Анализатор качества электрической энергии PowerQ4

MI 2592

Руководство по эксплуатации

Версия 1.2, кодовый №. 20 751 735

METREL®

Дистрибьютор:

ООО «Евротест» - эксклюзивный представитель METREL D.D. в России.
Санкт-Петербург, 198216
Ленинский пр-т, 140
тел./факс: +7 (812) 703-05-55
sales@metrel-russia.ru
www.metrel-russia.ru

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
http://www.metrel.si

CE Маркировка данным знаком свидетельствует о том, что обозначенное им оборудование отвечает требованиям соответствующих директив Европейского Союза в отношении безопасности и электромагнитной совместимости.

© 2010 METREL

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

Содержание:

1 Введение 5
1.1 Основные характеристики 5
1.2 Меры безопасности 6
1.3 Список применимых стандартов 7
1.4 Обозначения 8
2 Описание прибора 12
2.1 Лицевая панель 12
2.2 Панель с соединительными разъемами 13
2.3 Вид снизу 14
2.4 Измерительные принадлежности 14
2.4.1 Стандартные принадлежности 14
2.4.2 Дополнительные принадлежности 15
3 Работа с прибором 16
3.1 Главное меню прибора 17
3.2 Меню U, I, f 18
3.2.1 Измерение 18
3.2.2 Осциллограф 19
3.2.3 Отклонения 21
3.3 Меню мощности 24
3.3.1 Измерение 24
3.3.2 Отклонения 26
3.4 Меню энергии 28
3.5 Меню гармоник 29
3.5.1 Измерение 29
3.5.2 Гистограмма 31
3.5.3 Отклонения 32
3.6 Измерение фликеров 34
3.6.1 Измерение 34
3.6.2 Отклонения 36
3.7 Пусковые токи 37
3.7.1 Настройки 37
3.7.2 Фиксация пускового тока 39
3.7.3 Фиксированный пусковой ток 40
3.8 Особые события и уставки 41
3.8.1 Особые события напряжения 42
3.8.2 Список уставок 47
3.9 Фазовая диаграмма 49
3.9.1 Фазовая диаграмма 49
3.9.2 Диаграмма несимметрии 50
3.10 Регистратор 52
3.11 Список памяти 54
3.11.1 Запись 55
3.11.2 Снимок формы сигнала 58
3.11.3 Регистратор пускового тока 58
3.12 Меню настроек 58
3.12.1 Настройки измерения 59
3.12.2 Настройки событий 61
3.12.3 Настройки уставок 62
3.12.4 Передача данных 63
3.12.5 Время и дата 64
3.12.6 Язык 64
3.12.7 Данные прибора 65
4 Рекомендуемые методы регистрации и подключения прибора 67
4.1 Процедура измерения 67
4.2 Настройки подключения 71
4.2.1 Подключение к низковольтным системам электропитания 71
4.2.2 Подключение к системам электропитания среднего или высокого напряжения 74

4.2.3 Выбор токовых клещей и настройка коэффициента трансформации 75
4.3 Соотношение количества измерений и типа подключения 79
5 Теория и внутренние операции 82
5.1 Методы измерения 82
5.1.1 Объединение измерений по временным интервалам 82
5.1.2 Измерение напряжения (магнитуда напряжения питания) 82
5.1.3 Измерение тока (магнитуда тока питания) 83
5.1.4 Измерение частоты 83
5.1.5 Измерение мощности фаз 84
5.1.6 Измерения суммарной мощности 85
5.1.7 Энергия 85
5.1.8 Гармоники 86
5.1.9 Фликер 88
5.1.10 Несимметрия напряжения и тока 90
5.1.11 Особые события напряжения 90
5.1.12 Уставки 94
5.1.13 Объединение данных при РЕГИСТРАЦИИ 95
5.1.14 Регистрация мощности и энергии 98
5.1.15 Снимок формы сигнала 98
5.1.16 Пусковые токи 99
5.2 Обзор стандарта EN 50160 100
5.2.1 Частота сети 101
5.2.2 Отклонения напряжения сети 101
5.2.3 Провалы напряжения (индикативные значения) 101
5.2.4 Краткие прерывания напряжения сети 101
5.2.5 Длительные прерывания напряжения сети 101
5.2.6 Несимметрия напряжения сети 101
5.2.7 Гармоники и THD напряжения 102
5.2.8 Фликеры 102
5.2.9 Настройка регистратора PowerQ4 для анализа по EN 50160 102
6 Технические характеристики 104
6.1 Общие характеристики 104
6.2 Измерения 104
6.2.1 Общие характеристики 104
6.2.2 Фазное напряжение 105
6.2.3 Линейное напряжение 106
6.2.4 Ток 106
6.2.5 Частота 107
6.2.6 Измерение фликеров 107
6.2.7 Мощность 108
6.2.8 Коэффициент мощности (Pf) 108
6.2.9 Коэффициент сдвига фаз (Cos φ) 108
6.2.10 Энергия 109
6.2.11 Гармоники напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих (THD) 109
6.2.12 Гармоники тока и суммарный коэффициент гармонических составляющих (THD) 110
6.2.13 Несимметрия 110
6.2.14 Неопределенность времени и длительности 110
6.3 Соответствие стандартам 111
6.3.1 Соответствие IEC 61557-12 111
6.3.2 Соответствие IEC 61000-4-30 112
6.4 Обслуживание 113
6.4.1 Вставка батарей в прибор 113
6.4.2 Батареи 114
6.4.3 Питание от сети 115
6.4.4 Чистка 115
6.4.5 Периодическая калибровка 115
6.4.6 Ремонт 116
6.4.7 Поиск и устранение неисправностей 116

1 Введение

PowerQ4 – переносной многофункциональный прибор, предназначенный для анализа качества электрической энергии и оценки ее производительности.

Рисунок 1.1: Прибор PowerQ4

1.1 Основные характеристики

- 4 канала напряжения с широким диапазоном измерений: 0 … 1000 Вскз, КАТ III / 1000 В.
- 4 канала тока с поддержкой автоматического распознавания клещей и выбора диапазона на приборе[1].
- Отвечает требованиям стандарта о качестве электроэнергии IEC 61000-4-30 Класс S. Запрограммированная процедура регистрации для анализа по стандарту EN 50160.
- Измерения параметров электроэнергии – в соответствии со стандартами IEC 61557-12 и IEEE 1448.
- Одновременное измерение на 8 каналах – 16-битное аналого-цифровое преобразование для высокоточных измерений параметров электроэнергии (минимальная ошибка фазового сдвига).

[1] Только при использовании «Интеллектуальных клещей» Metrel

- Простой в использовании и мощный регистратор с объемом памяти 8 МБ и возможностью регистрировать 509 различных параметров качества электроэнергии.
- Запись особых событий напряжения и пользовательских уставок.
- 15 часов автономного питания (от батарей).
- Программное обеспечение (ПО) **PowerView** позволяет выполнять загрузку данных на ПК, просмотр, анализ и печать полученных результатов.
    - Анализатор PowerView представляет собой простой в использовании, но мощный интерфейс для загрузки результатов и информации о приборе на ПК и проведения быстрого и наглядного анализа данных. Интерфейс обеспечивает быстрый просмотр и отбор результатов путем использования древовидной структуры типа Windows Explorer.
    - Пользователь может с легкостью загрузить записанные данные и организовать их в структуру в виде многочисленных объектов с позициями и подпозициями.
    - ПО позволяет генерировать диаграммы, графики и таблицы для полного анализа параметров качества электроэнергии и печати профессиональных протоколов измерений.
    - Данные могут быть экспортированы или скопированы в другие приложения (например, электронные таблицы) для дальнейшей обработки.
    - Разнообразные регистрируемые параметры могут отображаться и анализироваться одновременно. Различные регистрируемые параметры могут быть объединены в одно измерение; данные, записанные различными приборами, могут быть синхронизированы с компенсацией по времени; регистрируемые данные могут быть разделены на несколько измерений или данные, при необходимости, могут быть извлечены.

