EN 50081-1
- EN 50082-1

Измерения в соответствии с европейским стандартом:

- EN 50160

## РАЗДЕЛ I

## ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Данное Руководство содержит информацию по подключению, эксплуатации, программированию, анализу данных и техническому обслуживанию анализаторов электрической энергии MI 2192 и MI 2292 (показаны на рисунке 1).

Данное Руководство разделено на разделы, каждый содержит отдельный аспект эксплуатации анализаторов электрической энергии MI 2192 и MI 2292.

Раздел	Название
I	Общая информация
II	Принцип работы
III	Порядок работы
IV	Подключение к сети
V	Программное обеспечение ПК
VI	Теоретические основы работы

## 2. ОПИСАНИЕ

## 2.1. ПЕРЕДНЯЯ ПАНЕЛЬ

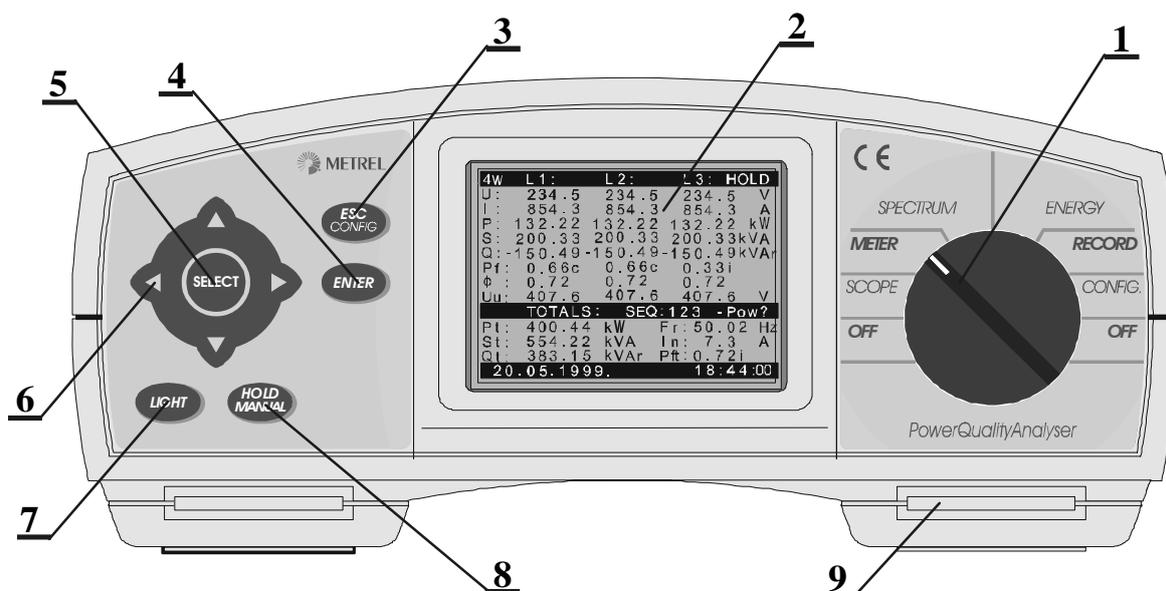


Рисунок 2 – Передняя панель

**Схема передней панели:**

1..... Переключатель режима работы – выбирает один из семи режимов/меню:

	<b>OFF</b>	Выключение питания
	<b>CONFIG</b>	Меню настройки прибора
	<b>RECORD</b>	Меню записи
	<b>ENERGY</b>	Измерение энергии
	<b>SPECTRUM</b>	Меню анализа гармоник
	<b>METER</b>	Основные измерения мощности, тока и напряжения
	<b>SCOPE</b>	Отображение и контроль сигнала
2.....	<b>LCD</b>	Графический дисплей со светодиодной подсветкой, 160 x116 пикселей
3.....	<b>ESC key</b>	Для выхода из любого режима или входа в меню настроек
4.....	<b>ENTER key</b>	Для выполнения новой настройки, начала процедуры записи
5.....	<b>SELECT key</b>	Разрешение выбранные сигналов
6.....	<b>ARROW keys</b>	Перемещение курсора и выбор параметров
7.....	<b>LIGHT key</b>	Включение/выключение светодиодной подсветки (Подсветка автоматически выключается через 30 с, если не нажимается ни одна кнопка)
	<b>LIGHT + ↑</b>	Увеличивает контрастность дисплея
	<b>LIGHT + ↓</b>	Уменьшает контрастность дисплея
8.....	<b>HOLD/MANUAL key</b>	Отображает, что экран временно заморожен и/или ручной запуск (только для режимов SCOPE, METER и SPECTRUM)
9.....	<b>BELT slot</b>	Для установки ремня

## 2.2 ПАНЕЛЬ РАЗЪЕМОВ (сбоку)

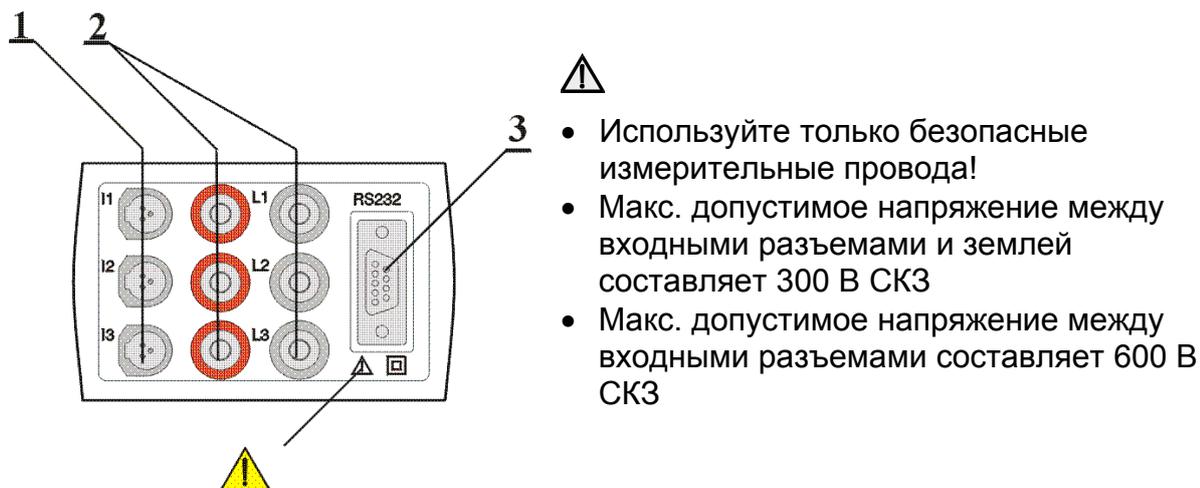


Рисунок 3 - Панель разъемов

### Схема панели разъемов:

- 1 ..... Входные разъемы токовых трансформаторов с токовыми клещами/трансформаторов (I1, I2, I3)
- 2 ..... Входные разъемы напряжения (L1, L2, L3)
- 3 ..... Разъем RS 232 (для связи прибора с ПК)

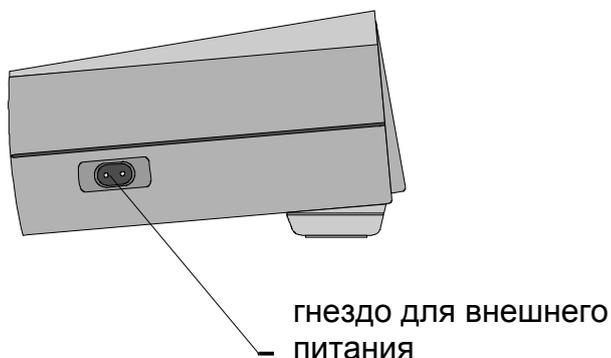


Рисунок 4 – Гнездо для внешнего питания

## 2.3 ВИД СНИЗУ

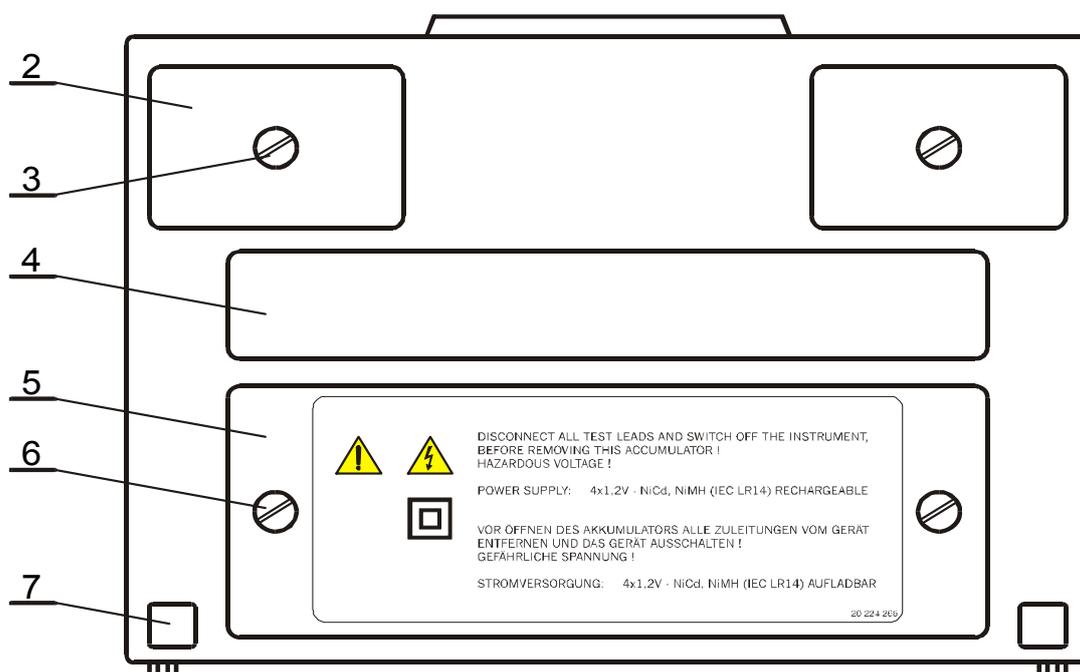


Рисунок 5 – Вид снизу

### Схема нижней части:

- 2 Пластиковое покрытие (закрепляет нейлоновый ремень к прибору). Под этим покрытием находится винт, который необходимо вывинтить для того, чтобы открыть прибор с целью технического обслуживания или калибровки.



**Прибор не имеет частей, подлежащих обслуживанию пользователем.**



**Обслуживание или калибровку должен производить только авторизованный дилер**

- 3 Винт (отвинтите, чтобы открепить ремень или открыть прибор).  
 4 Бирка с пределами измерения.  
 5 Крышка отсека батареи/предохранителя.  
 6 Контрольный винт (отвинтите для замены батарей или перегоревшего предохранителя).  
 7 Резиновые ножки.

## 2.4. Стандартные принадлежности

### Токовые щупы:

- Токовые трансформаторы с токовыми клещами (СТs) 1000 A/1 В, тип А1033, 3 pcs
- Токовые трансформаторы (дополнительно)

**Дополнительные кабели:**

- Пробники, 3 pcs
- Зажимы "крокодил", 4 pcs
- Измерительные кабели напряжения, 6 pcs
- Питающий кабель
- Интерфейсный кабель RS 232
- Мягкая сумка
- Руководство по эксплуатации
- Данные о проверке изделия
- Гарантийные обязательства

**Программное обеспечение Windows:**

- Программное обеспечение анализа и управления

**2.5. Дополнительные принадлежности**

См. прилагаемый лист с перечнем дополнительных приспособлений, которые Ваш дистрибьютор сможет поставить по вашему запросу.

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Нижеприведенные технические характеристики прибора освещают стандартное или граничное назначение, для которого был разработан и протестирован прибор.

#### 3.1. ВХОДЫ

##### 3.1.1. НАПРИЖЕНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Прибор имеет трехфазный вход напряжения переменного тока (3 дифференциальных входа,  $L_1 - N_1$ ,  $L_2 - N_2$ ,  $L_3 - N_3$ ).

Измерение напряжение – прямое с внутренними делителями напряжения.

На входах напряжения нет внутренних предохранителей.

- Категория перенапряжения  **CAT III 600 В, 300 В до заземления**
- Диапазон входного напряжения: 10 - 550 В СКЗ ( $0.02 U_n - U_n$ )
- Допустимое перенапряжение 600 В СКЗ
- Разрешение: 0.1 В
- Абсолютная погрешность:  $\pm 0.005 X \pm 2 \text{ EMP}$  (X-показание прибора)
- Макс. коэффициент амплитуды: 1.4
- Диапазон частот: 43 - 68 Гц основной гармоники

##### 3.1.2. ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

Прибор имеет три входа переменного тока, которые подходят для трансформаторов с токовыми клещами или других токовых преобразователей с выходом напряжения.

- Диапазон входного тока (напряжения): 0.02 - 1 В СКЗ ( $0.02 I_n - I_n$ )  
Соответствует 20 - 1000 А при применении стандартного трансформатора с токовыми клещами (коэффициент: 1000 А / 1 В).
- Разрешение: 0.3 мВ (0.3 А при применении стандартного трансформатора с токовыми клещами - коэффициент: 1000 А / 1 В)
- Абсолютная погрешность:  $\pm 0.005 X \pm 6 \text{ EMP}$  плюс погрешность трансформатора тока (X-показание прибора)
- Коэффициент амплитуды: 2.5
- Максимальная допустимая перегрузка: 150 %  $I_n$  (синусоидального тока)
- Максимальное входное напряжение: 1 В СКЗ



**Используйте трансформаторы с токовыми клещами или трансформаторы тока минимум с двойной изоляцией CAT III 600 V**

### 3.1.3 НОРМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ

Напряжение переменного тока для измерения мощности:	$0.02 U_n - U_n$
Переменный ток:	$0.02 I_n - I_n$
Коэффициент мощности:	четыре квадранта ( $1.00 \cos\varphi - 0.00 - 1.00 \sin \varphi$ )
Частота:	45 - 65 Гц
Форма сигнала:	Синусоидальная
Коэффициент искажения:	< 2 %
Вспомогательный источник энергии:	$230 \text{ В} \pm 10 \%$
Температура окружающей среды:	$23 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$
Относительная влажность:	$60 \pm 15 \%$

## 3.2. ВЫХОДЫ

### 3.2.1. Связь

Тип связи	Последовательный интерфейс RS232, полностью оптически изолированный
Скорость передачи:	2400 - 57,600 бит/с.
Разъем:	9-штырьковый D-типа.

### 3.2.2 Дисплей

Дисплей: Графический жидкокристаллический дисплей со светодиодной подсветкой, разрешение 160 x 116 точек.

## 3.3. ПИТАНИЕ

### 3.3.1. Питание переменным током

Рабочие условия:	$230 \text{ В}$ перем.тока+10 % - 20 %, CAT III, 45 - 65 Гц, 8 ВА Плавкий предохранитель: F2 T 100 мА (250 В в отсеке для батареи)
------------------	---

### 3.3.2. Питание постоянным током

Внутренние перезаряжаемые NiCd-ые или NiMh-ые батареи 4 x 1.2 В LR14 обеспечивают работу в течение 5 часов. Внутренняя зарядка батарей, время зарядки приблиз. 10 часов. Плавкий предохранитель: F1 T 630 мА (250 В в отсеке для батареи)

### 3.4. ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМАЯ ПАМЯТЬ

2048 кбайт статическое ОЗУ, поддерживаемое батареей.

### 3.5. ИЗМЕРЕНИЕ ГАРМОНИК

Прибор вычисляет гармоники сигнала, выполняя аналого-цифровое преобразование.

Таблица 1: Предельные погрешности и разрешение в измерении гармоник:

Диапазон $I_r, U_r$	Границы погрешности		Разрешение На жидкокристаллическом дисплее и ПК
	THD	HD	
2 ... 100 %	0.2 % x $U_r/U$ ( $I_r/I$ )	0.2 % x $U_r/U$ ( $I_r/I$ )	0.1 %

**Примечание:** THD Суммарный коэффициент гармоник  
 HD Коэффициент гармоник  
 $U_r$  конечное значение диапазона  
 напряжения  
 $I_r$  конечное значение диапазона тока

### 3.6. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИФРОВОГО АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Аналого-цифровое преобразование: 14 бит с 128 замерами на канал за период (43 - 68 Гц).

### 3.7. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Рабочий диапазон температур: от - 10 до + 45 °С  
 Диапазон температуры хранения: от - 20 до 70 °С  
 Макс.отн. влажность: 85 % (0 - 40 °С)  
 Уровень загрязненности: 2  
 Класс защиты: двойная изоляция  
 Категория перенапряжения: Входы напряжения: CAT III 600 V, 300 V to GND  
 Питание перем. током CAT III 300 V  
 Уровень защиты: IP 64  
 Размеры: 265 x 110 x 18.5 мм<sup>3</sup>  
 Вес (без приспособлений): 2 кг

## 3.8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 3.8.1. Батареи

 Прибор содержит перезаряжаемые NiCd-ые или NiMh-ые батареи. НЕ устанавливайте щелочные элементы. Эти батареи нужно заменять только батареями такого же типа, который указан на бирке крышки батарей или в данном Руководстве.

 Внутри прибора присутствует опасное напряжение. Перед извлечением крышки батарей отсоедините все измерительные провода, извлеките кабель питания и выключите прибор.

*В случае необходимости замены батарей необходимо заменить все ЧЕТЫРЕ. Убедитесь, что батареи установлены в нужной полярности, неправильная полярность может повредить батареи и/или прибор.*

*Могут быть специальные природоохранные требования по утилизации батарей. Им необходимо следовать.*

 В случае перегорания плавкого предохранителя (F1) он должен быть заменен тем же типом, который указан на бирке возле него.

### 3.8.2. Очистка

Чтобы очистить поверхность прибора используйте мягкую ветошь, слегка смоченную мыльной водой или спиртом. Затем оставьте прибор до полного высыхания.