1.2 Меры безопасности

При использовании анализатора MI 2592 PowerQ4 для обеспечения безопасности оператора и минимизации риска повреждения прибора необходимо принимать следующие общепринятые меры безопасности:

⚠ **Прибор разработан с условием обеспечения максимальной безопасности оператора. Используйте анализатор в соответствии с руководством по эксплуатации, иначе прибор может представлять опасность для оператора!**

⚠ **Не используйте анализатор и/или измерительные принадлежности, если замечено какое-либо повреждение!**

⚠ **Прибор содержит детали, ремонт которых не может быть выполнен пользователем. Сервисное обслуживание, а также калибровка должны выполняться уполномоченными организациями!**

⚠ **Во избежание поражения электрическим током или получения травмы при работе с электроустановками необходимо принимать все меры безопасности!**

⚠ **Используйте только стандартные или дополнительные измерительные принадлежности, поставляемые Вашим дистрибьютором!**

⚠ **Прибор содержит перезаряжающийся NiMh батареи (аккумуляторы). В случае необходимости их замены, должны быть установлены аккумуляторы того же типа (смотрите метку на аккумуляторе или описание в данном руководстве). Не используйте щелочные батареи, когда к прибору подключен адаптер электропитания, в противном случае они могут взорваться!**

⚠ **Внутри прибора присутствует опасное напряжение. Перед открытием крышки отсека для батарей необходимо отсоединить все измерительные провода, выключить прибор и отсоединить кабель электропитания!**

⚠ **При температуре окружающего воздуха около 40°C винт крышки отсека для батарей может нагреться до максимально допустимой температуры для металлической части ручки. В таких климатических условиях рекомендуется не касаться крышки отсека для батарей во время или сразу после окончания заряда аккумуляторов.**

⚠ **Максимальное напряжение между любой фазой и нейтральным входом – 1000 Вскз. Максимальное напряжение между фазами – 1730 Вскз.**

⚠ **Всегда закорачивайте неиспользуемые входы напряжения (L1, L2, L3) с нейтральным входом (N) для предотвращения ошибок при измерении и неверного срабатывания триггера особых событий вследствие шумовой связи.**

1.3 Список применимых стандартов

Прибор MI 2592 PowerQ4 разработан и протестирован в соответствии со следующими стандартами:

Электромагнитная совместимость (ЭМС)	
EN 61326-2-2: 2007	Электрическое оборудование для измерений, контроля и лабораторного использования. Эмиссия: Оборудование, предназначенное для промышленного использования. **Предупреждение:** Данная продукция – класса А. При использовании в домашних условиях данная продукция может вызывать радиопомехи, в случае чего пользователь будет обязан принять соответствующие меры. Устойчивость: Оборудование, предназначенное для промышленного использования.
Безопасность (LVD)	
EN 61010-1 : 2001	Требования безопасности для электрического оборудования для измерений, контроля и лабораторного использования.

Методы измерений	
IEC 61000-4-30 : 2008 Класс S	Методы тестирования и измерений – Методы измерений параметров качества электроэнергии.
IEC 61557-12 : 2007	Оборудование для проверки, измерения или мониторинга защитных мер – Часть 12: Работа измерительных и контрольно-измерительных устройств.
IEC 61000-4-7: 2002 Класс II	Общий справочник по измерениям гармоник и интергармоник и измерительной аппаратуре.
IEC 61000-4-15 : 1997	Измерение фликеров – функциональные и технические требования.
EN 50160 : 2007	Характеристики напряжения электричества, поставляемого общественными распределительными сетями.

Примечание относительно стандартов серии EN и IEC:

Текст данного руководства содержит ссылки на Европейские стандарты. Все стандарты серии EN 6XXXX (например, EN 61010) эквивалентны стандартам серии IEC с таким же номером (например, IEC 61010) и отличаются только внесенными поправками, требуемыми Европейской процедурой согласования.

1.4 Обозначения

В настоящем руководстве используются следующие символы и обозначения:

Cf_I Пик-фактор тока, включая Cf_{Ip} (пик-фактор тока фазы p) и Cf_{IN} (пик-фактор тока нейтрали). Формулировку см. в пункте 5.1.3.

Cf_U Пик-фактор напряжения, включая Cf_{Upg} (пик-фактор напряжения между фазой p и фазой g) и Cf_{Up} (пик-фактор напряжения между фазой p и нейтралью). Формулировку см. в пункте 5.1.2.

$Cos\varphi$, DPF Коэффициент сдвига фаз, включая $Cos\varphi_p$ / DPF_p (Коэффициент сдвига фаз фазы p). Формулировку см. в пунктах 5.1.5 и 5.1.6.

eP^+, eP^- Активная энергия, включая eP_p (энергия фазы p) и eP_{tot} (суммарная активная энергия). Знак минус означает произведённую энергию, знак плюс – затраченную энергию. Формулировку см. в пункте 5.1.7.

eQ^{i+}, eQ^{c+}, eQ^{i-}, eQ^{c-} Реактивная энергия, включая eQ_p (энергия фазы p) и eP_{tot} (суммарная реактивная энергия). Знак минус обозначает произведённую энергию, знак плюс – затраченную энергию. Индуктивный характер реактивной энергии обозначен символом “i”, емкостной характер реактивной энергии обозначен символом “c”. Формулировку см. в пункте 5.1.7.

eS^+, eS^- Полная энергия. Формулировку см. в пункте 5.1.7.

f, freq Частота, включая $freq_{U12}$ (частота напряжения на U_{12}), $freq_{U1}$ (частота напряжения на U_1) и $freq_{I1}$ (частота тока на I_1). Формулировку см. в пункте 5.1.4.

i^-	Коэффициент несимметрии токов по обратной последовательности (%). Формулировку см. в пункте 5.1.10.
i^0	Коэффициент несимметрии токов по нулевой последовательности (%). Формулировку см. в пункте 5.1.10.
I^+	Ток прямой последовательности в трехфазных системах. Формулировку см. в пункте 5.1.10.
I^-	Ток обратной последовательности в трехфазных системах. Формулировку см. в пункте 5.1.10.
I^0	Ток нулевой последовательности в трехфазных системах. Формулировку см. в пункте 5.1.10.
$I_{½Rms}$	Среднеквадратическое значение (СКЗ) тока, измеряемое каждый полупериод, включая $I_{p½Rms}$ (ток фазы p), $I_{N½Rms}$ (СКЗ тока нейтрали).
I_{Fnd}	СКЗ тока основной частоты Ih_1 (1-ая гармоника), включая I_{pFmd} (СКЗ тока основной частоты фазы p) и I_{NFmd} (СКЗ тока основной частоты нейтрали). Формулировку см. в пункте 5.1.8.
Ih_n	$n^{ая}$ гармоническая составляющая СКЗ тока, включая I_ph_n ($n^{ая}$ гармоническая составляющая СКЗ тока фазы p) и I_Nh_n ($n^{ая}$ гармоническая составляющая СКЗ тока нейтрали). Формулировку см. в пункте 5.1.8.
I_{Nom}	Номинальный ток. Ток токовых клещей при 1 Вскз на выходе.
I_{Pk}	Пиковый ток, включая I_{pPk} (ток фазы p) и I_{NPk} (пиковый ток нейтрали).
I_{Rms}	СКЗ тока, включая I_{pRms} (ток фазы p), I_{NRms} (СКЗ тока нейтрали). Формулировку см. в пункте 5.1.3.
$\pm P$, P^+, P^-	Активная мощность, включая P_p (активная мощность фазы p) и P_{tot} (суммарная активная мощность). Знак минус обозначает произведённую мощность, знак плюс / отсутствие знака – затраченную мощность. Формулировку см. в пунктах 5.1.5 и 5.1.6.
p, pg	Индексы. Обозначение для параметра фазы p: [1, 2, 3] или между фазами pg: [12, 23, 31].
PF, PF^{i+}, PF^{c+}, PF^{i-}, PF^{c-}	Коэффициент мощности, включая PF_p (вектор коэффициента мощности фазы p) и P_{tot} (вектор суммарного коэффициента мощности). Знак минус обозначает произведённую мощность, знак плюс – затраченную мощность. Индуктивный характер коэффициента мощности обозначен символом “i”, емкостной характер коэффициента мощности обозначен символом “c”. Примечание: PF = Cos φ при условии отсутствия гармоник. Формулировку см. в пунктах 5.1.5 и 5.1.6.
P_{lt}	Длительная доза фликера (2 часа), включая P_{ltpg} (длительная доза фликера напряжения между фазой p и фазой g) и P_{ltp} (длительная доза фликера напряжения между фазой p и нейтралью). Формулировку см. в пункте 5.1.9.

P_{st}	Кратковременная доза фликера (10 минут), включая P_{stpg} (кратковременная доза фликера напряжения между фазой p и фазой g) и P_{stp} (кратковременная доза фликера напряжения между фазой p и нейтралью). Формулировку см. в пункте 5.1.9.
P_{st1min}	Кратковременная доза фликера (1 минута), включая $P_{st1minpg}$ (кратковременная доза фликера напряжения между фазой p и фазой g) и $P_{st1minp}$ (кратковременная доза фликера напряжения между фазой p и нейтралью). Формулировку см. в пункте 5.1.9.
$\pm Q$, Q^{i+}, Q^{c+}, Q^{i-}, Q^{c-}	Реактивная мощность, включая Q_p (реактивная мощность фазы p) и Q_{tot} (суммарная реактивная мощность). Знак минус обозначает произведённую мощность, знак плюс – затраченную мощность. Индуктивный характер реактивной мощности обозначен символом “i”, емкостной характер реактивной мощности обозначен символом “c”. Формулировку см. в пунктах 5.1.5 и 5.1.6.
S, S^+, S^-	Полная мощность, включая S_p (полная мощность фазы p) и S_{tot} (суммарная полная мощность). Знак минус обозначает мощность во время генерирования, знак плюс – во время потребления. Формулировку см. в пунктах 5.1.5 и 5.1.6.
THD_I	Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока по отношению к основной, включая THD_{Ip} (суммарный коэффициент гармонических составляющих тока фазы p) и THD_{IN} (суммарный коэффициент гармонических составляющих тока нейтрали). Формулировку см. в пункте 5.1.8.
THD_U	Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения по отношению к основной, включая THD_{Upg} (суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения между фазой p и фазой g) и THD_{Up} (суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения между фазой p и нейтралью). Формулировку см. в пункте 5.1.10.
u^-	Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности (%). Формулировку см. в пункте 5.1.10.
u^0	Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности (%). Формулировку см. в пункте 5.1.10.
U, U_{Rms}	СКЗ напряжения, включая U_{pg} (напряжение между фазой p и фазой g) и U_p (напряжение между фазой p и нейтралью). Формулировку см. в пункте 5.1.2.
U^+	Напряжение прямой последовательности в трехфазных системах. Формулировку см. в пункте 5.1.10.
U^-	Напряжение обратной последовательности в трехфазных системах. Формулировку см. в пункте 5.1.10.
U^0	Напряжение нулевой последовательности в трехфазных системах. Формулировку см. в пункте 5.1.10.
U_{Dip}	Минимальное напряжение $U_{Rms(1/2)}$, измеряемое во время возникновения провала.

U_{Fnd} СКЗ напряжения основной частоты Uh_1 (1-ая гармоника), включая U_{pgFnd} (СКЗ напряжения основной частоты между фазой p и фазой g) и U_{pFmd} (СКЗ напряжения основной частоты между фазой p и нейтралью). Формулировку см. в пункте 5.1.8.

Uh_N $n^{ая}$ гармоническая составляющая СКЗ напряжения, включая $U_{pg}h_N$ ($n^{ая}$ гармоническая составляющая СКЗ напряжения между фазой p и фазой g) и U_ph_N ($n^{ая}$ гармоническая составляющая СКЗ напряжения между фазой p и нейтралью). Формулировку см. в пункте 5.1.8.

U_{Int} Минимальное напряжение $U_{Rms(1/2)}$, измеряемое во время возникновения прерывания.

U_{Nom} Номинальное напряжение, обычно – напряжение, которым обозначена или идентифицирована сеть.

U_{Pk} Пиковое напряжение, включая U_{pgPk} (напряжение между фазой p и фазой g) и U_{pPk} (напряжение между фазой p и нейтралью).

$U_{Rms(1/2)}$ СКЗ напряжения, измеряемое каждый полупериод, включая $U_{pgRms(1/2)}$ (напряжение полупериода между фазой p и фазой g) и $U_{pRms(1/2)}$ (напряжение полупериода между фазой p и нейтралью). Формулировку см. в пункте 5.1.11.

U_{Swell} Значение напряжения $U_{Rms(1/2)}$, измеряемое во время перенапряжения.

2 Описание прибора

2.1 Лицевая панель

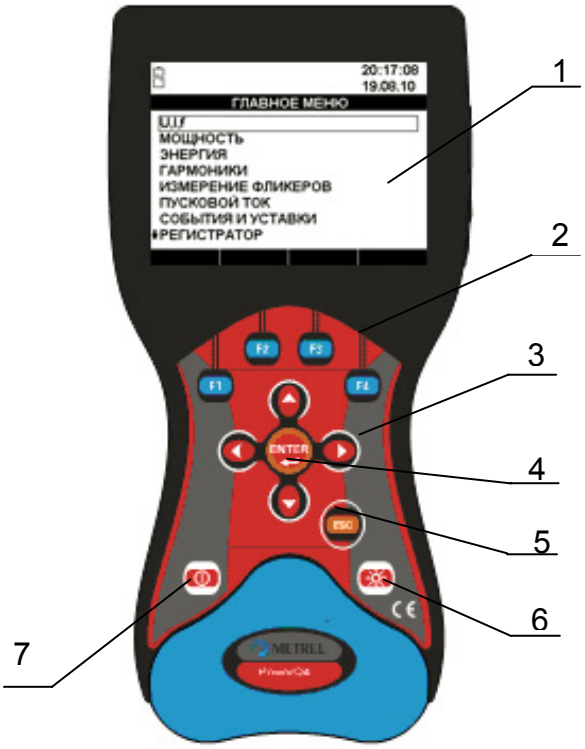
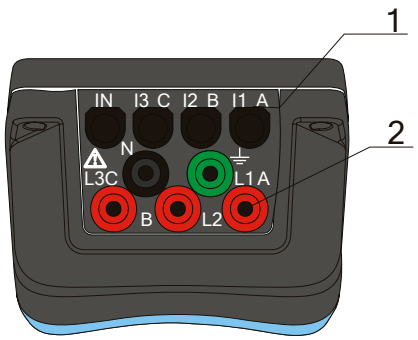


Рисунок 2.1: Лицевая панель

Компоновка лицевой панели:

1. **ЖКД** — Графический дисплей со светодиодной подсветкой, 320 x 200 пикселей.
2. **F1 – F4** — Функциональные клавиши.
3. **Кнопки курсора** — Перемещение курсора и выбор параметров.
4. **Кнопка ENTER** — Подтверждение новых параметров, вход в подменю.
5. **Кнопка ESC** — Выход из любой процедуры, выход из подменю.
6. **Кнопка ПОДСВЕТКА** — Кнопка включения \ выключения подсветки ЖКД (лампа подсветки автоматически выключается через 15 минут, если не происходит нажатие ни одной из клавиш).
   Если кнопку ПОДСВЕТКА удерживать нажатой в течение более 1,5 секунд, на экране отображается меню КОНТРАСТ; при этом может быть откорректирована контрастность с помощью кнопок ВЛЕВО и ВПРАВО.
7. **Кнопка ВКЛ / ВЫКЛ** — Кнопка включения \ выключения прибора.