- Не используйте жидкости, основанные на бензине или углеводороде!
- Не наливайте моющие жидкости на прибор!

### 3.8.3. Периодическая калибровка

Для обеспечения достоверности измерений важно, чтобы прибор регулярно калибровался. При постоянном использовании рекомендуемый межкалибровочный интервал составляет шесть месяцев, в противном случае – год.

### 3.8.4. Обслуживание

Для осуществления ремонта по гарантии либо в любое другое время пожалуйста свяжитесь со своим дистрибьютором.

#### Адрес производителя:

METREL d.d. Ljubljanska 77, 1354 Horjul, Slovenia

Tel: +(386) 1 75 58 200

Fax: +(386) 1 75 49 095

Email: metrel@metrel.si

**Прибор не имеет частей, подлежащих обслуживанию пользователем. Обслуживание или калибровку должен производить только авторизованные дилер!**

## РАЗДЕЛ II

# ПРИНЦИП РАБОТЫ

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В этом разделе содержится техническая информация о принципе работы анализатора гармоник электрической энергии MI 2092, включая описание принципов измерения и принципы записи.

### 2. ПРИНЦИПЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Принципы измерения основаны на цифровой дискретизации входных сигналов. Каждый вход (три напряжения и три тока) осуществляют дискретизацию 128 точек за каждый входной цикл. Длительность входного цикла зависит от частоты на входе синхронизации (один из трех входов напряжения или вход тока). При частоте 50 Гц, период входного цикла составляет 20 мс.

Основные измеряемые величины вычисляются в конце каждого периода дискретизации, результат появляется на дисплее или записывается.

Результаты, основанные на Быстром преобразовании Фурье (БПФ) вычисляются только на каждом восьмом входном цикле (каждые 160 мс / 50 Гц).

Следующее уравнение используется для вычисления необходимых значений.

#### Основные вычисления

Параметр	Уравнение для вычисления	Единица измерения	№ формулы
Фазное напряжение	$U_x = \sqrt{\frac{1}{128} \sum_{i=1}^{128} u_{x_i}^2}$	В	[1]
Фазный ток	$I_x = \sqrt{\frac{1}{128} \sum_{i=1}^{128} i_{x_i}^2}$	А	[2]
Фазная активная мощность	$P_x = \frac{1}{128} \sum_{i=1}^{128} u_{x_i} * i_{x_i}$	Вт	[3]
Межфазное напряжение	$U_{xy} = \sqrt{\frac{1}{128} \sum_{i=1}^{128} (u_{x_i} - u_{y_i})^2}$	В	[4]
Ток нейтрали	$I_0 = \sqrt{\frac{1}{128} \sum_{i=1}^{128} (i_{1i} + i_{2i} + i_{3i})^2}$	А	[5]

**Дополнительные вычисления (с использованием основных величин)**

Параметр	Уравнение для вычисления	Единица измерения	№ формулы
Фазная кажущаяся мощность	$S_x = U_x * I_x$	ВА	[6]
Фазная реактивная мощность	$Q_x = \sqrt{S_x^2 - P_x^2}$	вар	[7]
Фазный коэффициент мощности	$PF_x = \frac{P_x}{S_x}$		[8]
Фазный коэффициент амплитуды напряжения	$Q_{x_{cr}} = \frac{U_{x_{max}}}{U_x} * 100$		[18]
Фазный коэффициент амплитуды тока	$I_{x_{cr}} = \frac{I_{x_{max}}}{I_x} * 100$		[19]

**Дополнительные вычисления (с использованием преобразования БПФ)**

Фазный угол напряжение-ток	$\phi = \phi_i - \phi_u$ $\phi_i, \phi_u$ вычисляются по БПФ Угол VI для 50 Гц основная составляющая		[9]
Суммарный коэффициент гармоник фазного напряжения	$thd_{U_x} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{63} hn_{U_x}^2}}{h1_{U_x}} * 100$	%	[10]
Суммарный коэффициент гармоник фазного тока	$thd_{I_x} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{63} hn_{I_x}^2}}{h1_{I_x}} * 100$	%	[11]
Единичная гармоника фазного напряжения	$Hn_{U_x} = \frac{hn_{U_x}}{h1_{U_x}} * 100$	%	[12]
Единичная гармоника фазного тока	$Hn_{I_x} = \frac{hn_{I_x}}{h1_{I_x}} * 100$	%	[13]

**Суммарные величины**

Суммарная активная мощность	$P_t = P_1 + P_2 + P_3$	Вт	[14]
Суммарная реактивная мощность	$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3$	вар	[15]
Суммарная кажущаяся мощность	$S_t = \sqrt{P_t^2 + Q_t^2}$	ВА	[16]
Суммарный коэффициент мощности	$Pf_t = \frac{P_t}{S_t}$		[17]

В системе 3φ с нормальным трехпроводным соединением следующие величины не доступны для отображения и записи:

- Ток нейтрали
- Фазный угол напряжение-ток
- Фазный коэффициент мощности

## РАЗДЕЛ III

# ПОРЯДОК РАБОТЫ

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В этом разделе описано, как работать с прибором и как его программировать.

Передняя панель прибора содержит графический жидкокристаллический дисплей, клавиатуру и поворотный переключатель. Измеряемые данные и текущее состояние прибора показывается на дисплее.

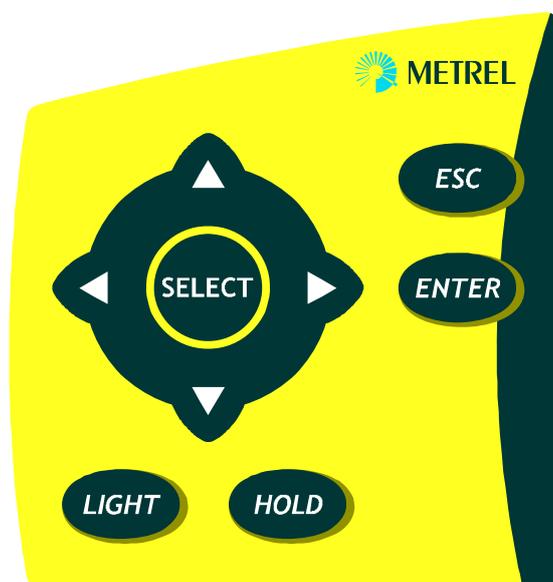


Рисунок 6 - Клавиатура

<b>ESC</b>	Для выхода из любой процедуры
<b>ENTER</b>	Для применения новых установок, начала процедуры записи
<b>SELECT</b>	Разрешение выбранных сигналов
<b>ARROW</b>	Перемещение курсора и выбор параметров
<b>LIGHT</b>	Включение/выключение светодиодной подсветки
	Подсветка автоматически выключается, если в течение 30 с не нажимается ни одна кнопка
<b>LIGHT + UP</b>	Увеличение контрастности дисплея
<b>LIGHT + DOWN</b>	Уменьшение контрастности дисплея
<b>HOLD</b>	Заморозка дисплея, режим SCOPE, METER и SPECTRUM

**Примечание:** В этом Руководстве кнопка "стрелочка вверх" называется "**ВВЕРХ**", кнопка "стрелочка вправо" – "**ВПРАВО**", "стрелочка вниз" – "**ВНИЗ**", а кнопка "стрелочка влево" – "**ВЛЕВО**".

Можно выбрать одну из семи меню функциональных/рабочих меню с помощью поворота переключателя:

<b>OFF</b>	Выключение питания
<b>CONFIG</b>	Меню настроек прибора
<b>RECORD</b>	Меню регистрации (записи) данных
<b>ENERGY</b>	Измерение энергии
<b>SPECTRUM</b>	Меню анализа гармоник
<b>METER</b>	Основные режимы измерения мощности, тока и напряжения
<b>SCOPE</b>	Отображение и контроль формы сигнала

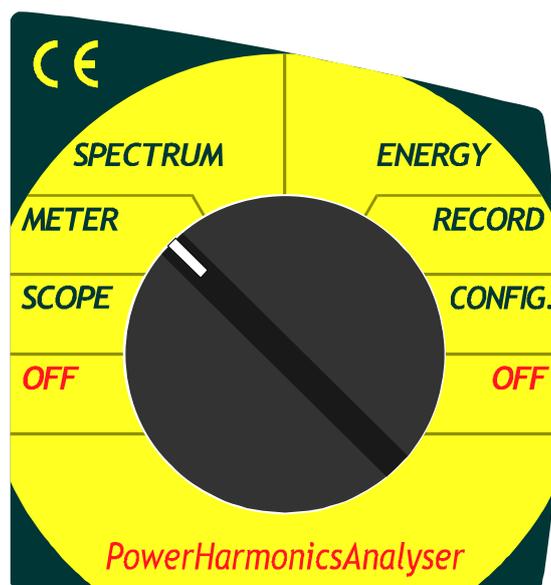


Рисунок 7 – Поворотный переключатель функций

Основная функция прибора – регистрация различных параметров распределительных энергосистем. Функции регистрации выбираются в правой части переключателя.

<b>Режим записи</b>	<b>OFF</b>	Все настройки сохранены <i>Делается предупреждение, если идет запись</i>
	<b>CONFIG.</b>	Общая настройка <i>Подменю содержит специфические функции</i>
	<b>RECORD</b>	Регистрация и мониторинг данных
	<b>ENERGY</b>	Общий и промежуточный кумулятивный регистратор (счетчик энергии).

Остальная информация о режиме РЕГИСТРАЦИИ представлена в разделе VI ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ.

Прибор также можно использовать для измерений в реальном масштабе времени, выбираемых в левой части переключателя. Эти функции не зависят от состояния записи.

<b>Измерения в реальном масштабе</b>	<b>SPECTRUM</b>	Анализ гармоник
	<b>METER</b>	Основные измерения в трехфазной системе

времени	SCOPE	Осциллографическое представление формы измеряемого сигнала
	OFF	Все настройки сохранены <i>Делается предупреждение, если идет запись</i>

## 2. ВЫКЛЮЧЕНИЕ

Выбор положения OFF выключает прибор через 2 с. Все текущие настройки и установленные параметры сохраняются в течение этого времени в энергонезависимой памяти. Если положение OFF выбирается при выбранном режиме записи, это интерпретируется как прерывание питания и сохраняется информация о дате и времени выключения питания. Подобная ситуация возникает, если пропадает питание во время записи (см. раздел II, п. 3.5 Запись прерывания питания).

## 3. НАСТРОЙКИ

Меню настроек можно выбрать установкой переключателя в положение CONFIG. или нажатием кнопки ESC / CONFIG.

Используйте это меню для установки всех параметров режимов Регистрации и Измерений в реальном масштабе времени.

Из главного меню можно войти в подменю настроек, которое позволяет изменить параметры прибора, условий измерений и установок.

Данные о приборе, номер модели, версия и серийный номер программного обеспечения и состояние батареи отображаются только, когда поворотный переключатель находится в положении CONFIG.

Надпись "EXTR" отображается, если прибор питается от сети, а надпись "BATT" с "градусником" показывает, что прибор питается от батареи и уровень заряда батареи.

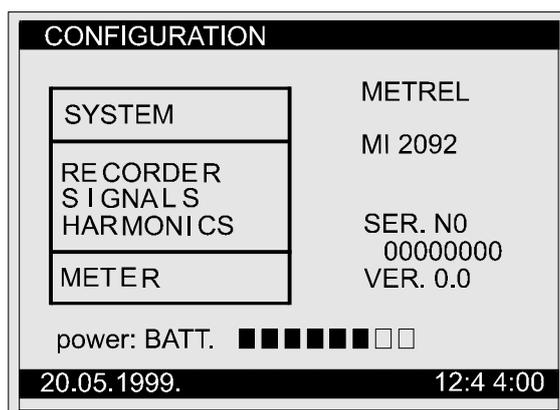


Рисунок 8 – Меню основных настроек

Меню основных настроек **CONFIG** состоит из пяти пунктов. Используйте кнопки **ВВЕРХ** и **ВНИЗ** для выделения соответствующего пункта, затем нажмите **ENTER** для его выбора.

Кнопка **HOLD** не используется в этом меню.

### 3.1. ПАРОЛИ

Все режимы программирования и установки регистратора (включая запуск и остановку регистрации данных) защищены паролем. Пока не будет введен пароль, доступен только просмотр параметров и режимов, доступных для настройки. Во всех подменю настроек нажатием кнопок (**ВВЕРХ**, **ВНИЗ**, **ВЛЕВО**, **ВПРАВО**, **SELECT**, **ENTER**) активируется процедура ввода пароля. Затем прибор запросит пароль перед доступом в выбранное меню или работой.



Пароль автоматически очищается через 5 минут после последнего нажатия кнопки.

### 3.2. Подменю SYSTEM

Это подменю позволяет установить пароль, скорость передачи данных по последовательному порту, дату и время. Из этого меню пользователь может сбросить настройки прибора до заводских.

ENABLE PASSW.	Если возможен пароль → Или нажав SELECT	CHANGE PASSW.
SER. PORT RATE		GSM / SMS PARAM.
DATE/TIME	Или нажав SELECT	UPGRADE*
LANGUAGE		
SYSTEM REINIT.		
CLR.REC.MEM.		

Используйте кнопки **ВВЕРХ** или **ВНИЗ** для выбора необходимого пункта меню, затем нажмите кнопку **ENTER**.

#### CHANGE PASSW.

Нажмите **Enter** для введения новой комбинации из четырех кнопок и повторите комбинацию для подтверждения.

**Примечание:** Кнопка **LCD** не используется для пароля

#### SER. PORT RATE

Установка скорости передачи данных для связи через последовательный порт с использованием кнопки **SELECT**. (от 2400 до 57,600)

#### GSM/SMS PARAM.

См. раздел **VII** для настройки модема

**Примечание:** Применяется только, если выбрана опция модема

#### DATE / TIME

Используйте кнопку **ВЛЕВО** или **ВПРАВО** для выбора полей даты и времени и кнопки **ВВЕРХ** и **ВНИЗ** для настройки даты или времени.

Возможно введение только правильных значений даты/времени. Нажмите **ENTER** для подтверждения установок или **ESC** для отмены любых изменений.

**SYSTEM REINIT** Очистка всех установок и установка ниже приведенных значений по умолчанию

- |                                     |                   |
|-------------------------------------|-------------------|
| • ЗАПУСК / ОСТАНОВКА записи         | вручную           |
| • Статистика                        | вкл               |
| • Периодический                     | вкл               |
| • Искажения                         | вкл, закрепленные |
| • Сетевой период интегрирования     | 1 мин             |
| • Подпериод интегрирования мощности | 1 период          |
| • Номинальное напряжение            | 230 В             |
| • Верхние и нижние границы          | 10 %              |
| • Режим буфера                      | Roll-over         |
| • Выбранные каналы                  | нет               |
| • Выбранные гармоники               | нет               |
| • Умножитель напряжения (K)         | 1                 |
| • Диапазон тока                     | 1000 А            |
| • Соединение                        | 4-проводное       |
| • Частота синхронизации             | 50 Гц             |
| • Вход синхронизации                | авто              |
| • Скорость последовательного порта  | 57600             |

**UPGRADE** Возможность дальнейшего применения по очереди модема. Нужно ввести серийный номер прибора.

Используйте кнопки **ВВЕРХ / ВНИЗ** для увеличения / уменьшения значения на выбранной позиции, а кнопки **ВЛЕВО / ВПРАВО** для выбора позиции.

**Примечание:** *Необходимо ввести код только один раз, после этого он будет применяться для дальнейшего обновления программного обеспечения*

### 3.3 Подменю настройки РЕГИСТРАТОРА (регистрации данных)

Используйте это подменю для установки режима регистрации данных, параметров и условий ЗАПУСКА/ОСТАНОВКИ регистрации.

**Примечание:** *Реальный запуск и остановка регистрации данных можно контролировать только из основного меню **RECORD (запись)** (когда переключатель находится в положении **RECORD**).*

```

RECORDER : configurations
start 18.05.1999. 14:25
stop  MANUAL
stat.  ON
per.   ON
anom. window FIXED
main. integ. per.: 1 min
power sub. i.p.  : 1 ppr
nominal voltage  : 220.0 V
upper limit     : 10% 242.0 V
lower limit     : 10% 198.0 V
buffer mode     : circular
20.05.1999. 12:44:00

```

⇒ Для изменения режима регистрации выберите режим линии с использованием кнопки ВВЕРХ или ВНИЗ и измените его нажатием кнопки SELECT.

Рисунок 9 – Пример настройки регистратора

### 3.2.1. Параметры PERIODICS (ПЕРИОДИЧЕСКИЙ РЕЖИМ)

См. рисунок 9, на котором изображено меню PERIODICS (периодический режим)

START		Используйте кнопку SELECT для переключения между MANUAL и Auto режима.
	Manual	Регистрация начинается, если периодическая запись выключена. Если периодическая запись включена, задержка – нулевая.
	Auto	Запуск осуществляется в установленную пользователем дату и время. Запись может быть остановлена вручную в любое время. Используйте кнопки ВЛЕВО или ВПРАВО для выбора поля Date / Time (Дата/Время) и ВВЕРХ и ВНИЗ для установки новой даты и времени. Можно ввести только существующие дату и время.
STOP		Используйте кнопку SELECT для переключения между MANUAL (ручной режим) и Date / time (Дата/Время).
	Manual	Остановка в ручном режиме осуществляется мгновенно
	Auto	Остановка осуществляется в установленную пользователем дату и время. Остановка может быть осуществлена вручную в любое время. Используйте кнопки ВЛЕВО или ВПРАВО для выбора поля Date / Time (Дата/Время) и ВВЕРХ и ВНИЗ для установки новой даты и времени. Можно ввести только существующие дату и время.
STAT.		Статистический анализ Используйте кнопку SELECT для разрешения и/или запрета анализа.
	ON	Разрешение анализа.
	OFF	Запрет анализа

PER.		Периодический анализ Используйте кнопку SELECT для разрешения и/или запрета анализа.
	ON	Разрешение анализа.
	OFF	Запрет анализа
ANOM. WINDOW		Окно искажений Используйте кнопку SELECT для переключения между OFF, FIXED и VARIABLE (выключена запись, фиксированная запись и переменная запись). Запись искажений напряжения доступна только для напряжений, выбранных для записи (см. 3.2.4 "Сигналы") в зависимости от статуса Периодического анализа. Если не выбрано никакое напряжение, запись искажений напряжения не будет производиться.
	OFF	Запрет записи окна искажений.
	FIXED	Окно (и верхняя и нижняя границы) устанавливаются возле номинального значения напряжения и остается неизменным в течении сеанса записи.
	VARIABLE	Окно (и верхняя и нижняя границы) устанавливаются возле среднего динамически вычисляемого значения напряжения. Используйте кнопки ВЛЕВО и ВПРАВО для настройки периода усреднения для вычисления нового среднего значения напряжения (от 1 до 900 с).
MAIN INTEG. PER.		Сетевой период интегрирования Выбранная длительность для периодического анализа. Используйте кнопки ВЛЕВО и ВПРАВО для установки периода интегрирования (от 1 с до 30 мин).
POWER SUB. I.P.		<i>Подпериод интегрирования мощности</i> Усредняющий подпериод для измерения мощности. Используется в Периодической анализе для усреднения показаний (см PERIODIC ANALYSIS ("Периодический анализ") и соответствующий рисунок). Используйте кнопки ВЛЕВО и ВПРАВО для установки необходимого значения (от 1 до 20 периодов сети).
NOMINAL VOLTAGE		Номинальное напряжение используется как опорное значение для записи искажений напряжения. В режиме фиксированного окна используется действительное значение напряжение. В режиме переменного окна это начальное значение напряжения, в дальнейшем изменяющееся до среднего значения напряжения в течение предыдущего периода интегрирования во время записи. Это значение можно изменить только в меню METER Configuration "Настройка прибора".
UPPER LIMIT		Существуют границы, которые определяют окно пропускания

LOWER LIMIT	для записи искажений напряжения. Любое значение напряжения, выходящее за определенные границы, определяется и сохраняется как искажение . Используйте кнопки ВЛЕВО и ВПРАВО для установки требуемые границы: от 1 % до 30 % от номинального напряжения для верхнего предела и от -1 % до - 30 % от номинального напряжения для нижнего
BUFFER MODE	Тип хранимых данных для функции регистрации (записи) данных, которая может выполняться двумя способами: линейным и циклическим. Никакой режим не влияет на распределенную память для статистического анализа.
Linear	Запись останавливается, когда память заполнена.
Circular	Запись останавливается, когда достигнута дата/время остановки, или вручную. Как только память заполняется, самые старые данные перезаписываются.

Нажмите **ENTER** для подтверждения новых установок или **ESC** для отмены. Запуск или остановка регистрации данных производится из меню RECORD.

### 3.4. Подменю SIGNALS (сигналы)

Это меню позволяет выбрать сигналы и вычисляемые параметры для сохранения в течение регистрации (записи) данных. Можно выбрать максимум 64 сигнала, количество оставшихся свободных ячеек показывается в верхнем правом углу дисплея и аналогично для меню **Signals (Сигналы)** и **Harmonics (Гармоники)**.

Подменю **Signals** позволяет выбирать значение фазы и/или суммарное значение 3ф.

**Примечание:** *Выбирая сигнал напряжения U, Вы также автоматически разрешаете регистрацию искажений напряжения для этой фазы (если режим регистрации искажения напряжения выбрано как **FIXED (фиксированное)** или **VARIABLE (переменное)**).*

RECORDER : signals				+51
L 1	U	S+	Pfc+	Pfc - Qi +
	I	S-	Pfi +	Pfi - Qi -
	P+	P-	Qc+	Qc - dPf
L 2	U	S+	Pfc+	Pfc - Qi +
	I	S-	Pfi +	Pfi - Qi -
	P+	P-	Qc+	Qc - dPf
L 3	U	S+	Pfc+	Pfc - Qi +
	I	S-	Pfi +	Pfi - Qi -
	P+	P-	Qc+	Qc - dPf
T	Pt+	Pftc+	Pfti+	Freq S+
	Pt-	Pftc-	Pfti-	Inul S-
	►Qtc+	Qtc-	Qti+	Qti- Uu

Рисунок 10 – Подменю сигналов

Используйте кнопки ВЛЕВО, ВПРАВО, ВВЕРХ и ВНИЗ чтобы выбрать нужный сигнал. Разрешите или запретите сигнал для записи кнопкой **SELECT**.

Нажмите **ENTER** для подтверждения новых установок или **ESC** для отмены.

### 3.4 Подменю HARMONICS (гармоники)

Это меню позволяет выбирать гармоники, которые будут храниться в течение регистрации данных (записи) для режима PERIODICS. Можно выбрать максимум 64 сигнала, количество оставшихся свободных ячеек показывается в верхнем правом углу дисплея и аналогично для меню Signals (Сигналы) и Harmonics (Гармоники).

Выбранные гармоники действительны для всех выбранных фаз (L1, L2, L3 как показано вверху экрана).

Невозможно установить разные комбинации для отдельной фазы.

Выбирая одной или более гармоник, Вы автоматически выбираете измерение суммарный коэффициент гармоник (THD).

Используйте кнопки ВЛЕВО, ВПРАВО, ВВЕРХ и ВНИЗ чтобы выбрать нужный сигнал. Разрешите или запретите сигнал для записи кнопкой **SELECT**.

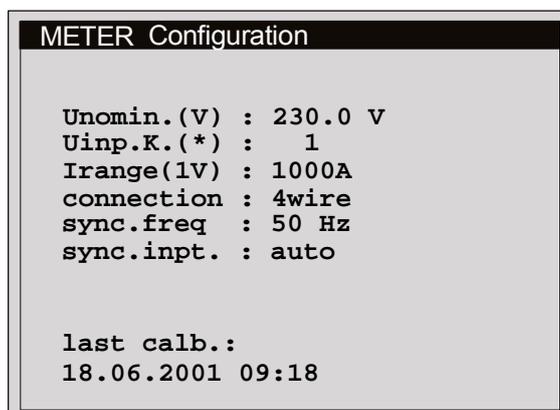
Нажмите **ENTER** для подтверждения новых установок или **ESC** для отмены.

RECORDER : harmonics		+47						
enabled on :	<input checked="" type="checkbox"/> L1	<input type="checkbox"/> L2	<input type="checkbox"/> L3					
thd :	<input type="checkbox"/> thdU	<input type="checkbox"/> thdI						
harmonics :								
<b>U</b>	02	<b>03</b>	04	<b>05</b>	06	<b>07</b>	08	<b>09</b>
	10	11	12	13	14	15	16	17
▶	18	19	20	21	22	23	24	25
	26	27	28	29	30	31	32	33
	34	35	36	37	38	39	40	41
<b>I</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	06	07	08	09
	10	11	12	13	14	15	16	17
	18	19	20	21	22	23	24	25
	26	27	28	29	30	31	32	33
	34	35	36	37	38	39	40	41

Рисунок 11 – Подменю гармоник

### 3.5. Подменю **METER CONFIGURATION** (настройка измерителя)

Это меню позволяет установить различные входные параметры. Эти параметры используются для вычислений действительного значения СКЗ для всех измерений и вычисляемых значений, для масштабирования входных сигналов и для синхронизации.



**Рисунок 12** – Подменю настройки измерителя

Используйте кнопки ВВЕРХ и ВНИЗ для выбора нужного параметра.

$U_{\text{NOMIN.}}(\text{V})$	Диапазон: от 50.0 до 450.0 В	Номинальный диапазон измерения входов напряжения прибора. Используется только для вычисления и отображения результатов. По умолчанию равно 230.0 В.
$U_{\text{inp.K.}}(*)$	Диапазон: от 1 до 800	Коэффициент масштабирования входов напряжения. Предназначен для внешних трансформаторов напряжения или делителей напряжения и обеспечивает, чтобы показания были связаны с первичными. Пример: для 11 кВ / 110 В, коэффициент усиления должен быть установлен в 100. $U_{\text{inp.K.}}$ Значение по умолчанию 1. Отображаемый полный диапазон напряжений - $U_{\text{NOMIN.}} \cdot U_{\text{INP.K.}}$
$I_{\text{range}}(1\text{V})$	Диапазон: от 1 А до 24 кА	Коэффициент масштабирования входов тока. Определяет эквивалент тока для входного сигнала 1 В. Используйте кнопки ВЛЕВО и ВПРАВО для установки $I_{\text{range}}$ Значение по умолчанию 1000 А.

<b>connection соединение</b>  <b>4 проводное</b>  <b>3 проводное</b>  <b>Аарона</b>	Определяет способ соединения прибора с трехфазной системой: 3-фазная 4- проводная система (с нулевым проводом). Используются все входы тока и напряжения. 3-фазная 3- проводная система (без нулевого провода ) Используются три трансформатора тока 3-фазная 3- проводная система (без нулевого провода ) (также известная как "метод 2 ваттметров"). Используются два трансформатора тока selection. Нажмите <b>SELECT</b> для выбора типа соединения
<b>sync. freq. частота синхрониза ции</b>	По умолчанию – частота сети для входного периода/сканирования 50 Гц, 60 Гц Игнорируется, если прибор определяет нужную частоту на выбранном входе синхронизации. Нажмите <b>SELECT</b> для выбора частоты сети.
<b>sync. inp. вход синхрониза ции</b>	По умолчанию вход синхронизации Используйте фиксированный вход для синхронизации или режим автоопределения (автоматическое сканирование нужного входа синхронизации). Нажмите <b>SELECT</b> для выбора входов U <sub>1</sub> , U <sub>2</sub> , U <sub>3</sub> , I <sub>1</sub> , AUTO

Нажмите **ENTER** для подтверждения новых установок или нажмите **ESC** для отмены.

## 4. РЕГИСТРАТОР (РЕГИСТРАЦИЯ ДАННЫХ)

Используйте эту функцию, чтобы отобразить текущий статус регистрации (записи) данных и выбранных параметров регистрации данных.

Регистрация может быть начата или остановлена из этого экрана.

### 4.1. Начало или остановка регистрации данных

Следующая процедура описывает начало и/или остановку регистрации данных:

- a) Нажмите кнопку **SELECT**                      Открывается окно ввода пароля
- b) Введите пароль                      После подтверждения пароля нажмите **ENTER** для начала или остановки регистрации данных (в зависимости от состояния экрана)
- c)    Если выбрано START (начало), прибор проверяет текущие установки параметров регистрации перед началом регистрации данных.

```

rec.stat: STOP
buf.mode: READY (circ.)

start: AUTO
      18.05.1999 14:25:00
stop:  MANUAL
      20.05.1999 10:38:10

statist: OFF   anomal: 3
periods:  14   int.pr: 60s
          max: 2384 remain: 17s
power off/on: 0
20.05.1999      12:44:39

```

Рисунок 13 – Примеры экранов RECORDER (регистратора)

<b>rec.stat.</b>	Текущий статус регистрации:
	<b>WAIT</b> Регистратор (в режиме AUTO -автоматическом) ожидает начала даты/времени
	<b>RUN</b> Идет регистрация
	<b>STOP</b> Регистратор (в режиме AUTO -автоматическом) остановлен вручную Регистрация прервана
	<b>COMPLETE</b> Регистрация завершена
<b>buf.stat</b>	Доступна памяти записи
	<b>EMPTY</b> Память пуста
	<b>READY</b> Данные присылающиеся; ждать "download"
	<b>SAVED</b> Данные присылающиеся; ранее "downloaded"
<b>start</b>	Если прибор находится в режиме <b>Rec.Wait</b> , и память пуста, то отображаются запрограммированные дата и время начала. Если прибор находится в режиме <b>Rec.Run</b> , то отображаются текущие дата и время начала регистрации (в противоположность запрограммированным)
<b>stop:</b>	Если прибор находится в режиме <b>Rec.Wait</b> or <b>Rec.Run</b> , то отображаются запрограммированные дата и время остановки. Если прибор находится в режиме <b>Rec.Stop</b> или <b>Rec.Complete</b> , о отображаются текущие дата и время окончания регистрации (в противоположность запрограммированным) При определенных обстоятельствах прибор также отображает причину остановки регистрации:
	<b>MANUAL BREAK</b> Ручная остановка в автоматическом режиме остановки
	<b>END OF MEM.</b> Память заполнена (в линейном режиме запоминания)
<b>statist.</b>	Разрешен (ON) или запрещен(OFF).статистический анализ
<b>anomal.</b>	Номер определенных и сохраненных искажений напряжения. При нахождении в режиме искажений напряжения, мигающая стрелка показывает номер.
<b>Periods</b>	Номер записанных периодов со времени начала регистрации данных.
<b>int.pr.</b>	Текущий период интегрирования (IP) в секундах.

- max.** Приблизительное максимальное число периодов, которые можно сохранить (только в режиме линейного буфера).
- remain** Остальное время в настоящее время периоде внедрения
- power** Номер событий включения/выключения питания в течение текущего записываемого периода .

## 5. ЭНЕГРИЯ

Эта функция показывает разные счетчики энергии.

eP=	000000000.00	kWh
eQC=	000000000.00	kVA r h
eQi=	000000000.00	kVA r h
<b>SUBTOTAL</b>		
eP=	000000000.00	kWh
eQC=	000000000.00	kVA r h
eQi=	000000000.00	kVA r h
<b>LAST I.P.</b>		
eP+=	00000.00	kWh
eQc+=	00000.00	kVA r h
eQi+=	00000.00	kVA r h
eP- =	00000.00	kWh
eQc- =	00000.00	kVA r h
eQi- =	00000.00	kVA r h

**Рисунок 14** – Счетчики энергии

Три верхние линии : Суммарные кумулятивные счетчики  
 Активной энергии **Ep** в кВт  
 Реактивной емкостной энергии **EQC** в квар  
 Реактивной индуктивной энергии **EQi** в квар

Линии SUBTOTAL: Промежуточные кумулятивные счетчики  
 Активной энергии **Ep** в кВт  
 Реактивной емкостной энергии **EQC** в квар  
 Реактивной индуктивной энергии **EQi** в квар

Для сброса суммарных и/или промежуточных счетчиков:

- Нажмите кнопку **SELECT**. Откроется окно ввода пароля.
- Введите пароль.
- После подтверждения пароля, нажмите **ENTER** для сброса промежуточных или **ESC** для выхода.
- После сброса промежуточных нажмите **ENTER** для сброса суммарных или **ESC** для выхода.

Линии LAST IP: Показывают энергию за последний период интегрирования (если активна регистрация данных):

Активная положительная энергия	<b>Er+</b> в кВт
Реактивная положительная емкостная энергия	<b>EQc+</b> в квар
Реактивная положительная индуктивная энергия	<b>EQi+</b> в квар
Активная отрицательная энергия	<b>Er+</b> в кВт
Реактивная отрицательная емкостная энергия	<b>EQc+</b> в квар
Реактивная отрицательная индуктивная энергия	<b>EQi+</b> в квар

**Примечание:** Должен быть выбран по крайней мере один сигнал из подменю сигналов (рисунок 10) и периодический режим в подменю настроек (рисунок 9)

## 6. СПЕКТР

### 6.1. Гармонический анализ

Эта функция показывает результат вычисления быстрого преобразования Фурье (БПФ) в цифровом и графическом виде.

Графики автомасштабируются чтобы обеспечить максимальное разрешение.

Верхняя линия дает информацию о выбранном входе ( $U_1, I_1, U_2, I_2, U_3, I_3$ ), его абсолютное значение и частоту синхронизации.

Нижняя линия предоставляет сведения о выбранной гармонической составляющей и ее абсолютном и процентном значении. Соответствующий столбец гистограммы обозначается мигающей стрелочкой.

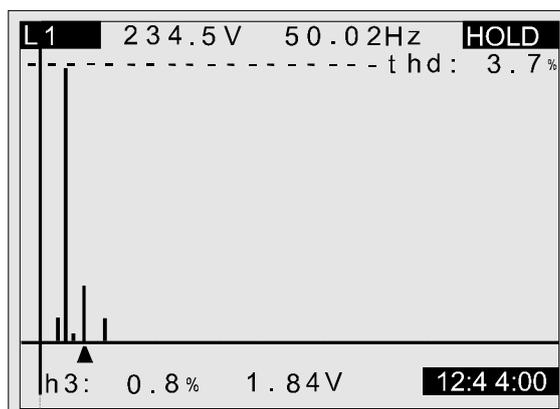


Рисунок 15 – Гармонический анализ

Используйте кнопку ВЛЕВО и ВПРАВО для выбора необходимой гистограммы и кнопку **SELECT** для выбора нужного входного сигнала ( $U_1, I_1, U_2, I_2, U_3, I_3$ ).

## 7. ИЗМЕРИТЕЛЬ

Эта функция показывает основные измеряемые величины (переменного тока) в трехфазной системе. Формат дисплея и надписей (V, kV, A, kA, W, kW, MW, и т.д....) автоматически выбираются в соответствии с измеряемой величиной.

Отображаются следующие величины:

Фазное среднеквадратическое напряжение ( $U_1, U_2, U_3$ ).

Фазный среднеквадратический ток ( $I_1, I_2, I_3$ ).

Пофазная активная, кажущаяся и реактивная мощность с указанием знака ( $\pm P, \pm S, \pm Q$ ).

Коэффициент мощности с указанием характера (емкостной или индуктивный).

Угол сдвига фаз между напряжением током.

Междуфазное среднеквадратическое напряжение ( $V_{1-2}, V_{2-3}, V_{3-1}$ ).