2.2 Панель с соединительными разъемами



⚠ Внимание!

- Используйте только безопасные измерительные провода!
- Максимально допустимое напряжение между входом напряжения и землей – 1000 $В_{СКЗ}$!

Рисунок 2.2: Верхняя панель с соединительными разъемами

Компоновка верхней панели с соединительными разъемами:

1 Входные разъемы для токовых клещей (I_1, I_2, I_3, I_N).
2 Входные разъемы для напряжения (L_1, L_2, L_3, N, GND).

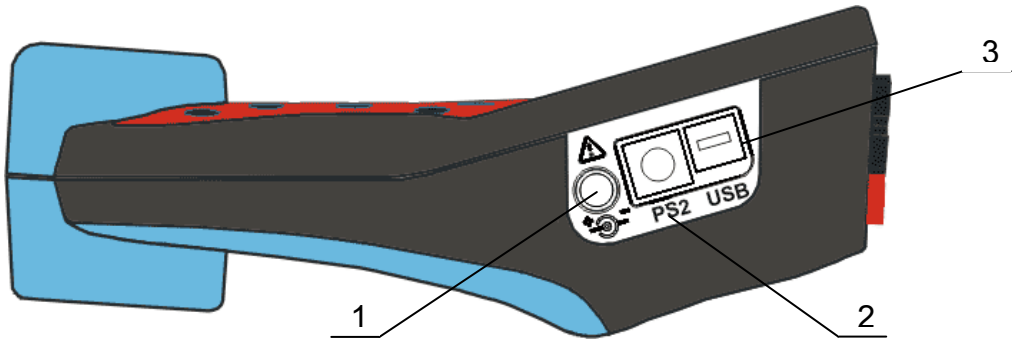


Рисунок 2.3: Боковая панель с соединительными разъемами

Компоновка боковой панели с соединительными разъемами:

1 Гнездо электропитания.
2 Серийный порт PS/2 – RS232.
3 Порт USB.

2.3 Вид снизу

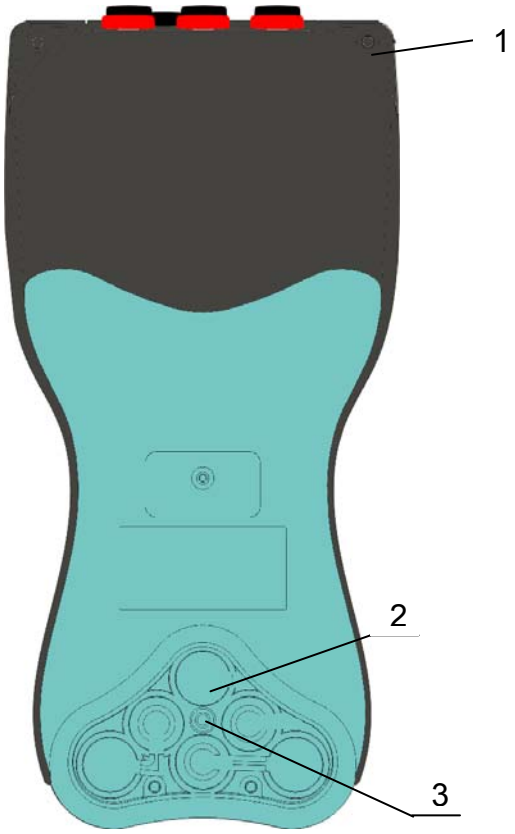


Рисунок 2.4: Вид снизу

Обозначения:

1. Винты для фиксации крышки прибора.
2. Отсек для батарей.
3. Винты для фиксации крышки отсека для батарей.

2.4 Измерительные принадлежности

2.4.1 Стандартные принадлежности

Таблица 2.1: Стандартные принадлежности для PowerQ4

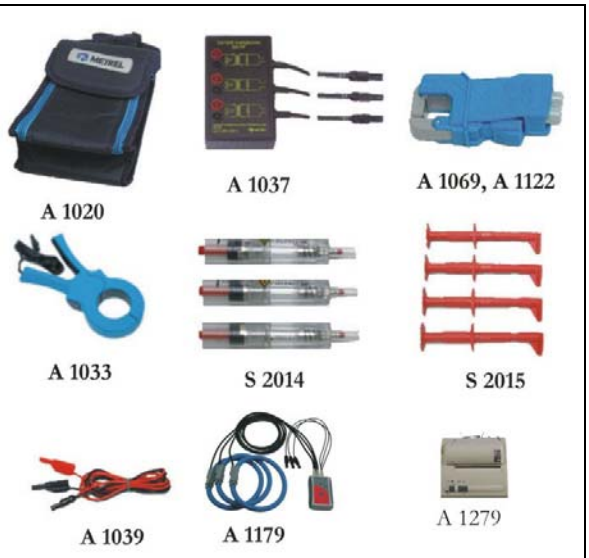
Название	**Кол-во**
Гибкие токовые клещи 3000 / 300 / 30 A A 1227	4
Измерительный наконечник, красный	3
Измерительный наконечник, черный	1
Зажим типа «крокодил», красный	3
Зажим типа «крокодил», черный	1
Зажим типа «крокодил», зеленый	1
Измерительный кабель для напряжения, красный	3
Измерительный кабель для напряжения, черный	1

Измерительный кабель для напряжения, зеленый	1
Кабель USB	1
Кабель RS232	1
Адаптер питания 12 В / 1,2 А	1
Перезаряжаемые батареи	6
Мягкая сумка для переноски	1
Руководство по эксплуатации PowerQ4	1
Компакт-диск содержит	
• Программное обеспечние PowerView с руководством по эксплуатации	
• Руководство по эксплуатации PowerQ4	
• Учебник ”Modern Power Quality Measurement Techniques” *(«Современные методы измерения параметров качества электроэнергии»)*	

2.4.2 Дополнительные принадлежности

Таблица 2.2: Дополнительные принадлежности для PowerQ4

Код для заказа	Название
A 1020	Малая сумка для переноски
A 1033	Токовые клещи 1000 A / 1 В
A 1037	Трансформатор тока 5 A / 1 В
A 1039	Соединительный кабель для токовых клещей
A 1069	Малые клещи 100 A / 1 В
A 1122	Малые клещи 5 A / 1 В
A 1179	3-фазные гибкие токовые клещи 2000 / 200 / 20 A
S 2014	Предохранитель, 3 шт.
S 2015	Плоский зажим, 4 шт.
A 1279	Принтер DPU 414
A 1280	Малые клещи 200 мА / 5 A / 100 A
A 1281	Токовые клещи 5 A / 100 A / 1000 A



3 Работа с прибором

В данной главе описана работа с прибором. На лицевой панели прибора расположен графический ЖК дисплей и клавиатура. На дисплее отображаются измеренные параметры и статус прибора. Основные символы, отображаемые на дисплее, и описания клавиш приведены на рисунке 3.1.