Общая активная, кажущаяся и реактивная мощность с указанием знака. ( $\pm P_t, \pm S_t, \pm Q_t$ )

Общий коэффициент мощности с указанием характера (емкостной или индуктивный).

Частота сети.

Ток нейтрали, СКЗ.

4W	L 1 :	L 2 :	L 3 :	HOLD
U :	234 . 5	234 . 5	234 . 5	V
I :	854 . 3	854 . 3	854 . 3	A
P :	132 . 22	132 . 22	132 . 22	kW
S :	200 . 33	200 . 33	200 . 33	kVA
Q :	-150 . 49	-150 . 49	-150 . 49	kVAr
Pf :	0 . 66c	0 . 66c	0 . 33i	
$\phi$ :	0 . 72	0 . 72	0 . 72	
Uu :	407 . 6	407 . 6	407 . 6	V
TOTALS : SEQ: 1 2 3 - Pow?				
Pt :	400 . 44	kW	Fr :	50 . 02 Hz
St :	554 . 22	kVA	In :	7 . 3 A
Qt :	383 . 15	kVAr	Pft :	0 . 72i
20 . 05 . 1999 .				18 : 44 : 00

Рисунок 16 – Экран дисплея измерителя

**Примечания:** В трехфазной системе с трехпроводным типом соединения прибор не отображает значения для третьей фазы. Средняя (общая) линия может затем показать два сообщения:

**seq?** Когда трехфазная система не соединена в правильной последовательности фаз ( $L_1-L_2-L_3$ ).

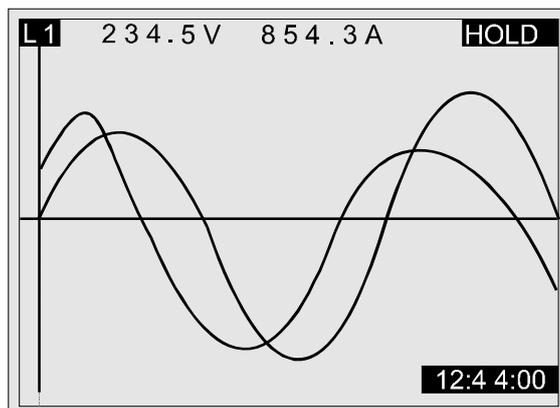
**pow?** Когда активная мощность одной или нескольких фаз отрицательна.

Частота отобразится в обратном виде, если прибор не может найти правильный вход синхронизации. Используется частота синхронизации по умолчанию (если не указано другое).

## 8 SCOPE (ФУНКЦИЯ ОСЦИЛЛОГРАФА)

Эта функция обеспечивает отображение формы сигнала вместе с обобщенными характеристиками сигнала. Отображаемые сигналы автомасштабируются для соответствия дисплею и могут очень сильно зависеть от общегармонического искажения.

Верхняя линия показывает выбранный вход ( $U_1$ ,  $I_1$ ,  $U_2$ ,  $I_2$ ,  $U_3$ ,  $I_3$ ), его значение и частоту синхронизации.



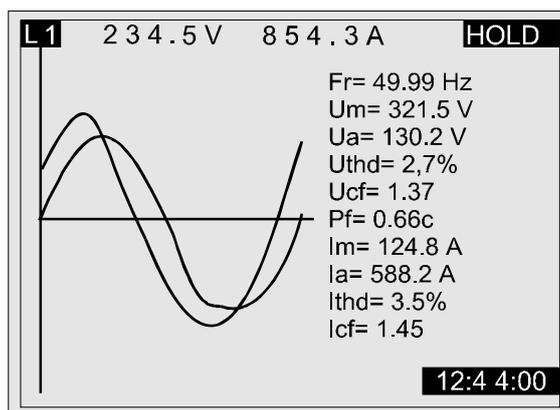
**Рисунок 17** – Дисплей осциллографа без дополнительной информации

Используйте кнопку **SELECT** для переключения между опциями отображения сигнала (**L<sub>1</sub>**, **L<sub>2</sub>**, **L<sub>3</sub>**, **3U**, **3I**, **L<sub>1</sub>...**).

Отображение дополнительной информации управляется нажатием кнопки **ENTER**.

Для масштабирования формы сигнала напряжения Используйте кнопки ВЛЕВО и ВПРАВО

Для масштабирования формы сигнала тока: Используйте кнопки ВВЕРХ и ВНИЗ



**Рисунок 18** – Дисплей осциллографа с отображение дополнительной информации

## 9. ЧАСТОТА И ИНФОРМАЦИЯ О ПРЕВЫШЕНИИ ПРЕДЕЛА

### Для экранов METER, SCOPE и SPECTRUM

Частота синхронизации измеряется на входе, выбранном в меню настройки измерителя ( $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ ,  $I_1$  или AUTO). Если нет доступной частоты для определения (после фильтрации программным способом) прибор, если он в автоматической режиме, будет сканировать другие каналы для поиска сигнала, который можно использовать для синхронизации. Если не будет найдено стабильной частоты, прибор использует по умолчанию (50-60 Гц) частоту, выбранную в меню настройки измерителя и покажет значение этой частоты в обратном виде.

Обнаруженное на каком-либо входе превышение предела отобразится на дисплее прибора в обратном режиме значения конкретного входа.

Условиями превышения предела являются:

- а) входы напряжения:  $U > 550$  В перем.тока СКЗ и/или  $U > 770$  Vp,
- б) входы тока:  $U > 2$  В перем.тока СКЗ и/или  $U > 2.5$  Vp

## РАЗДЕЛ IV

# ПОДКЛЮЧЕНИЕ К СЕТИ



**ВНИМАНИЕ!** Этот прибор требует подключения к опасному напряжению. Используйте соответствующие средства защиты



Этот прибор можно подключить к трехфазной сети тремя способами:

- 3фазная 4проводная система L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, N; I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>
- 3фазная 3проводная система L<sub>12</sub>, L<sub>23</sub>, L<sub>31</sub>; I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>
- 3фазная соединение Аарона (2 ваттметра) L<sub>12</sub>, L<sub>32</sub>, I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>

Схема подключения должна быть определена в меню настройки METER (измерителя) (см рисунок 19 ниже).

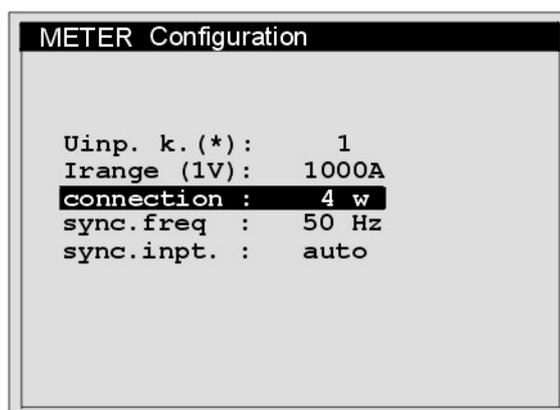


Рисунок 19 – Меню настройки измерителя

Используйте кнопки ВЛЕВО и ВПРАВО для выбора соответствующей схемы подключения

При подключении прибора важно, чтобы были правильными как подключения напряжения, так и тока. В частности, нужно соблюдать следующие правила:

- **Токовые трансформаторы с токовыми клещами**
- Стрелки на токовых трансформаторах с токовыми клещами должны быть направлены в направлении течения тока от источника к нагрузке
- Если токовые трансформаторы с токовыми клещами подключены обратно, измеряемая мощность в фазе будет отрицательной
- **Фазировка**
- Токовые трансформаторы с токовыми клещами, подключенные к разъему токового I<sub>1</sub>, ДОЛЖНЫ измерять ток в линии фазы, к которой подключен щуп напряжения.

Подключения показаны на рисунках 20, 21 и 22 ниже.

В системе, в которой измеряется напряжение на вторичной стороне трансформатора (скажем, 11 кВ / 110 В), необходимо ввести коэффициент трансформатора напряжения, чтобы были произведены правильные измерения (см. раздел III, п. 3.2.5 Настройка измерителя).

## 1. 3фазная 4проводная система (с нейтральным проводом)

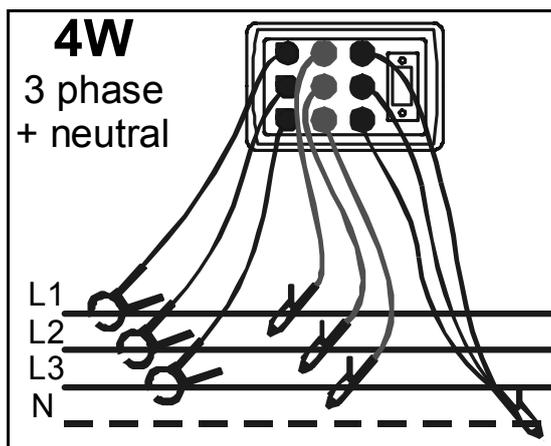


Рисунок 20 - 3фазная 4проводная система

## 2. 3фазная 3проводная система с тремя трансформаторами тока (без нейтрального проводника)

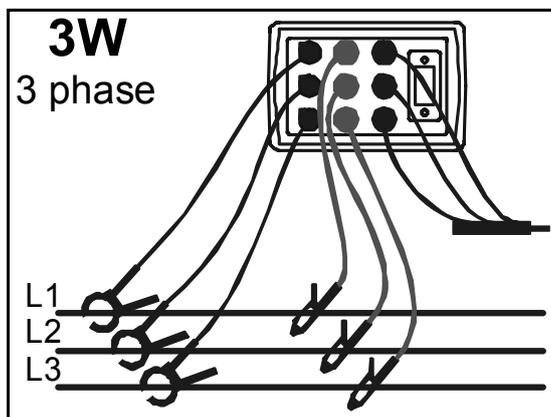


Рисунок 21 - 3фазная 3проводная система с тремя трансформаторами тока

## 3. 3фазная 3проводная система с двумя трансформаторами тока (соединение 2 ваттметров)

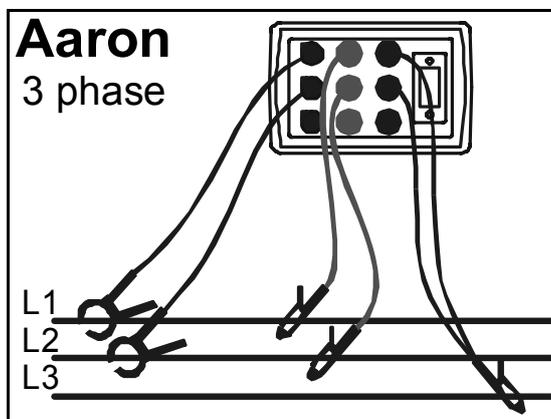
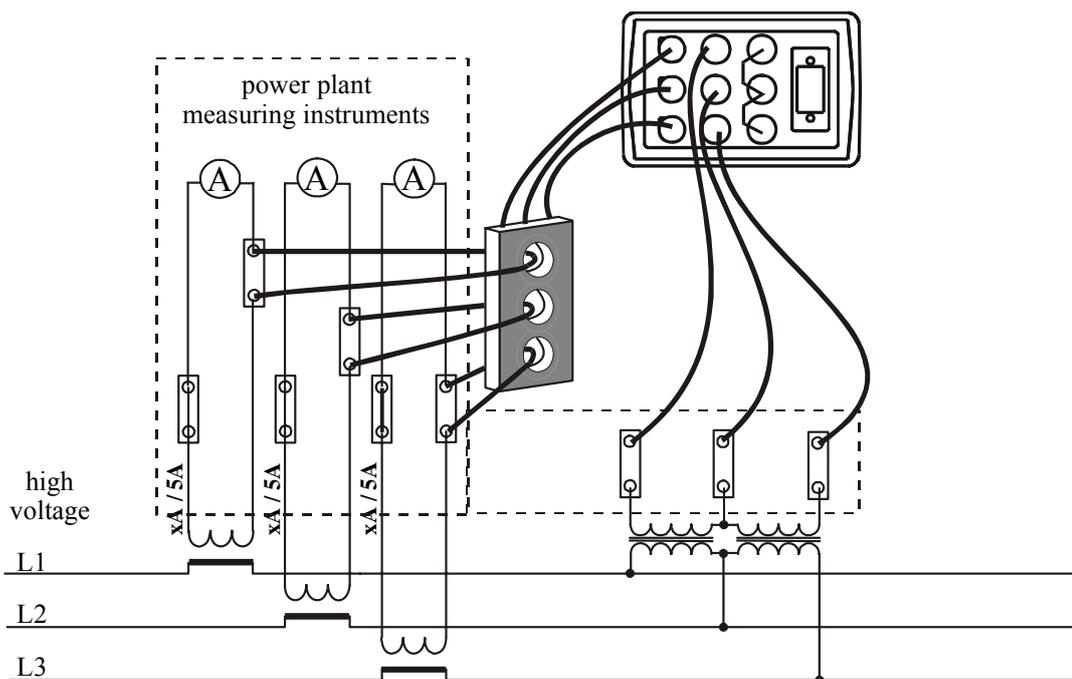


Рисунок 22 - 3фазная 3проводная система с двумя трансформаторами тока (соединение 2 ваттметров)

**ВНИМАНИЕ**

Подключение трансформаторов тока  
Вторичная обмотка трансформаторов тока НЕ должна быть  
разомкнута при присутствии питания в схеме.  
Открытая вторичная обмотка может привести к появлению  
опасного высокого напряжения на разъемах.



**Рисунок 23** – Соединение к существующим трансформаторам тока в высоковольтной системе

## РАЗДЕЛ V

# ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПК

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Анализаторы гармоник электрической энергии MI 2092 полностью снабжен современным совместимым с Windows программным обеспечением, которое может быть использовано для:

- Настройки прибора
- Установки параметров измерения
- Загрузить записанные данные
- Автономный анализ записанных данных
- Оперативный сбор и анализ текущего напряжения и мощности.

Программное обеспечение также позволяет включать измеренные данные и не только в разного вида отчеты.

Минимальные требования для работы программного обеспечения – совместимость с Windows 95.

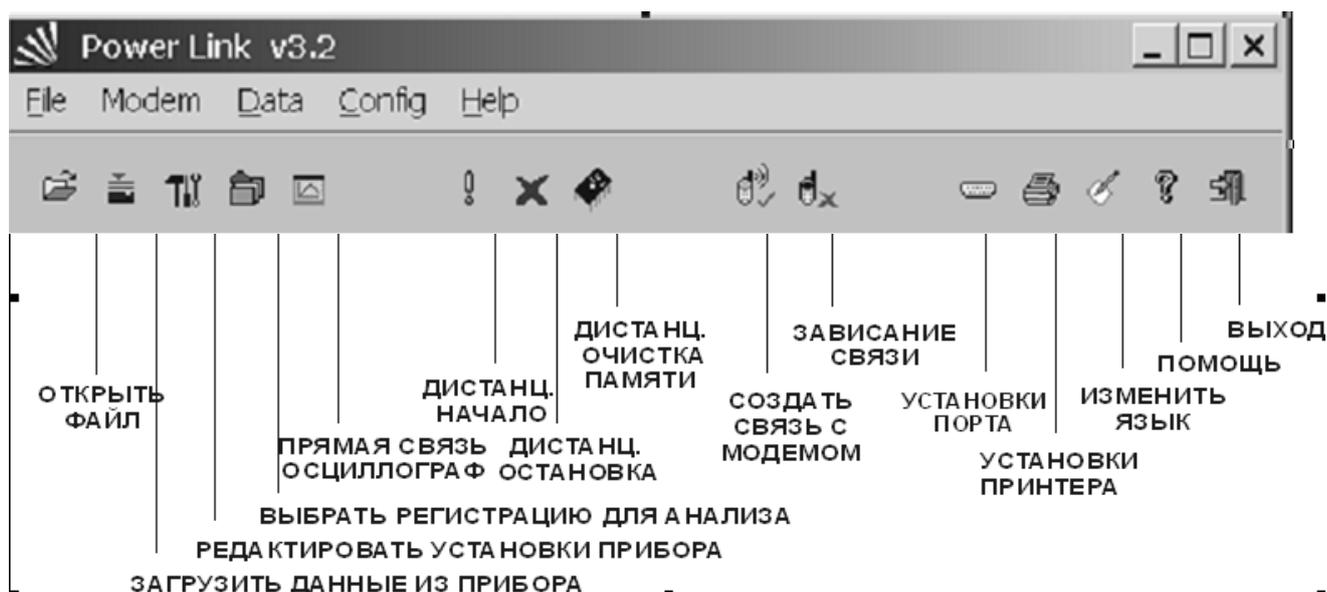


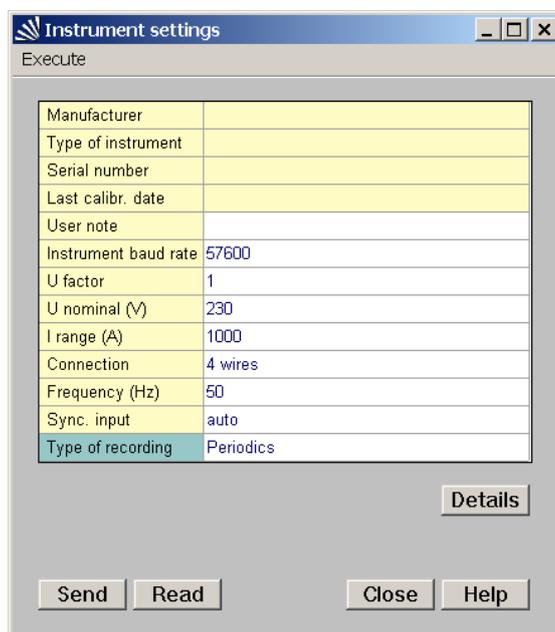
Рисунок 24 – Основной экран

Основной экран – начальная точка для всех действий. Оно предоставляет основную информацию о приборе и нажатием кнопок панели управления и выбором выпадающих меню позволяет выбирать все возможные функции. Кнопки дают доступ к:

- Загрузке данных
- Установке параметров прибора
- Анализу загруженных или предварительно сохраненных данных
- Прямому соединению – Работа в онлайн-режиме с прибором
- началу/остановке регистрации данных

## 2 НАСТРОЙКА ПРИБОРА

Для настройки параметров прибора дважды щелкните на **Settings (установки)**; программа загрузит текущие установки из прибора и покажет их на экране.