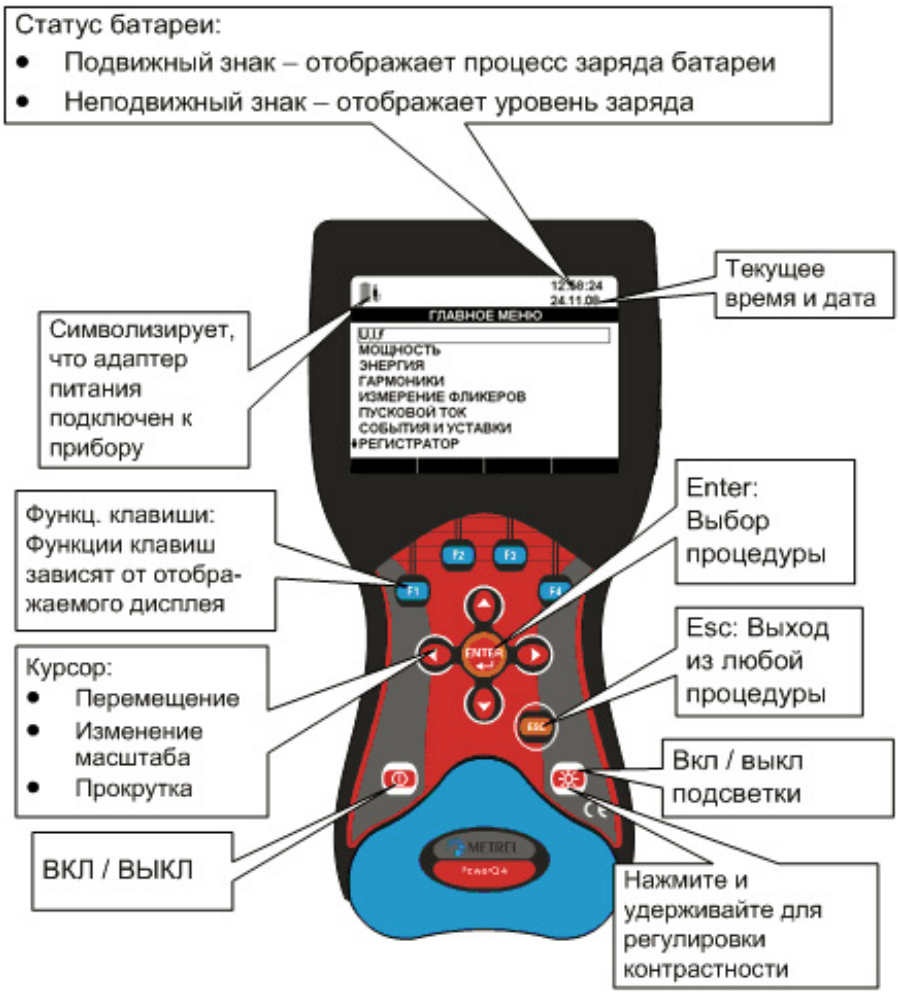


Рисунок 3.1: Описания символов дисплея и клавиш

В ходе измерений на дисплее могут отображаться различные изображения. Большинство отображаемых на экране изображений содержат общие символы и знаки, которые описаны на нижеприведенном рисунке.

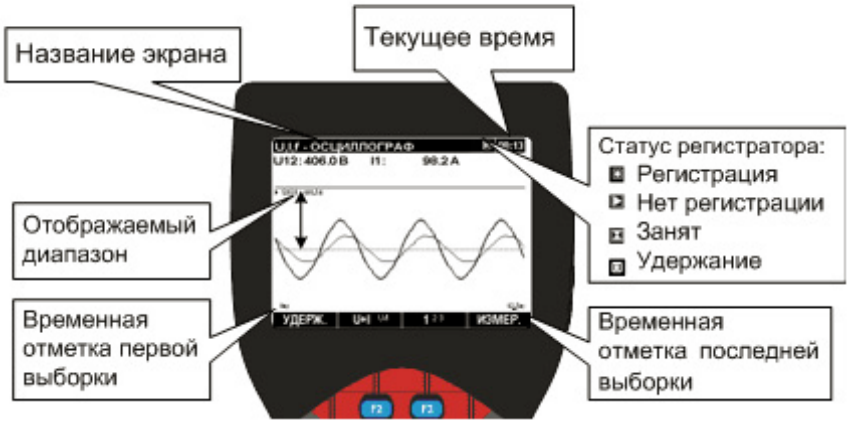


Рисунок 3.2: Общие символы и знаки, отображаемые на дисплее во время измерений

3.1 Главное меню прибора

После включения прибора на дисплее отображается “ГЛАВНОЕ МЕНЮ”. В данном меню могут быть выбраны все функции прибора.

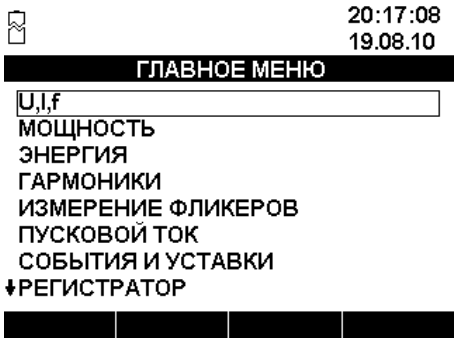


Рисунок 3.3: “ГЛАВНОЕ МЕНЮ”

Таблица 3.1: Символы и обозначения дисплея

	Состояние батареи: • Символ в движении – индикация заряда батарей. • Неподвижный символ – отображает уровень заряда батарей.
	Символизирует, что к прибору подключено зарядное устройство.
12:58:24 24.11.08	Текущее время и дата.

Таблица 3.2: Функциональные клавиши

	Выбор функции в “ГЛАВНОМ МЕНЮ”.
	Вход в выбранную функцию.

3.2 Меню U, I, f

Все значимые параметры напряжения, тока и частоты могут наблюдаться в меню “U, I, f”. Результаты измерений могут быть представлены в табличном (ИЗМЕРЕНИЕ) или графическом виде (ОСЦИЛЛОГРАФ, ОТКЛОНЕНИЯ). Вид ОТКЛОНЕНИЯ доступен только в режиме РЕГИСТРАЦИЯ. Более подробная информация – в главе 0.

3.2.1 Измерение

При входе в меню U, I, f, отображается экран U, I, f – ИЗМЕРЕНИЕ в табличном виде *(см. рисунок ниже)*.

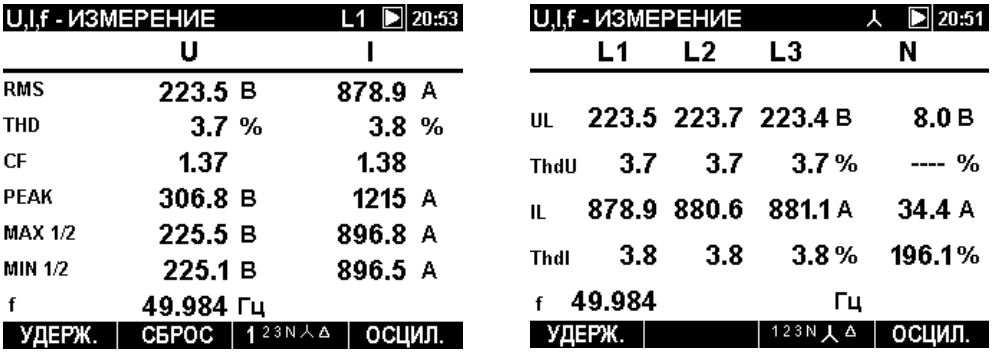


Рисунок 3.4: Табличное представление меню измерения U, I, f.

На данных экранах показаны текущие значения тока и напряжения. Описания символов и обозначений на данных изображениях приведены ниже.