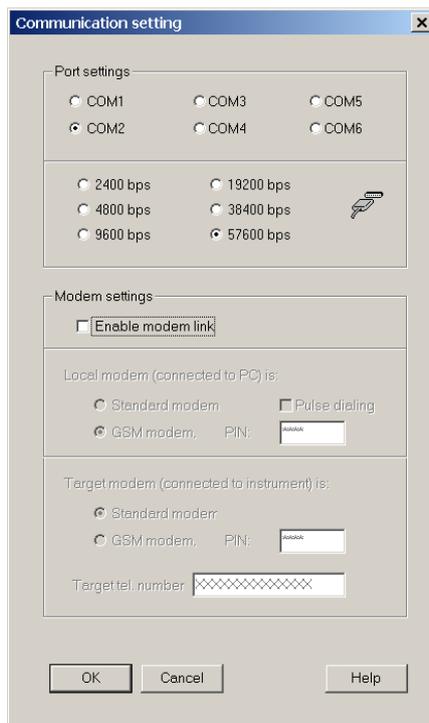
**Рисунок 25** - Экран настройки прибора

Экран настройки прибора содержит данные о приборе и поля и кнопки параметров. Кнопки:

<b>Details</b>	Для редактирования параметров выбранного записываемого типа
<b>Детали</b>	
<b>Send</b>	Для передачи установленных параметров прибору
<b>Передача</b>	
<b>Read</b>	Для загрузки установленных параметров из прибора
<b>Чтение</b>	
<b>Close</b>	Чтобы закрыть это окно
<b>Закреть</b>	
<b>Help</b>	Для запуска помощи в режиме онлайн
<b>Помощь</b>	

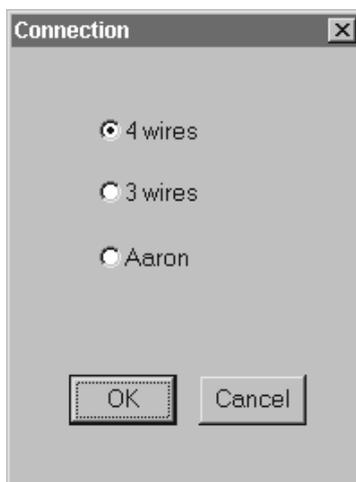
Чтобы изменить параметры полей, дважды щелкните на поле и выберите нужную опцию.

<b>User note</b>	Это поле позволяет ввести любой текст: имя, ссылки и др.
<b>Примечание пользователя</b>	
<b>Instrument Baud Rate</b>	Увеличьте/уменьшите это значение, используя PgUp / PgDown или двойным щелчком для появления следующего диалога, см рисунок 26.
<b>Скорость передачи прибора</b>	



**Рисунок 26** – экран установки скорости передачи

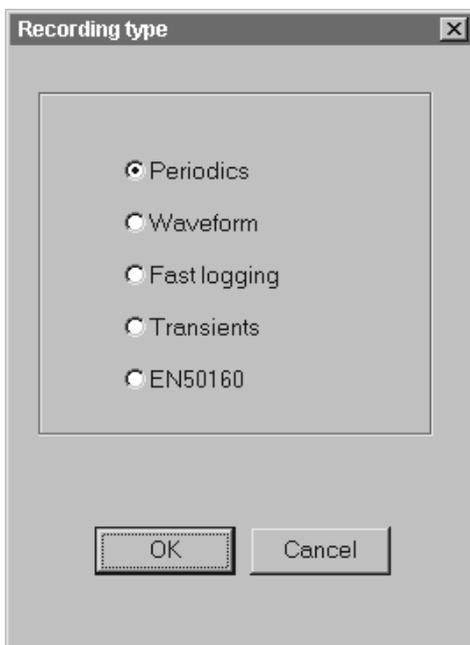
U factor	Коэффициент преобразования напряжения
коэффициент	Увеличьте/уменьшите это значение, используя PgUp / PgDown.
U	
U nominal	Номинальное напряжение
Номинальное	Увеличьте/уменьшите это значение, используя PgUp / PgDown
U	
I range (A)	Масштабный множитель для трансформаторов тока
Диапазон I	Увеличьте/уменьшите это значение, используя PgUp / PgDown
Connection	Выбор типа соединения системы
	Примечание: Аарона – это трехпроводное измерение с двумя трансформаторами тока



**Рисунок 27** - Экран соединения

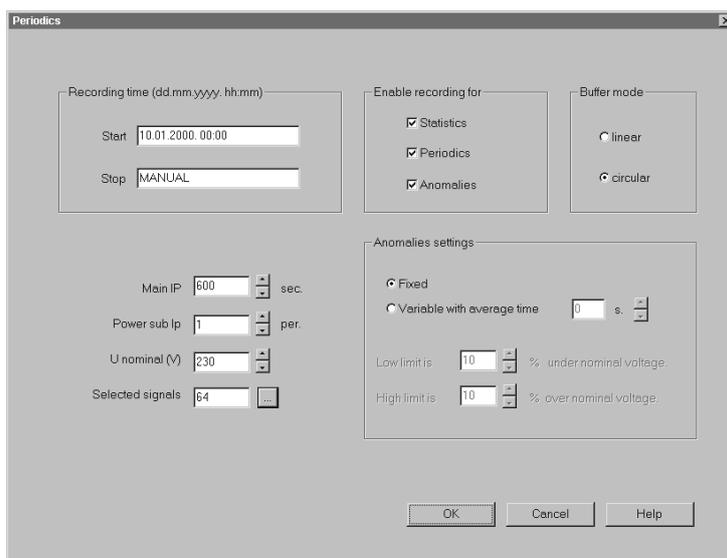
Frequency (Hz) Частота  
 Sync. Input Вход частоты синхронизации  
 Type of recording Тип записи

Для переключения между 50 Гц и 60 Гц, дважды щелкните на поле Frequency  
 Выбирайте вход с использованием кнопок PgUp / PgDown  
 Выберите требуемый тип анализа данных



**Рисунок 28** – Экран настройки записи

Для просмотра деталей выбранного типа записи щелкните на кнопке DETAILS.  
 Для возврата в главное меню щелкните на кнопке Close.



**Рисунок 29** – Экран детальной информации для записи периодических событий



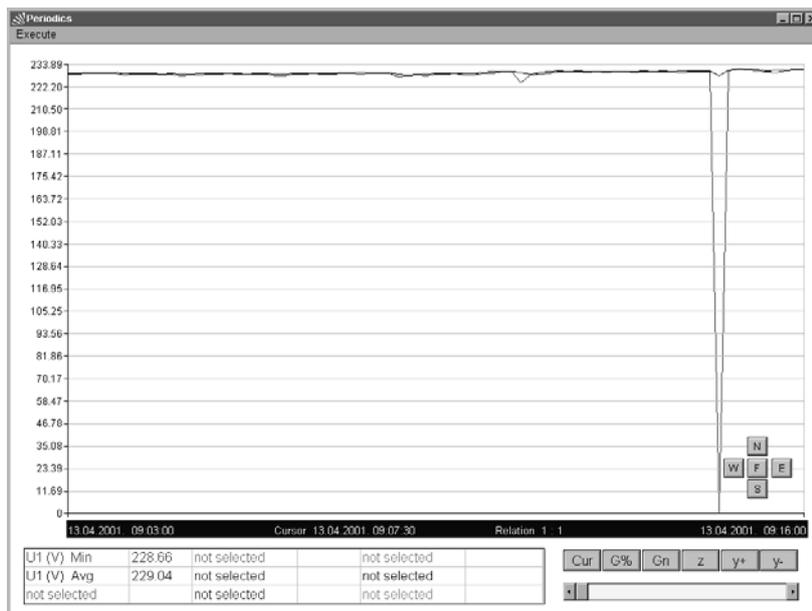
**Периодический анализ**

Записанные данные можно анализировать в цифровом виде.

Time	U1 (V) Min	U1 (V) Avg	U1 (V) Max	U2 (V) Min	U2 (V) Avg	U2 (V) Max
16.06.1999 05:21:38	228,04	228,13	228,33	225,97	226,07	226,35
16.06.1999 05:21:39	228,13	228,33	228,42	226,16	226,26	226,45
16.06.1999 05:21:40	228,23	228,33	228,42	226,26	226,26	226,45
16.06.1999 05:21:41	228,23	228,33	228,42	226,26	226,26	226,45
16.06.1999 05:21:42	228,33	228,42	228,61	226,35	226,45	226,64
16.06.1999 05:21:43	228,42	228,52	228,61	226,45	226,45	226,64
16.06.1999 05:21:44	228,33	228,42	228,61	226,35	226,45	226,54
16.06.1999 05:21:45	228,33	228,42	228,61	226,35	226,35	226,54
16.06.1999 05:21:46	228,33	228,33	228,52	226,26	226,35	226,54
16.06.1999 05:21:47	228,23	228,33	228,42	226,16	226,26	226,35
16.06.1999 05:21:48	228,13	228,23	228,42	226,16	226,26	226,45
16.06.1999 05:21:49	228,13	228,23	228,33	226,16	226,16	226,35
16.06.1999 05:21:50	228,04	228,13	228,33	226,07	226,16	226,35
16.06.1999 05:21:51	228,13	228,23	228,42	226,16	226,16	226,35
16.06.1999 05:21:52	228,13	228,23	228,42	226,07	226,16	226,45
16.06.1999 05:21:53	228,13	228,33	228,42	226,16	226,26	226,45
16.06.1999 05:21:54	228,13	228,23	228,42	226,16	226,26	226,45
16.06.1999 05:21:55	228,23	228,33	228,42	226,26	226,26	226,45
16.06.1999 05:21:56	228,23	228,33	228,42	226,26	226,26	226,45
16.06.1999 05:21:57	228,23	228,23	228,42	226,16	226,26	226,45
16.06.1999 05:21:58	228,23	228,33	228,52	226,26	226,26	226,45
16.06.1999 05:21:59	228,13	228,23	228,42	226,16	226,26	226,35
16.06.1999 05:22:00	228,13	228,23	228,42	226,16	226,26	226,45
16.06.1999 05:22:01	228,13	228,23	228,52	226,16	226,26	226,45
16.06.1999 05:22:02	228,23	228,33	228,42	226,26	226,26	226,45
16.06.1999 05:22:03	228,13	228,23	228,42	226,16	226,26	226,35
16.06.1999 05:22:04	228,13	228,23	228,33	226,07	226,16	226,35
16.06.1999 05:22:05	228,13	228,23	228,42	226,16	226,26	226,35
16.06.1999 05:22:06	228,23	228,33	228,42	226,26	226,26	226,45
16.06.1999 05:22:07	228,23	228,33	228,42	226,26	226,26	226,35

**Рисунок 34 – Экран табличного анализа данных**

Можно также построить графики по данным с возможностью перемещения и поиска. Для построения графика выберите нужную колонку и затем выберите: Execute \ Draw (Выполнить/нарисовать).



- Кнопки**
- N,S,W,E Кнопки перемещения
  - F Возвращение первичного экрана
  - Cur Включение/выключение курсора
  - G% Ось Y в [%]
  - Gn Обычная ось Y
  - z Окно графика
  - y+ Увеличить масштаб (ось Y)
  - y- Уменьшить масштаб (ось Y)

**Рисунок 35 - : Экран графического анализа данных**

## Искажения напряжения

Записи искажений напряжения (или прерывания напряжения) могут отображаться как в цифровом виде, так и в графическом.

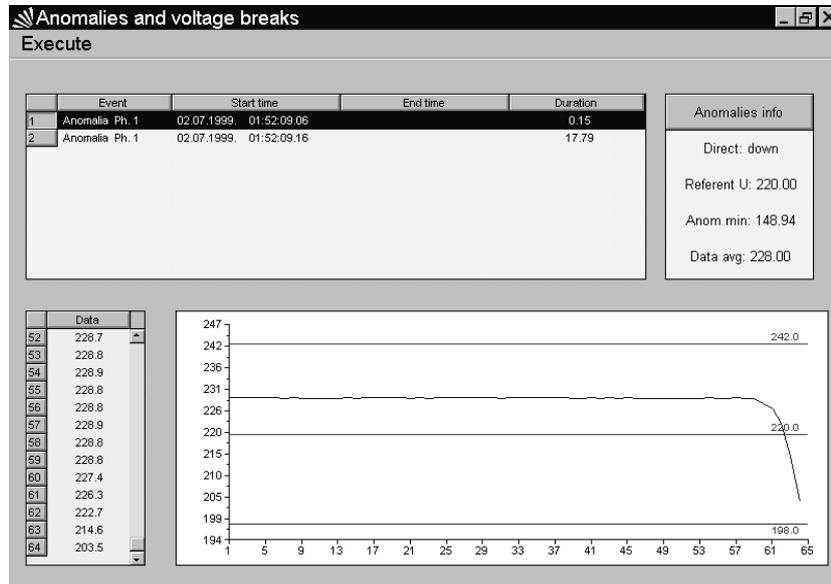


Рисунок 36 – Экран искажений и прерываний напряжения

Предоставляется полный перечень всех искажений напряжения вместе с информацией о установках, и анализ каждой записи можно быстро просмотреть как в графическом виде, так и в виде таблицы.

## Статистический анализ

Статистический анализ записанных данных может отображаться как в цифровом виде, так и в графическом.

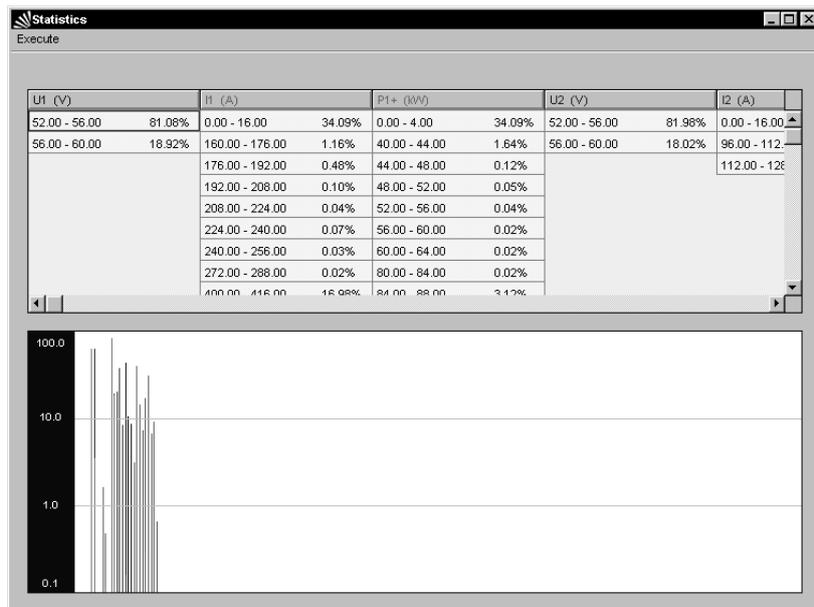


Рисунок 37 – Экран статистического анализа

## 4. ПРЯМАЯ СВЯЗЬ-ОСЦИЛЛОГРАФ

Средство прямой связи позволяет прямую оперативную работу с получением значений в реальном масштабе времени на экране, отображающем входы напряжения и тока. Можно выполнять все вычисления и можно сохранять формы сигналов выбранных входов, экспортируемые в файл ASCII или в буфер средствами анализа третьей группы.

Чтобы открыть соединение прибора, щелкните на кнопке 'go!' (вперед!).

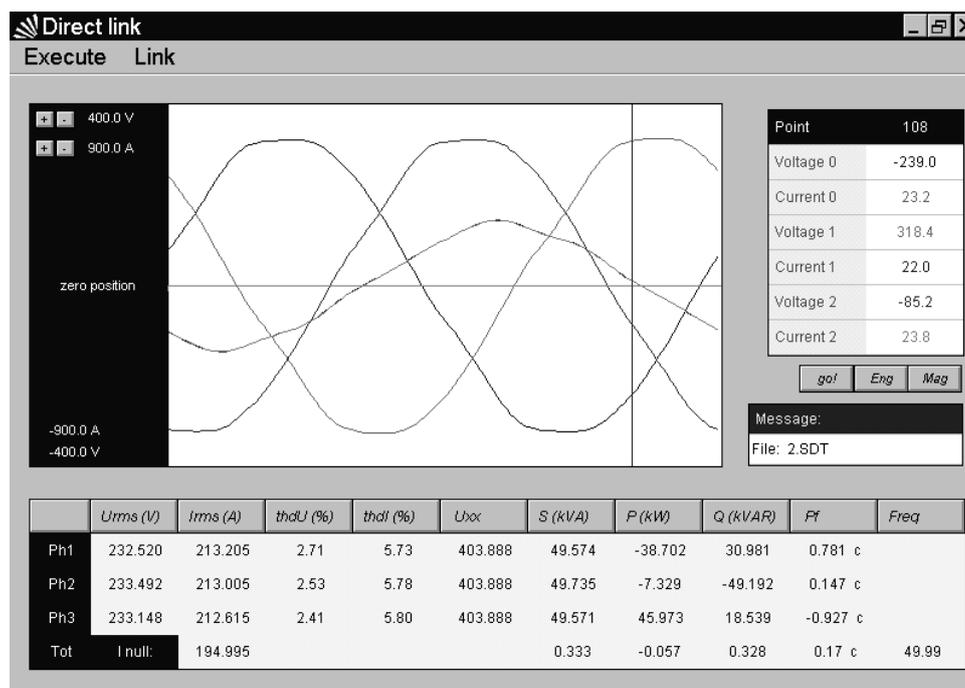


Рисунок 38 – Экран прямой связи осциллографа

Чтобы прочитать **Energies** (энергия) из прибора, щелкните кнопку 'Eng'. Появляется маленькое окно, которое показывает текущие значения энергий.

Для просмотра гармоник как напряжения, так и тока щелкните по кнопке 'Mag'. Появится экран гармонического анализа с шестью гистограммами – три напряжения и три тока, - показывая до 63 гармоник.

Для увеличения масштаба любой диаграммы, щелкните на этом дисплее. Для возвращения дисплея с шестью гистограммами щелкните по дисплею.

Для изменения шкалы любого графика щелкните по вертикальной оси:

- Возле верха для увеличения диапазона.
- Возле низа для расширения шкалы.

Для отображения гармоник в табличной форме выберите 'Show Table' в меню 'Execute'. Перемещение указатель мыши вдоль графика активирует курсор, который обозначает одну гармонику, которая будет прокручиваться при перемещении курсора.

Для возвращения к основному экрану **Direct Link** выберите 'Close' в меню 'Execute'.

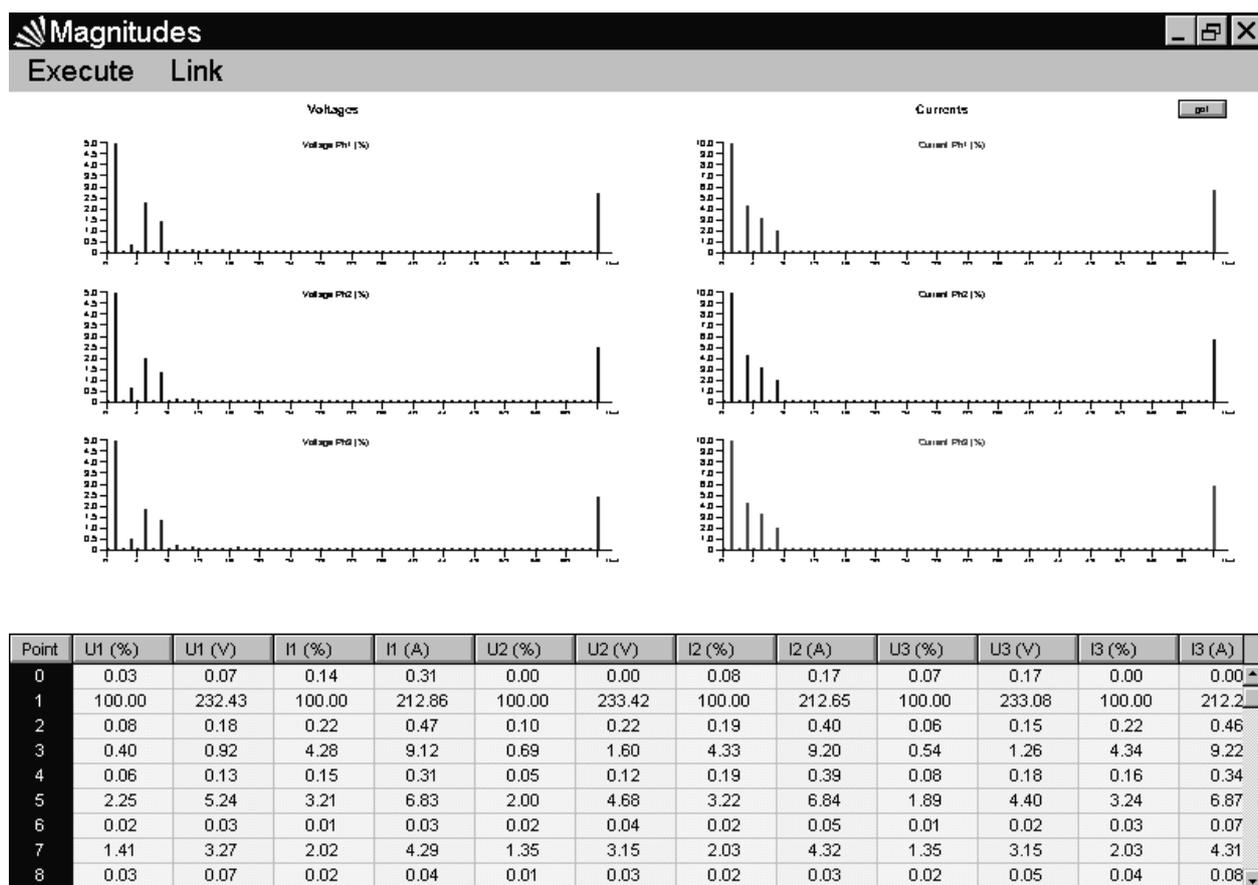


Рисунок 39 – Экран прямого гармонического анализа с табличным дисплеем

**Примечание:** Если дисплей замораживается, то это неподходящее время для дисплея обрабатывать полученные данные. 'Request Time' (время запроса) (в меню 'Execute') должно быть увеличено. Для скорости передачи 57600 время запроса рекомендуется по меньшей мере 1300 мс.

## РАЗДЕЛ VI

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Запись данных – одна из основных функций прибора. Однако, пока записываются данные для последующего анализа, прибор может выполнять одну из следующих функций:

- **Статистический анализ – Статистический анализ измеренных значений.**
- **Периодический анализ – Оперативная запись и анализ разных измеряемых сигналов в течение текущего периода.**
- **Искажения напряжения – Определение и запись искажений напряжения.**
- **Обрывы питания – Определение и запись прерываний питания.**

В отличие от записи обрывов питания, который может выполняться всегда, остальные функции независимы и могут разрешаться или запрещаться пользователем. Принципы измерения те же, как и для всех функций записи и описаны в разделе II-2 выше. Реализация усреднения и статистической обработки приведены ниже в этом разделе.

Данные хранятся в энергонезависимой памяти и могут загружаться в ПК для дальнейшего анализа и распечатки. Загрузка может производиться либо в режиме онлайн, пока производится запись и/или после завершения записи. В независимости от состояния записи прибор может пересылать все значения входного сигнала в ПК (для анализа и просмотра внешних сигналов) каждую секунду.

## 2. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Входной диапазон (от 0 до конечного значения диапазона) для каждой величины делится на 256 делений (100 для коэффициента мощности и  $\cos\varphi$ ). Измеренные величины разбиваются соответствующим образом. Результат представлен в статистической таблице, функции Гаусса, которую можно анализировать с использованием программного обеспечения ПК (см. раздел V выше). Статистический анализ производится только для сигналов, выбранных в подменю Signals (сигналы).

Статистический анализ не применим к измерениям гармоник.

## 3. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Периодический анализ производится в течение запрограммированного периода интегрирования (IP). Пользователь может установить его (от 1 с до 30 мин). В течение периода интегрирования прибор вычисляет максимум, минимум и среднее значение выбранных величин. В конце периода эти величины сохраняются в памяти вместе с датой/временем начала периода и входом синхронизации.

Сохраненные данные отличаются по разным параметрам:

- Для измерений суммарного коэффициента гармоник Только максимальное и среднее значение
- Для гармоник напряжения и угла сдвига фаз напряжение-ток Только максимальное и минимальное значение
- Для гармоник тока Только максимальное значение
- Для остальных параметров Максимальное, минимальное и среднее значение

Активная мощность делится на два значения: импортируемая (положительная) и экспортируемая (отрицательная). Реактивная мощность и коэффициент мощности делятся на четыре значения: положительная индуктивная (+i), положительная емкостная (+c), отрицательная индуктивная (-i) и отрицательная емкостная (-c). Ток нейтрали ( $I_0$ ) не учитывается при измерениях по 3проводной схеме соединения.

Для измерения мощности, напряжения и тока значения хранятся для каждого периода. Значения гармоник и суммарного коэффициента вычисляются для значений каждого восьмого периода.

Для вычисления среднего напряжения, напряжение, меньше 2 % полного диапазона ( $0.02 \times U_n$ ) рассматриваются как обрыв напряжения и исключаются из вычисления.

Сохраненные значения максимума и минимума основываются на значениях, вычисленных в течение каждого входного периода, в то время как средние значения (кроме напряжения, мощности и гармоник) вычисляются в конце каждого периода интегрирования и основаны на количестве входных периодов в периоде интегрирования.

Средние значения для мощности, напряжения и составляющих гармоник не учитывают входной период, в котором напряжение ниже, чем  $0.02 \times U_n$ . Затем, если возникают обрыв питания или всплеск напряжения в течение периода интегрирования или период интегрирования начинается во время обрыва питания, прибор начнет новый период (см. также запись Power Break (обрывы питания) ниже).

Следующие цифры и таблица представляет детальное описание значений, используемых для записи.

Значения обозначений описаны ниже.

## ЗНАЧЕНИЯ ОБОЗНАЧЕНИЙ

### Общие символы

<b>U</b>	СКЗ напряжения
<b>I</b>	СКЗ тока
<b>P</b>	активная мощность
<b>S</b>	кажущаяся мощность
<b>Q</b>	реактивная мощность
<b>I<sub>0</sub></b>	СКЗ тока нейтрали
<b>PF</b>	коэффициент мощности
<b>Cos φ</b>	угол сдвига фаз напряжение-ток
<b>THD</b>	суммарный коэффициент гармоник
<b>H</b>	частная гармоника (%)
<b>h</b>	частная гармоника (В или А)
<b>IP</b>	integration period
<b>dPF</b>	power factor of basic harmonics

### Additional symbols

<b>x</b>	фаза
<b>t</b>	сумма
<b>i</b>	индуктивный (с символами P, Q или PF)
<b>c</b>	емкостной (с символами P, Q или PF)
<b>+</b>	положительный (с символами P, Q или PF)
<b>-</b>	отрицательный (с символами P, Q или PF)
<b>n</b>	номер гармоники (с символами H или h)
<b>a</b>	средний (с любыми общими символами)
<b>m</b>	максимум или минимум (с любыми общими символами)
<b>na</b>	не доступно
<b>pn</b>	№ входного периода в периоде интегрирования (IP)
<b>hpn</b>	№ входного периода для гармоник в IP (pn/8)
<b>ppn</b>	№ входного периода для мощности
<b>upn</b>	№ входного периода для напряжения
<b>PC</b>	персональный компьютер
<b>cr</b>	коэффициент усиления
<b>pb</b>	время прерывания питания в IP

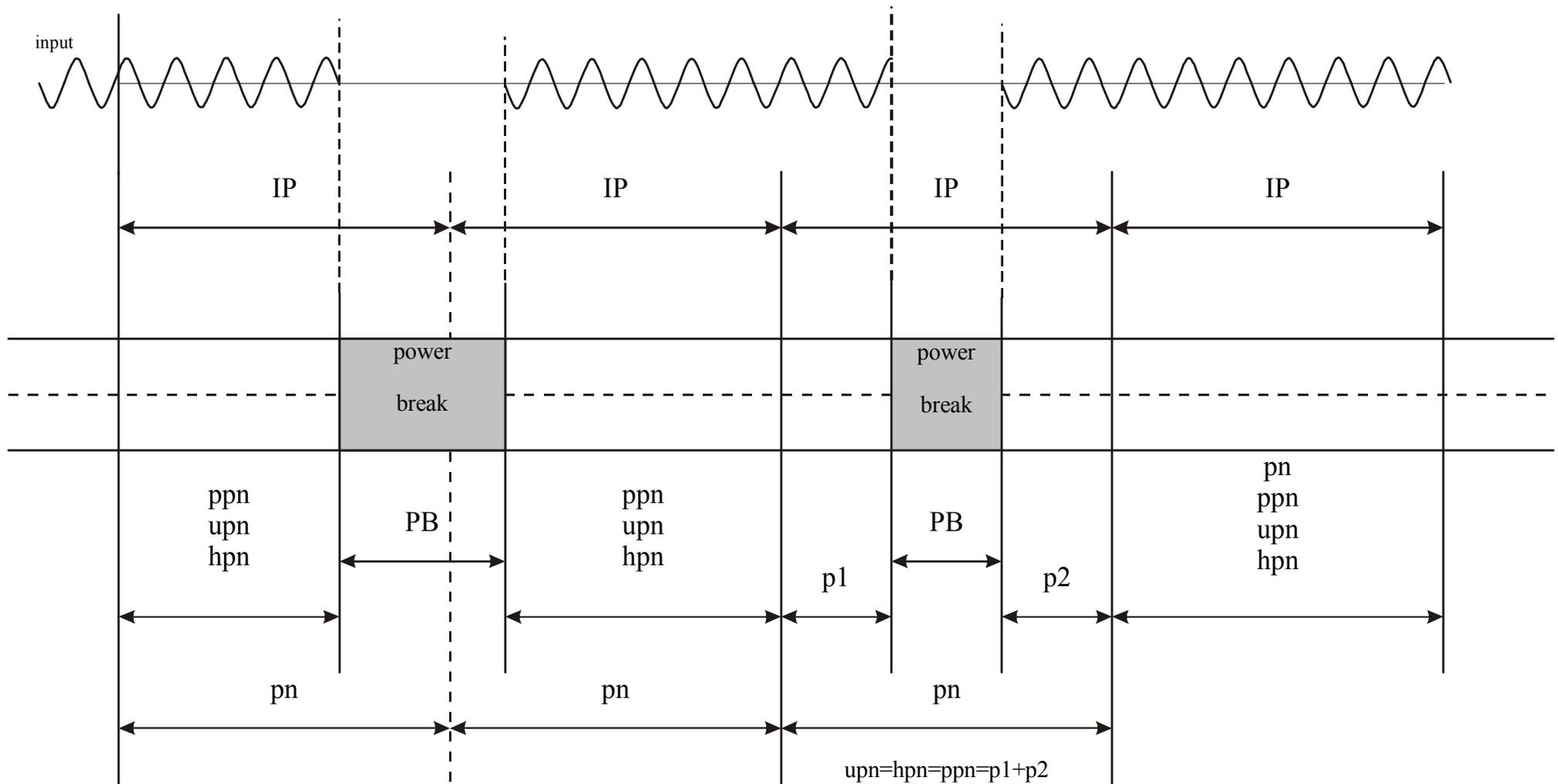


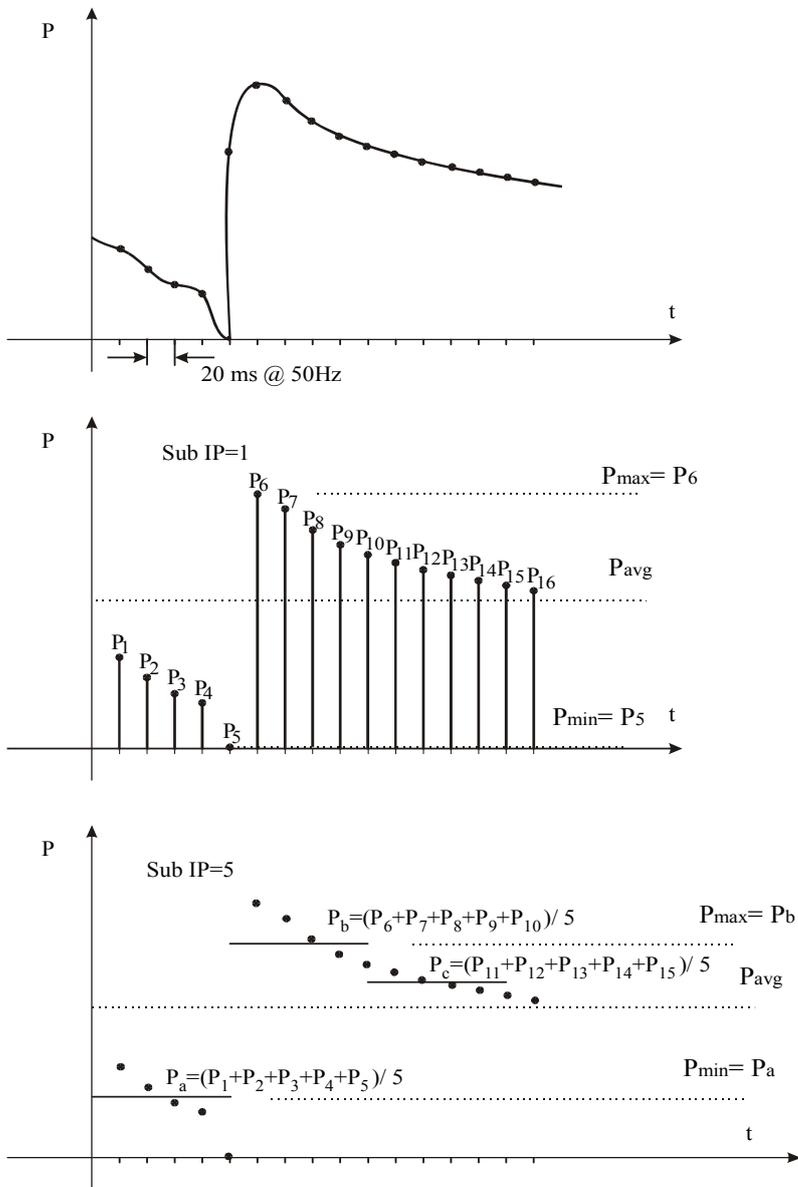
Рисунок 40 - Входные импульсы для вычисления в различных ситуациях обрыва питания

Во время измерения мощности и коэффициента мощности значения могут вычисляться для каждого конкретного периода или усредняться за период интегрирования ('Power sub IP' (подпериод интегрирования мощности)), который можно установить 1 до 20 периодов (окно 400 мс на 50 Гц).

Когда прибор записывает мощность, он автоматически вычисляет и записывает энергию выбранной мощности за IP.