Таблица 3.3: Символы и обозначения на экране прибора

L1 L2 L3 N Δ	Символизирует текущий отображаемый канал.
	Текущий статус регистратора:
◘	РЕГИСТРАТОР активен.
⧗	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
▶	РЕГИСТРАТОР не активен.
20:51	Текущее время.
RMS	Среднеквадратическое значение U_{Rms} и I_{Rms}.
THD	Суммарный коэффициент гармонических составляющих THD_U и THD_I.
CF	Пик-фактор Cf_U и Cf_I.
PEAK	Пиковое значение U_{Pk} и I_{Pk}.
MAX ½	Максимальное напряжение $U_{Rms(1/2)}$ и максимальный ток $I_{½Rms}$, измеренные после СБРОСА (клавиша: F2).
MIN ½	Минимальное напряжение $U_{Rms(1/2)}$ и минимальный ток $I_{½Rms}$, измеренные после СБРОСА (клавиша: F2).
f	Частота на опорном канале.

Примечание: В случае перегрузки аналого-цифрового преобразователя значения тока и напряжения будут отображены в инвертированном цвете 250.4 V.

Таблица 3.4: Функциональные клавиши

F1		Снимок формы сигнала:
	УДЕРЖ.	Удержание результатов на экране.
	СОХР.	Сохранение удерживаемых результатов в памяти.
F2	СБРОС	Сброс значений MAX ½ MIN ½ ($U_{Rms(1/2)}$ и $I_{½Rms}$).
	f	Отображение отклонений частоты (доступно только в режиме регистрации).
F3	1 2 3 N 人 Δ	Отображение результатов измерений для фазы L1.
	1 2 3 N 人 Δ	Отображение результатов измерений для фазы L2.
	1 2 3 N 人 Δ	Отображение результатов измерений для фазы L3.
	1 2 3 N 人 Δ	Отображение результатов измерений для нейтрали LN.
	1 2 3 N 人 Δ	Сумма результатов измерений для всех фаз.
	1 2 3 N 人 Δ	Отображение результатов измерения межфазных напряжений.
F4	ИЗМЕР.	Переключение в режим ИЗМЕРЕНИЕ.
	ОСЦИЛ.	Переключение в режим ОСЦИЛЛОГРАФ.
	ОТКЛ.	Переключение в режим ОТКЛОНЕНИЯ (доступно только в режиме регистрации).
ESC		Возврат в “ГЛАВНОЕ МЕНЮ”.

3.2.2 Осциллограф

В данном режиме отображаются различные комбинации форм сигналов тока и напряжения.

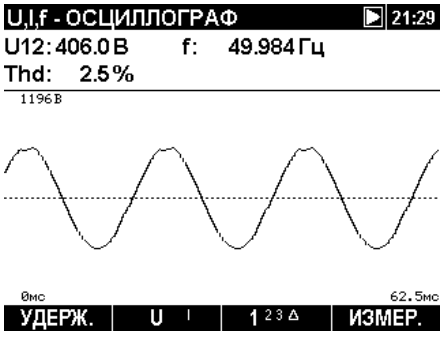


Рисунок 3.5: Форма сигнала напряжения

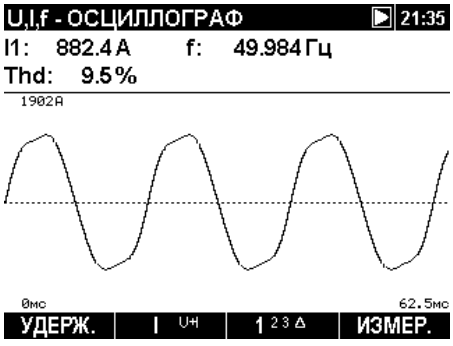


Рисунок 3.6: Форма сигнала тока

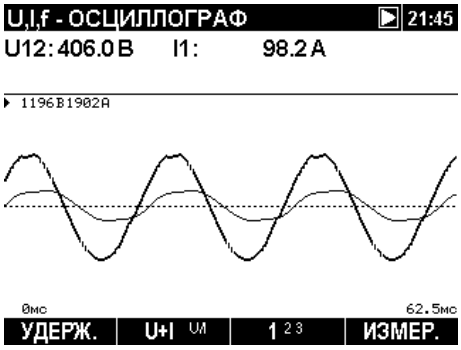


Рисунок 3.7: Форма сигналов напряжения и тока (один график)

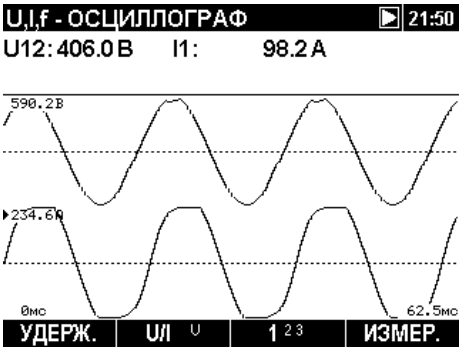


Рисунок 3.8: Форма сигналов напряжения и тока (два графика)

Таблица 3.5: Символы и обозначения на экране прибора

	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.
21:50	Текущее время.
Up p: [1..3, N]	Среднеквадратические значения фазного напряжения: U_{1Rms}, U_{2Rms}, U_{3Rms}, U_{NRms}.
Upg pg:[12,23,31]	Среднеквадратические значения межфазного (линейного) напряжения: U_{12Rms}, U_{23Rms}, U_{31Rms}.
Ip p: [1..3, N]	Среднеквадратические значения тока: I_{1Rms}, I_{2Rms}, I_{3Rms}, I_{NRms}.
Thd	Суммарный коэффициент гармонических составляющих для отображаемой величины (THD_U или THD_I).
F	Частота на опорном канале.

Таблица 3.6: Функциональные клавиши

F1		Снимок формы сигнала:
	УДЕРЖ.	Удержание результатов на экране.
	СОХР.	Сохранение удерживаемых результатов в памяти.
F2		Выбор формы сигнала для отображения:
	U I	Отображение формы сигнала напряжения.
	I U+I	Отображение формы сигнала тока.
	U+I U/I	Отображение формы сигналов напряжения и тока (один график).
	U/I U	Отображение формы сигналов напряжения и тока (два графика).

F3		Выбор между отображением формы сигнала фазы, нейтрали, всех фаз или линии:
	1 2 3 N	Отображение формы сигнала для фазы L1.
	1 2 3 N	Отображение формы сигнала для фазы L2.
	1 2 3 N	Отображение формы сигнала для фазы L3.
	1 2 3 N	Отображение формы сигнала для нейтрали LN.
	1 2 3 N	Отображение формы сигналов для всех фаз.
F4	ИЗМЕР.	Переключение в режим ИЗМЕРЕНИЕ.
	ОСЦИЛ.	Переключение в режим ОСЦИЛЛОГРАФ.
	ОТКЛ.	Переключение в режим ОТКЛОНЕНИЯ (доступно только в режиме регистрации).
ENTER		Выбор формы сигнала для масштабирования (только для U/I или U+I).
▲ ▼		Настройка вертикального масштабирования.
◀ ▶		Настройка горизонтального масштабирования.
ESC		Возврат в “ГЛАВНОЕ МЕНЮ”.

3.2.3 Отклонения

Когда активен РЕГИСТРАТОР, доступен режим ОТКЛОНЕНИЯ (см. главу 0 для получения информации об активизации регистратора).

Отклонения тока и напряжения

Отклонения тока и напряжения могут наблюдаться путем циклического нажатия функциональной клавиши F4 (ИЗМЕРЕНИЕ – ОСЦИЛЛОГРАФ – ОТКЛОНЕНИЯ).

Рисунок 3.9: Отклонения напряжения

Рисунок 3.10: Отклонения тока и напряжения (один график)

Рисунок 3.11: Отклонения тока и напряжения (два графика)

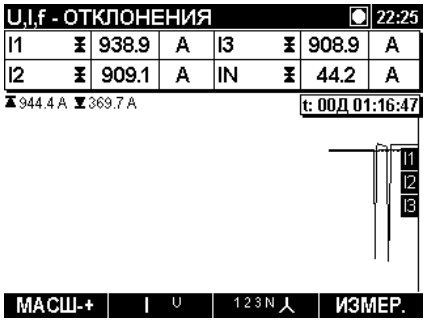


Рисунок 3.12: Отклонения всех токов

Рисунок 3.13: Различные комбинации отклонений тока и напряжения.

Таблица 3.7: Символы и обозначения на экране прибора

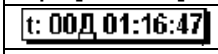
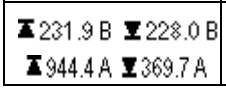
	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.
	Текущее время.
Up, Upg p: [1..3; N]	Максимальное (⧗), среднее (⧖) и минимальное (⧗) значение фазного U_{pRms} или линейного напряжения U_{pgRms} за последний зарегистрированный интервал интеграции (IP).
Ip p: [1..3, N]	Максимальное (⧗),среднее (⧖)и минимальное (⧗)значение тока I_{pRms} за последний зарегистрированный интервал интеграции (IP).
	Текущее время РЕГИСТРАТОРА.
	Максимальное и минимальное зарегистрированное напряжение. Максимальный и минимальный зарегистрированный ток.

Таблица 3.8: Функциональные клавиши

		Увеличение масштаба. Уменьшение масштаба.
		Выбор между следующими опциями:
		Отображение отклонений напряжения.
		Отображение отклонений тока.
		Отображение отклонений тока и напряжения (один график).
		Отображение отклонений тока и напряжения (два графика).
		Выбор между отображением отклонений для фазы, нейтрали, всех фаз или линии:

	1 2 3 N	Отображение отклонений для фазы L1.
	1 2 3 N	Отображение отклонений для фазы L2.
	1 2 3 N	Отображение отклонений для фазы L3.
	1 2 3 N	Отображение отклонений для нейтрали LN.
	1 2 3 N	Отображение отклонений для всех фаз.
F4	ИЗМЕР.	Переключение в режим ИЗМЕРЕНИЕ.
	ОСЦИЛ.	Переключение в режим ОСЦИЛЛОГРАФ.
	ОТКЛ.	Переключение в режим ОТКЛОНЕНИЯ.
ENTER	Выбор отклонений для масштабирования (только для U/I или U+I).	
ESC	Возврат в “ГЛАВНОЕ МЕНЮ”.	

Отклонения частоты

Отклонения частоты могут быть просмотрены путем нажатия функциональной клавиши F2 в меню ИЗМЕРЕНИЕ.

Рисунок 3.14: Экран отклонений частоты U, I, f.

Таблица 3.9: Символы и обозначения на экране прибора

	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.
22:41	Текущее время.
f	Максимальное (⧗), среднее (⧖) и минимальное (⧗) значение частоты на канале синхронизации за последний зарегистрированный интервал интеграции (IP).
t: 00Д 01:32:35	Текущее время РЕГИСТРАТОРА.
⧗49.98 Гц ⧗49.94 Гц	Максимальная и минимальная частота на отображаемом графике.

Таблица 3.10: Функциональные клавиши

F1	МАСШ-+ Увеличение масштаба. МАСШ+- Уменьшение масштаба.
F4	ИЗМЕР. Возврат в меню ИЗМЕРЕНИЕ.
▲ ▼	Настройка вертикального масштабирования.
◀ ▶	Настройка горизонтального масштабирования.
ESC	Возврат в “ГЛАВНОЕ МЕНЮ”.

3.3 Меню мощности

В меню МОЩНОСТЬ прибор отображает измеряемые параметры мощности. Результаты могут отображаться в табличном виде (ИЗМЕРЕНИЕ) или графическом виде (ОТКЛОНЕНИЯ). Вид ОТКЛОНЕНИЯ доступен только, когда активен РЕГИСТРАТОР. Для получения более подробной информации по активизации регистратора обратитесь к главе 0. Для получения информации о значении отдельных параметров мощности обратитесь к пунктам 5.1.5 и 5.1.6.

3.3.1 Измерение

При входе в меню мощности из ГЛАВНОГО МЕНЮ, на экране отобразится табличная форма меню МОЩНОСТЬ – ИЗМЕРЕНИЕ *(см. Рисунок ниже)*. Режим ИЗМЕРЕНИЕ отображает параметры мощности, напряжения и тока.

МОЩНОСТЬ-ИЗМЕРЕНИЕ 22:45

	L1	L2	L3	Сумма	
P	100.0	93.6	91.8	285.4	кВт
Q	-190.1	-189.0	-185.5	-564.6	квар
S	214.8	210.9	207.0	632.6	кВА
PF	+0.46c	+0.44c	+0.44c	+0.45c	
DPF	+0.45c	+0.43c	+0.43c		
U	229.2	231.6	228.0		B
I	937.0	910.6	907.8		A

УДЕРЖ. | 123 | ОТКЛ.

Рисунок 3.15: Основные параметры мощности

МОЩНОСТЬ-ИЗМЕРЕНИЕ L1 22:46

P	100.5 кВт	PF	+0.46c
Q	-190.2 квар	DPF	+0.45c
S	215.1 кВА		

	U		I	
RMS	229.5	B	937.2	A
THD	5.2	B	21.8	A
THD	2.2	%	2.2	%
CF	1.50		1.52	

УДЕРЖ. | 123 | ОТКЛ.

Рисунок 3.16: Детализированные параметры мощности на фазе L1

Описания символов и обозначений в режиме ИЗМЕРЕНИЕ приведены в таблице ниже.

Таблица 3.11: Символы и обозначения на экране прибора

L1 L2 L3 人 Δ	Символизирует текущий отображаемый канал.
	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.
22:46	Текущее время.
P, Q, S	Текущая активная (P), реактивная (Q) и полная (S) мощность.
PF, DPF	Текущий коэффициент мощности (PF) и коэффициент сдвига фаз (cos φ).
U	Истинное действующее значение $U_{Rms.}$
I	Истинное действующее значение $I_{Rms.}$
RMS	Истинные действующие значения U_{Rms} и $I_{Rms.}$
THD	Полные коэффициенты гармоник THD_U и $THD_{I.}$
CF	Пик-фактор Cf_U и $Cf_{I.}$

Таблица 3.12: Функциональные клавиши

F1		Снимок формы сигнала:
	УДЕРЖ.	Удержание результатов на экране.
	СОХР.	Сохранение удерживаемых результатов в памяти.
F1	УДЕРЖ.	Переключение между опциями УДЕРЖАНИЕ (удержание результатов на экране) и СОХРАНЕНИЕ (сохранение удерживаемых результатов в памяти).
F3		Выбор между отображением параметров фазы, нейтрали, всех фаз или линии:
	1 2 3 人 Δ	Отображение параметров для фазы L1.
	1 2 3 人 Δ	Отображение параметров для фазы L2.
	1 2 3 人 Δ	Отображение параметров для фазы L3.
	1 2 3 人 Δ	Отображение параметров для всех фаз.
	1 2 3 人 Δ	Отображение параметров межфазного напряжения.
F4	ИЗМЕР.	Переключение в режим ИЗМЕРЕНИЕ (доступно только во время регистрации).
	ОТКЛ.	Переключение в режим ОТКЛОНЕНИЯ (доступно только во время регистрации).
ESC		Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.

3.3.2 Отклонения

Во время регистрации доступен режим ОТКЛОНЕНИЯ (для получения подробной информации по активизации регистратора обратитесь к главе 0).

Рисунок 3.17: Экран отклонений мощности.