**Значения, используемые для вычисления максимальной и минимальной мощности и коэффициента мощности, являются средними значениями, вычисленными за подпериод интегрирования мощности (см. рисунок 35 ниже).**

Запись напряжения и тока суммарного коэффициента гармоник напряжения и тока автоматически разрешается, если выбрана одна или несколько отдельных гармоник.



**Рисунок 41** – Примеры вычисления максимума и минимума для разных подпериодов интегрирования мощности

**Максимальные и минимальные пофазные значения**

ЗНАЧЕНИЕ	ТИП НАГРУЗКИ				Примечание [формула]
	ПОТРЕБЛЕНИЕ		ГЕНЕРИРОВАНИЕ		
	индуктивная	емкостная	индуктивная	емкостная	
m P <sub>x+</sub>	P <sub>x</sub>		0		[3]
m P <sub>x-</sub>	0		P <sub>x</sub>		[3]
m Q <sub>xi+</sub>	Q <sub>x</sub>	0	0	0	[7]
m Q <sub>xc+</sub>	0	0	0	Q <sub>x</sub>	[7]
m Q <sub>xi-</sub>	0	0	Q <sub>x</sub>	0	[7]
m Q <sub>xc-</sub>	0	Q <sub>x</sub>	0	0	[7]
m PF <sub>xi+</sub>	PF <sub>x</sub>	1	na	na	[8]
m PF <sub>xc+</sub>	na	na	1	PF <sub>x</sub>	[8]
m PF <sub>xi-</sub>	na	na	PF <sub>x</sub>	1	[8]
m PF <sub>xc-</sub>	1	PF <sub>x</sub>	na	na	[8]
m U <sub>x</sub>	U <sub>x</sub>				[1]
m I <sub>x</sub>	I <sub>x</sub>				[2]
m U <sub>xthd</sub>	U <sub>xthd</sub>				[10] – только максимум
m I <sub>xthd</sub>	I <sub>xthd</sub>				[11] - только максимум
m cosφ <sub>x</sub>	cosφ <sub>x</sub>				[9]
m U <sub>xH<sub>n</sub></sub>	U <sub>xH<sub>n</sub></sub>				[12]
m I <sub>xH<sub>n</sub></sub>	I <sub>xH<sub>n</sub></sub>				[13] - только максимум

Возможные максимальные и минимальные пофазные значения напряжения для каждого периода

**Примечание**  $U_{xthd}$ ,  $I_{xthd}$ ,  $\cos\varphi_x$ ,  $U_{xH_n}$ ,  $I_{xH_n}$  вычисляются каждый восьмой входной период

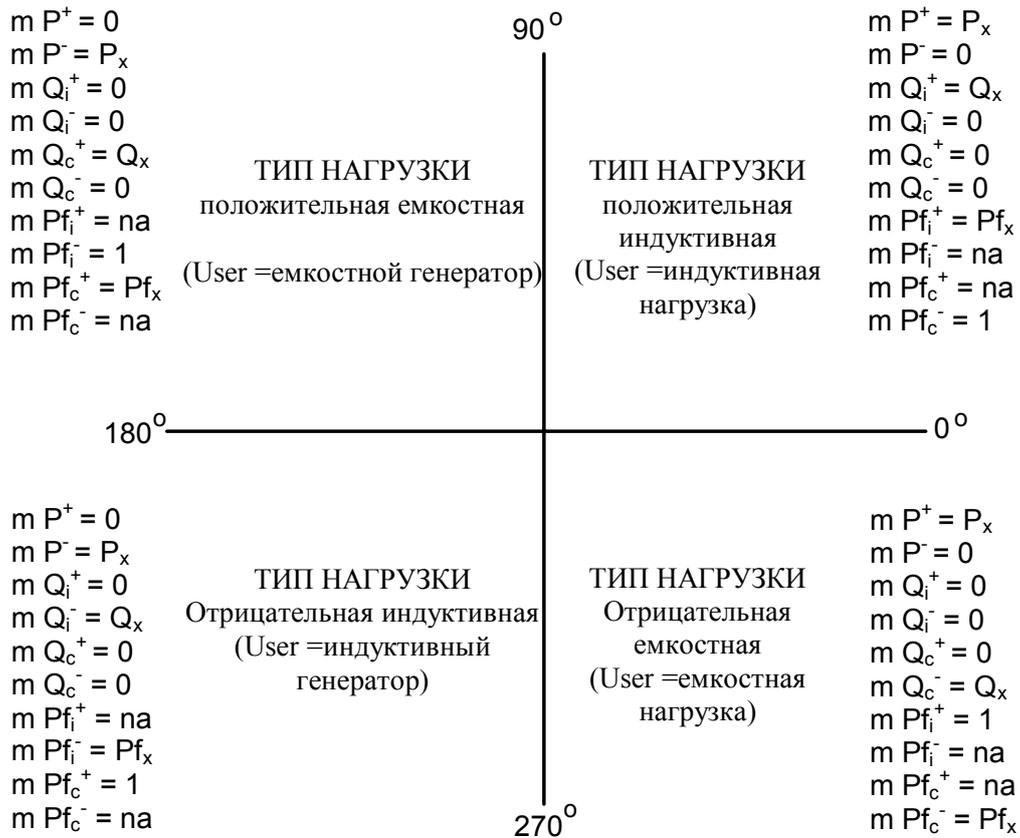
**Максимальные и минимальные суммарные (3φ) значения**

ЗНАЧЕНИЕ	ТИП НАГРУЗКИ				Примечание [формула]
	ПОТРЕБЛЕНИЕ		ГЕНЕРИРОВАНИЕ		
	индуктивная	емкостная	индуктивная	емкостная	
m P <sub>t+</sub>	P <sub>t</sub>		0		[14]
m P <sub>t-</sub>	0		P <sub>t</sub>		[14]
m S <sub>t+</sub>	S <sub>t</sub>		0		[16]
m S <sub>t-</sub>	0		S <sub>t</sub>		[16]
m Q <sub>ti+</sub>	Q <sub>t</sub>	0	0	0	[15]
m Q <sub>tc+</sub>	0	0	0	Q <sub>t</sub>	[15]
m Q <sub>ti-</sub>	0	0	Q <sub>t</sub>	0	[15]
m Q <sub>tc-</sub>	0	Q <sub>t</sub>	0	0	[15]
m PF <sub>ti+</sub>	PF <sub>t</sub>	1	na	na	[17]
m PF <sub>tc+</sub>	na	na	1	PF <sub>t</sub>	[17]
m PF <sub>ti-</sub>	na	na	PF <sub>t</sub>	1	[17]

m PF <sub>t</sub> c-	1	PF <sub>t</sub>	na	na	[17]
m I <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>				
m Freq	Freq				

**Возможные максимальные и минимальные 3ф-значения для каждого периода**

**Примечание**  $P_t, S_t$  и  $Q_t$  – средние значения за подпериод интегрирования мощности, который может быть от 1 до 20 входных периодов.  $PF_t$  – также результат этих значений



**Рисунок 42** – Импорт/экспорт и индуктивная/емкостная фазная/полярная диаграмма

**Пофазные значения (усредненные в конце IP)**

<b>Ватты</b>	$aP_x^+ = \frac{\sum_{j=1}^n (P_x^+)_j}{pn}$	$aP_x^- = \frac{\sum_{j=1}^n (P_x^-)_j}{pn}$
<b>вар</b>	$aQ_{xi}^+ = \frac{\sum_{j=1}^n (Q_{xi}^+)_j}{pn}$	$aQ_{xc}^+ = \frac{\sum_{j=1}^n (Q_{xc}^+)_j}{pn}$
<b>вар</b>	$aQ_{xi}^- = \frac{\sum_{j=1}^n (Q_{xi}^-)_j}{pn}$	$aQ_{xc}^- = \frac{\sum_{j=1}^n (Q_{xc}^-)_j}{pn}$
<b>коэффициент мощности</b>	$aP_{fi}^+ = \frac{aP_x^+}{\sqrt{(aQ_{xi}^+)^2 + (aP_x^+)^2}}$	$aP_{fc}^+ = \frac{aP_x^+}{\sqrt{(aQ_{xc}^+)^2 + (aP_x^+)^2}}$
<b>коэффициент мощности</b>	$aP_{fi}^- = \frac{aP_x^-}{\sqrt{(aQ_{xi}^-)^2 + (aP_x^-)^2}}$	$aP_{fc}^- = \frac{aP_x^-}{\sqrt{(aQ_{xc}^-)^2 + (aP_x^-)^2}}$
<b>В и А</b>	$aU_x = \frac{\sum_{j=1}^n (U_x)_j}{upn}$	$aI_x = \frac{\sum_{j=1}^n (I_x)_j}{pn}$
<b>Гармоники</b>	$aU_x thd = \frac{\sqrt{H_y U_x}}{H_1 U_x} * 100$ ; $H_y U_x = \frac{\sum_{z=1}^n \left( \sqrt{\sum_{j=2}^{63} (U h_n)_j^2} \right)}{hpn}$ ; $H_1 U_x = \frac{\sum_{z=1}^n U_x h_1}{hpn}$	
	$aI_x thd = na$	$a \cos \varphi_x = na$
	$aU_x H_n = na$	$aI_x H_n = na$

**Примечание:** Если возникает обрыв питания, периоды 'pn' (для вычисления мощности) и 'upn' (для вычисления напряжения) преобразуются в:

$$pn = \frac{IP}{ic} - \frac{pb}{ic} \qquad upn = \frac{IP}{ic} - \frac{pb}{ic} - ic_1$$

**Где:**

- ic время входного периода
- pb время обрыва питания в пределах IP
- ic<sub>1</sub> номер периода с условием U<sub>x</sub> < 0.02 U<sub>range</sub>

## Суммарные 3ф - значения (усредненные в конце IP)

Ватты	$aP_t^+ = \frac{\sum_{j=1}^n (P_t^+)_j}{pn}$	$aP_t^- = \frac{\sum_{j=1}^n (P_t^-)_j}{pn}$
вар	$aQ_{ii}^+ = \frac{\sum_{j=1}^n (Q_{ii}^+)_j}{pn}$	$aQ_{ic}^+ = \frac{\sum_{j=1}^n (Q_{ic}^+)_j}{pn}$
вар	$aQ_{ii}^- = \frac{\sum_{j=1}^n (Q_{ii}^-)_j}{pn}$	$aQ_{ic}^- = \frac{\sum_{j=1}^n (Q_{ic}^-)_j}{pn}$
ВА	$aS_t^+ = \sqrt{(aP_t^+)^2 + (aQ_{ii}^+ + aQ_{ic}^+)^2}$	$aS_t^- = \sqrt{(aP_t^-)^2 + (aQ_{ii}^- + aQ_{ic}^-)^2}$
коэффициент мощности	$aP_{ii}^+ = \frac{aP_t^+}{\sqrt{(aQ_{ii}^+)^2 + (aP_t^+)^2}}$	$aP_{ic}^+ = \frac{aP_t^+}{\sqrt{(aQ_{ic}^+)^2 + (aP_t^+)^2}}$
коэффициент мощности	$aP_{ii}^- = \frac{aP_t^-}{\sqrt{(aQ_{ii}^-)^2 + (aP_t^-)^2}}$	$aP_{ic}^- = \frac{aP_t^-}{\sqrt{(aQ_{ic}^-)^2 + (aP_t^-)^2}}$
ток и частота	$aI_0 = \frac{\sum_{j=1}^n I_{0j}}{pn}$	$aFreq = \frac{\sum_{j=1}^n Freq_j}{pn}$

**Примечание** Если возникает обрыв питания, период 'pn' (для вычисления мощности) преобразуется в:

$$pn = \frac{IP}{ic} - \frac{pb}{ic}$$

Где:

*ic* время входного периода  
*pb* время обрыва питания в пределах IP

## 4. ЗАПИСЬ ИСКАЖЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ

Искажения напряжения возникают, когда напряжение превышает существующие границы. Среднеквадратические значения напряжения для каждого полупериода используются для сравнения. Для каждого определенного искажения напряжения прибор сохраняет:

- Дату/время начала искажения
- Номинальное напряжение.
- Минимальное и максимальное напряжение в течение искажения
- Предыдущие 64 среднеквадратических значений напряжения, вычисленных за полупериод, перед тем как возникло искажение.

Запись искажения напряжения возможно на выбранном входе напряжения и может быть вычислено относительно фиксированного окна допуска или переменного окна допуска.

**Режим фиксированного допуска**  
**Режим переменного допуска**

Номинальное напряжение устанавливается пользователем, а верхняя и нижняя границы устанавливаются в процентном соотношении к номинальному напряжению.

Номинальное напряжение вычисляется и является средним значением для предыдущего периода интегрирования с искажением (устанавливается между 1 и 900 с). Новое номинальное образцовое значение может быть до  $\pm 30\%$  от запрограммированного номинального напряжения. Верхняя и нижняя границы устанавливаются в процентном соотношении к номинальному напряжению и могут быть между  $\pm 1\%$  и  $\pm 30\%$  от номинального напряжения

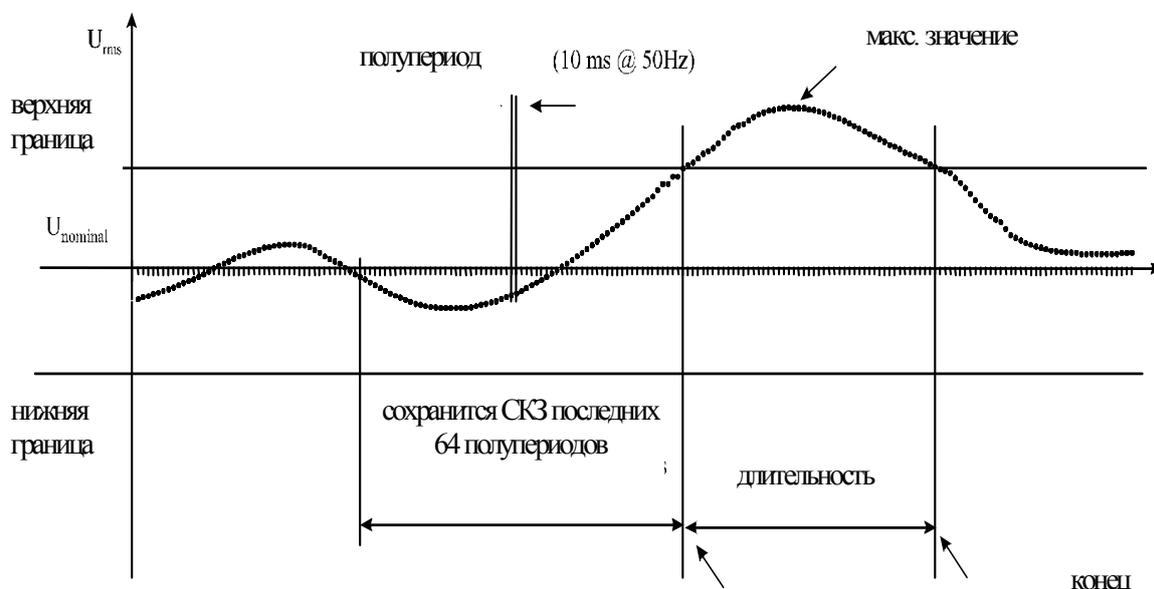


Рисунок 43

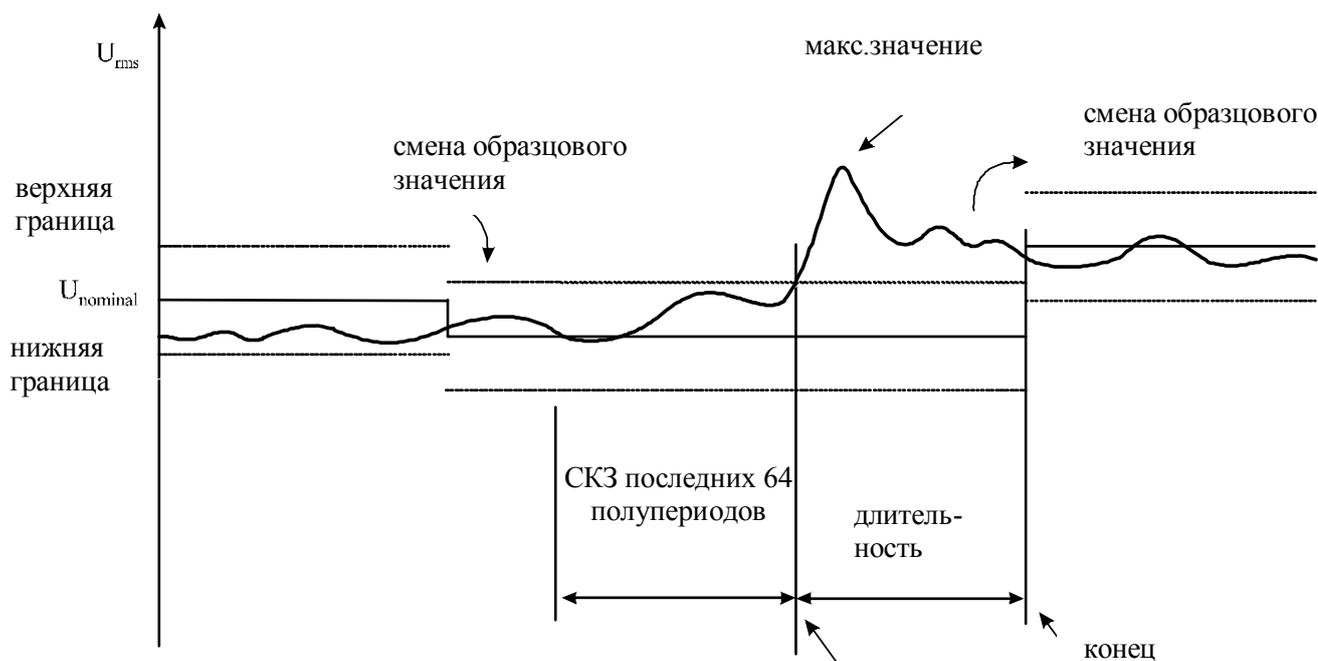


Рисунок 44

## 5. ЗАПИСЬ ОБРЫВОВ ПИТАНИЯ

Если производится регистрация данных, начало каждого выключенного состояния прибора расценивается как обрыв питания. Это выключенное состояние возникает либо если прибор выключается переключением в OFF (с помощью поворотного переключателя), либо если он теряет питание, как от батарей, так и от сети.

Для каждого обрыва питания прибор регистрирует дату/время как начала, так и конца обрыва, и причину обрыва (вручную или из-за потери питания).

## РАЗДЕЛ VII

## ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ЧЕРЕЗ МОДЕМ

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Передача данных через модем позволяет дистанционное управление прибором и его данными. Когда необходимо расположить прибор на расстоянии или в труднодоступном месте, модем – единственная возможность практического решения проблемы доступа к прибору. Нужно только подключить модем к прибору в месте, где выполняются измерения и активировать управление через модем. Прибор и модем соединяются через интерфейс RS232.

Минимальные требования для связи прибора и модема:

Оборудование	версия ПО ПК.	версия встроенного ПО
Анализатор гармоник <b>MI 2092</b>	Power Link 4.0	Ver 5.00 + версия модема
Анализатор качества электрической энергии <b>MI 2192</b>	Power Link 4.0	Ver 5.00 + версия модема
Анализатор качества электрической энергии плюс <b>MI 2292</b>	Power Link 4.0	Ver 5.00

Минимальные требования к ПК:  
ПК Пентиум, Windows 98 или выше

## 2. МОДЕМЫ

С ПК и прибором можно использовать целый ряд стандартных (аналоговых) модемов и модемов GSM с ПК и прибором. Следующая таблица содержит возможные комбинации для дистанционных измерительных систем:

Со стороны ПК	Со стороны измерений
Стандартный (аналоговый) внутренний модем	GSM terminal modem or Standard (analog) external modem
Стандартный (аналоговый) внешний модем	
GSM терминальный модем	

Все внешние ПК модемы и модемы для приборов должны иметь интерфейс RS232.

Подключенные к прибору GSM модемы требуют наличия PIN платы с номером DATA (номер VOICE включен по умолчанию, но не нужен). Пожалуйста, свяжитесь с Вашим GSM провайдером для получения номера DATA.

Применение, описанное в данном Руководстве основано на модеме " GSM терминала Siemens TC35" и стандартном (аналоговом) модеме "US Robotics – Faxmodem". Для модемного устройства третьей стороны выполните соответствующие установки поставщика модема.

Мы рекомендуем подготовить измерительную систему для испытания и настройки перед настоящими измерениями на расстоянии.

#### Необходимые принадлежности

Стандартный (аналоговый) модем (внешний):	GSM modem:
- модем	- модем
- интерфейсный кабель RS232	- интерфейсный кабель RS232
- питание модема	- питание модема
- активная стандартная телефонная линия	- антенна
	- PIN карта с активными телефонными номерами данных (обязательно) и голоса (дополнительный)

#### Примечания:

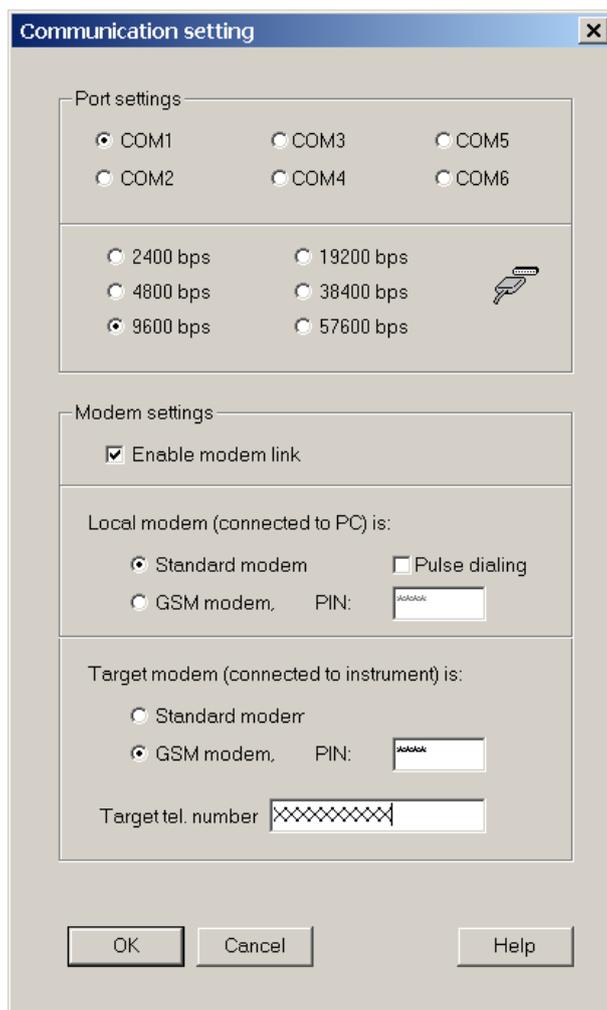
- Для системы GSM, уделите внимание установке антенны в соответствующем месте с хорошим уровнем сигнала.
- Если возможна связь по модему, возможно передавать данные от прибора к ПК с использованием интерфейса RS232. Для разрешения прямой связи RS 232 между прибором и ПК, Вам необходимо запретить связь по модему в Power Link и на приборе.

## 3. НАСТРОЙКА МОДЕМА, ПРИБОРА И power link

### 3.1. Настройка Power Link

ПО Power Link нужно настроить перед установкой связи по модему. Следующая процедура требует:

- Запустить приложение Power Link.
- Выбрать меню **Communication Settings** и разрешить связь по модему (см. следующий рисунок).



- Выбрать **GSM** или **Standard modem** для локального или стандартного модема.
- Введите PIN коды для локального модема (подключенного к ПК) и модема-приемника (подключенного к прибору), если необходимо.
- Введите телефонный номер модема-приемника (подключенного к прибору), которым будет связываться программа.
- Установите подходящую скорость передачи.
- Сохраните настройки.

#### Примечания:

- Скорость передачи последовательного порта автоматически устанавливается в 9600 ( для GSM модема) и не может быть изменена.
- Следите за тем, чтобы все устройства (ПК, оба модема и прибор) были настроены на ту же скорость.

### 3.2. Настройка модема на стороне ПК

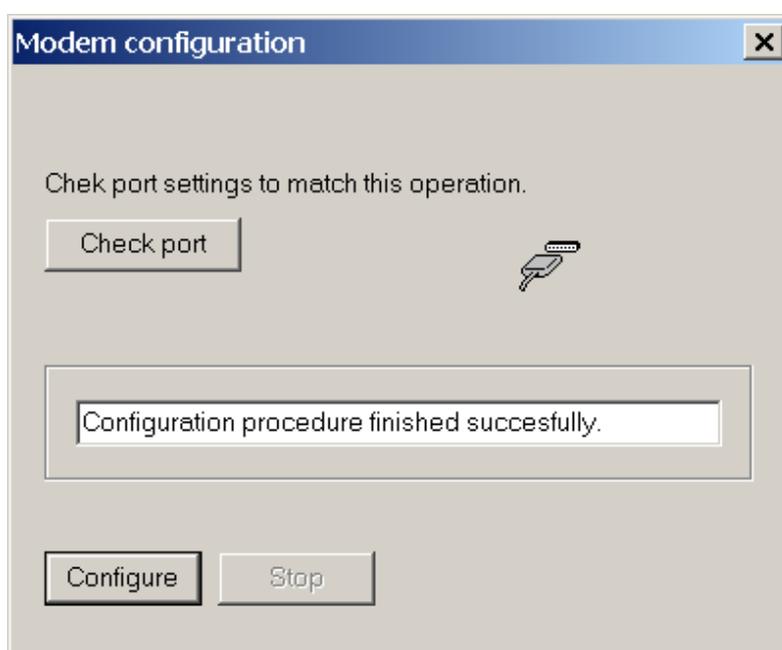
Модем, подключенный к ПК должен быть настроен перед использованием. ПК с внутренним модемом не требует внешних добавок. Для внешнего модема сделайте следующее:

- Подключите модем к незанятому COM порту ПК с использованием интерфейсного кабеля RS232. Модем и ПК должны быть выключены при их подключении друг к другу.
- Включите их и подождите, пока ПК закончит свою инициализацию.  
Вставьте PIN карту в случае использования GSM модема.  
Подключите телефонную линию к модему в случае использования стандартного модема.

### 3.3. Настройка модема на стороне прибора

Модем, подключенный к прибору, должен быть настроен перед использованием. Используйте Power Link и выполните необходимые настройки:

- Вставьте PIN карту в модем (для GSM модема).
- Подключите модем к ПК, запустите Power Link и щелкните "**Modem / Configure target modem**" (см. рисунок ниже).



- Отключите модем от ПК и подключите его к прибору специальным кабелем RS232 (см. раздел 4 о схемах подключения), оба должны быть в выключенном состоянии.

Когда прибор настроен с Power Link, выполняются следующие настройки:

- запретите PIN для GSM модема (AT+CPIN=XXXX и AT+CLCK="SC",1,XXXX),
- разрешите автоматический ответ (AT&D0),
- установите автоматический ответ через 2 звонка (ATS0=2),
- установите ECHO ответ в OFF (ATE0),
- запретите опцию "ждать тонального набора" (ATX0),
- установите скорость передачи порта для стандартного (аналогового) модема,
- сохраните параметры (AT&W),
- активизируйте сохраненные параметры (ATZ).

Когда необходимы различные настройки модема третьей стороны, мы рекомендуем программу Hyper Terminal (гипер терминал) для настройки модема. Это часть стандартных настроек Windows. Вы можете найти ее на Вашем ПК: Программы/ Комплектующие / Связь/ Гипер терминал.

### 3.4. Настройка прибора для связи по модему

Прибор должен быть настроен перед подключением с ПК через связь по модему. Следует выполнить следующую процедуру:

- модем должен быть подключен к прибору Modem.
- включите прибор.
- Включите модем.
- В меню **SYSTEM** выберите **SER.PORT RATE / GSM/SMS PARAM. / DISABLED** для стандартного (аналогового) модема.
- В меню **SYSTEM** выберите **SER.PORT RATE / GSM/SMS PARAM. / ENABLED** для GSM модема (это разрешает передачу SMS сообщений).

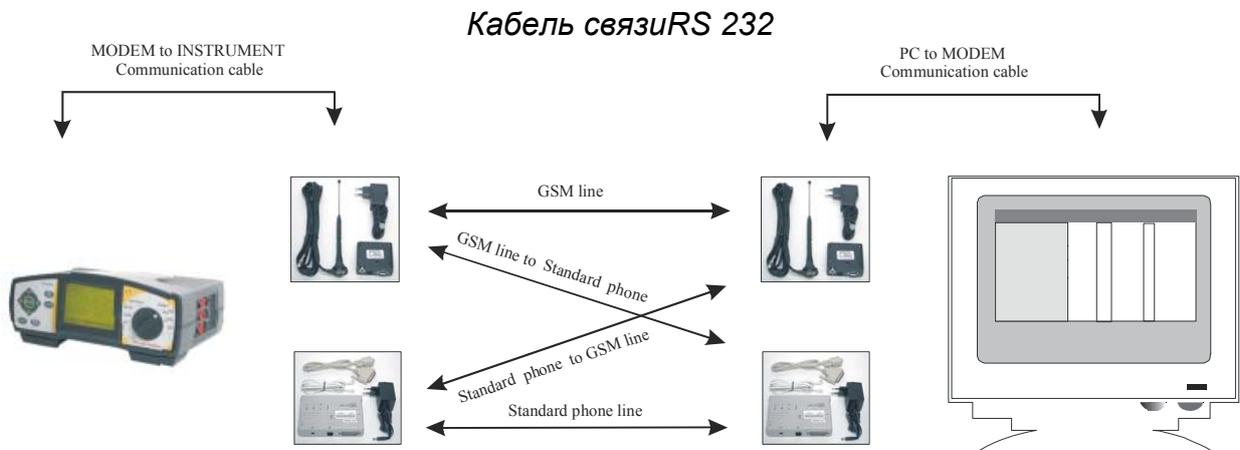
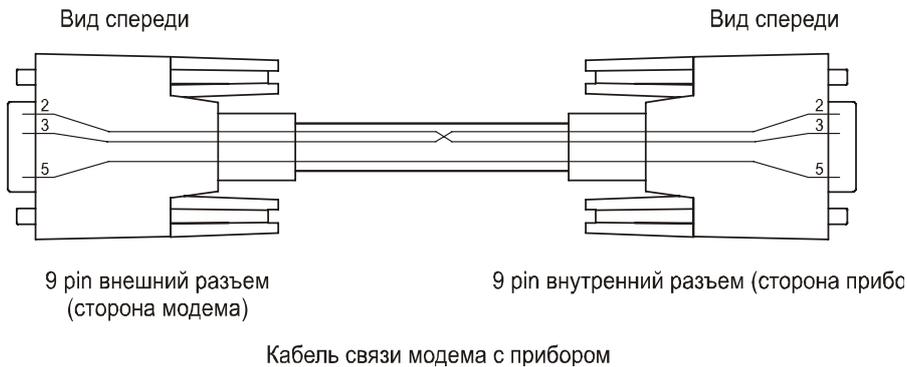
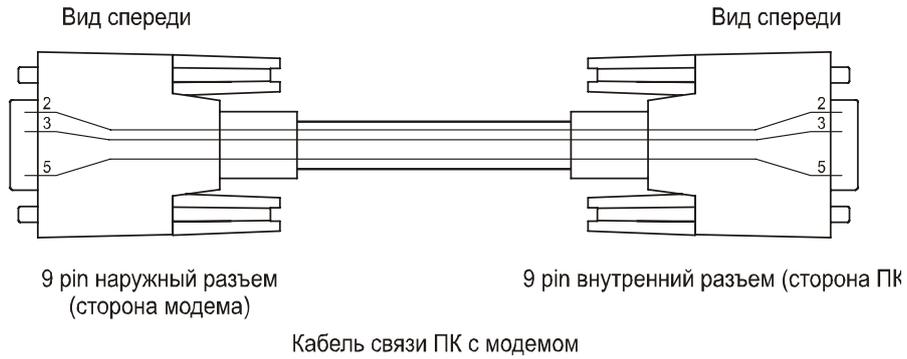
ENABLE PASSW.	=>	ENABLED >> DISABLE
GSM/SMS PARAM.		CPIN : XXXX
DATE/TIME		DEST:
LANGUAGE		USERID:
SYSTEM REINIT.		SEND TEST MESSAGE
CLR.REC.MEM.		

- введите PIN код с использованием кнопок курсора: UP/DOWN для увеличения/уменьшения выбранного номера ВЛЕВО/ВПРАВО для выбора предыдущей или следующей цифры (для GSM модема).
- нажмите ENTER для подтверждения ввода или ESC для отмены.

Если Вы хотите запретить передачу SMS сообщений (при использовании GSM модема) Вы должны установить параметр GSM/SMS в DISABLED и установить SERIAL PORT RATE в 9600.

Если используется GSM модем modem со стороны ПК и стандартный модем используется со стороны прибора, нужно использовать скорость передачи 9600 бит/с для стандартного модема.

## 4. ПОДКЛЮЧЕНИЕ МОДЕМА К ПК И ПРИБОРУ



*Подключение модема, прибора и ПК*

## 5. ПОДКЛЮЧЕНИЕ И ОТКЛЮЧЕНИЯ МОДЕМОВ

Когда модемы подключены и правильно настроены с прибором и ПК, просто щелкните по кнопке **“Make modem connection”** (создать модемное подключение) в панели инструментов Power Link или выберите **“Make modem connection”** в меню **Modem**. создание связи займет несколько секунд (до 30 с). Прибор работает, когда он прямо подключен к ПК через интерфейс RS232. Это означает,

что все функции интерфейса активны, например, установки прибора получение/передача, загрузка данных, управление функцией записи, очистка памяти.

Для отключения просто щелкните по кнопке “**Hang-up modem connection**” (зависание модемной связи) на панели Power Link или выберите “**Hang-up modem connection**” в меню **Modem**.

## 6. SMS СООБЩЕНИЯ

Прибор имеет возможность передавать SMS сообщения на мобильные телефоны, когда установлена связь по GSM модему. Сообщения предназначены для информирования оператора о некоторых событиях, определенных прибором.

Могут переданы следующие сообщения:

- менее 50% памяти свободно.
- менее 20% свободно.
- память полна.
- завершены записи WAVEFORM, FAST LOGGING, TRANSIENT, EN50160 или PERIODICS.

Для функции SMS сообщений подготовьте следующие настройки:

ENABLE PASSW.	=>	ENABLED >> DISABLE
GSM/SMS PARAM.		CPIN :
DATE/TIME		DEST: XXXXXXXXXXXXX
LANGUAGE		USERID: XXXXXXXXXXXX
SYSTEM REINIT.		SEND TEST MESSAGE
CLR.REC.MEM.		

- введите телефонный номер приемника “**DEST:**” (телефонный номер мобильного телефона, который будет получать SMS сообщения от прибора) с помощью курсора.
- введите ID пользователя “**USER ID**”: (строка идентификации вспомогательного прибора) с помощью курсора как описано в п. 3.4.
- вставьте PIN карту в терминал модема с номером Вашего локального.
- это можно сделать командой “SEND TEST MESSAGE” (передача измерительного сообщения) в меню прибора GSM/SMS PARAMETERS. Нажмите Enter для подтверждения установок или ESC для их отмены.

### Примечание:

- SMS сообщения нельзя передать, если установлена модемная связь. Если Вы не хотите, чтобы прибор отсылал сообщения, запретите параметр GSM/SMS PARAM. и установите скорость передачи 9600