Таблица 3.13: Символы и обозначения на экране прибора

	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.
	Отображение выбранного режима мощности:
Двиг.	Отображение потребляемой мощности (+).
Ген.	Отображение произведённой мощности (-).
22:47	Текущее время.
Pp±, Pt± p: [1..3]	Максимальное (⧗), среднее (⧖) и минимальное (⧗) значение потребляемой (P_1^+, P_2^+, P_3^+, P_{tot}^+) или производимой (P_1^-, P_2^-, P_3^-, P_{tot}^-) активной мощности за последний зарегистрированный интервал интеграции (IP).
Qip±, Qit± p: [1..3]	Максимальное (⧗), среднее (⧖) и минимальное (⧗) значение потребляемой (Q_{i1}^+, Q_{i2}^+, Q_{i3}^+, Q_{itot}^+) или производимой (Q_{i1}^-, Q_{i2}^-, Q_{i3}^-, Q_{itot}^-) реактивной индуктивной мощности ($Q_{i1}^{\pm}$, $Q_{i2}^{\pm}$, $Q_{i3}^{\pm}$, $Q_{itot}^{\pm}$) за последний зарегистрированный интервал интеграции (IP).
Qcp±, Qct± p: [1..3]	Максимальное (⧗), среднее (⧖) и минимальное (⧗) значение потребляемой (Q_{c1}^+, Q_{c2}^+, Q_{c3}^+, Q_{ctot}^+) или производимой (Q_{c1}^-, Q_{c2}^-, Q_{c3}^-, Q_{ctot}^-) реактивной емкостной мощности ($Q_{c1}^{\pm}$, $Q_{c2}^{\pm}$, $Q_{c3}^{\pm}$, $Q_{ctot}^{\pm}$) за последний зарегистрированный интервал интеграции (IP).
Sp±, St± p: [1..3]	Максимальное (⧗), среднее (⧖) и минимальное (⧗) значение потребляемой полной мощности (S_1^+, S_2^+, S_3^+, S_{tot}^+) или производимой полной мощности (S_1^-, S_2^-, S_3^-, S_{tot}^-) за последний зарегистрированный интервал интеграции (IP).
PFip±, PFit±	Максимальное (⧗), среднее (⧖) и минимальное (⧗) значение индуктивного коэффициента мощности (1ый квадрант: PF_{i1}^+, PF_{i2}^+,

p: [1..3]	PF_{i3}^{+}, PF_{itot}^{+} и 3ий квадрант: PF_{i1}^{-}, PF_{i2}^{-}, PF_{i3}^{-}, PF_{itot}^{-}) за последний зарегистрированный интервал интеграции (IP).
PFcp±, PFt± p: [1..3]	Максимальное (⧗), среднее (⧗) и минимальное (⧗) значение емкостного коэффициента мощности (4ый квадрант: PF_{c1}^{+}, PF_{c2}^{+}, PF_{c3}^{+}, PF_{ctot}^{+} и 2ой квадрант: PF_{c1}^{-}, PF_{c2}^{-}, PF_{c3}^{-}, PF_{ctot}^{-}) за последний зарегистрированный интервал интеграции (IP).
t: 00Д 01:38:08	Текущее время РЕГИСТРАТОРА.
⧗267.3 кВт ⧗ 11.4 кВт	Максимальный и минимальный зарегистрированный параметр.

Таблица 3.14: Функциональные клавиши

F1	МАСШ-+ МАСШ+-	Увеличение масштаба. Уменьшение масштаба.
F2 Нажать и удерживать		Переключение между потребляемой и производимой мощностью: Тип источника измерения: Двигатель / Генератор
F2		Переключение между отклонениями различных параметров:
	P Qi	Активная мощность.
	Qi Qc	Реактивная индуктивная мощность.
	Qc S	Реактивная емкостная мощность.
	S PFi	Полная мощность.
	PFi PFc	Индуктивный коэффициент мощности.
	PFc DPFi	Емкостной коэффициент мощности.
	DPFi DPFc	Индуктивный коэффициент сдвига фаз (cos φ).
	DPFc P	Емкостной коэффициент сдвига фаз (cos φ).
F3		Выбор между отображением отклонений для фазы, нейтрали, всех фаз или суммарных отклонений
	1 2 3 人 T	Параметры мощности для фазы L1.
	1 2 3 人 T	Параметры мощности для фазы L2.
	1 2 3 人 T	Параметры мощности для фазы L3.
	1 2 3 人 T	Параметры мощности для L1, L2, L3 (на одном графике).
	1 2 3 人 T	Суммарные параметры мощности.
F4	ИЗМЕР.	Переключение в режим ИЗМЕРЕНИЕ (доступно только во время регистрации).
	ОТКЛ.	Переключение в режим ОТКЛОНЕНИЯ (доступно только во время регистрации).
ESC		Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.

3.4 Меню энергии

В меню энергии прибор отображает состояние счетчиков энергии. Результаты отображаются в табличном виде (ИЗМЕРЕНИЕ). Для представления данных в графическом виде (ОТКЛОНЕНИЯ), загрузите результаты на ПК и воспользуйтесь ПО PowerView. Измерение энергии возможно только, если активен РЕГИСТРАТОР. Для получения более подробной информации по активизации регистратора обратитесь к главе 0. Для получения информации о значении отдельных параметров энергии обратитесь к пункту 5.1.7.
Вид экрана измерения энергии показан на нижеприведенном рисунке.

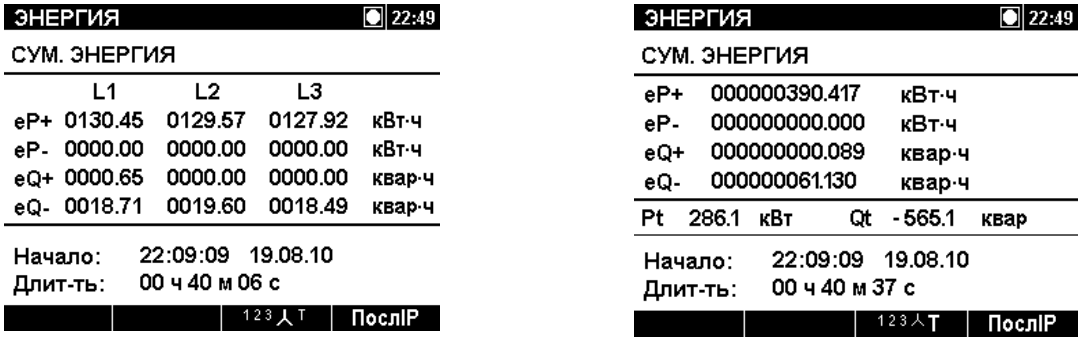


Рисунок 3.18: Экраны счетчиков энергии.

Таблица 3.15: Символы и обозначения на экране прибора

	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.
	Текущее время.
eP+	Активная потребляемая энергия фазы (eP_1^+, eP_2^+, eP_3^+) или суммарная потребляемая активная энергия (eP_{tot}^+).
eP-	Активная генерируемая энергия фазы (eP_1^-, eP_2^-, eP_3^-) или суммарная генерируемая активная энергия (eP_{tot}^-).
eQ+	Реактивная потребляемая энергия фазы (eQ_1^+, eQ_2^+, eQ_3^+) или суммарная потребляемая реактивная энергия (eQ_{tot}^+). **Примечание:** eQ+ представляет собой измерения в двух квадрантах. Чтобы увидеть отдельные результаты (eQ_i^+, eQ_c^-), загрузите полученные данные на ПК и воспользуйтесь ПО PowerView для просмотра результатов.
eQ-	Реактивная генерируемая энергия фазы (eQ_1^-, eQ_2^-, eQ_3^-) или суммарная генерируемая реактивная энергия (eQ_{tot}^-). **Примечание:** eQ- представляет собой измерения в двух квадрантах. Чтобы увидеть отдельные результаты в четырех квадрантах (eQ_i^-, eQ_c^+), загрузите полученные данные на ПК и воспользуйтесь ПО PowerView для просмотра результатов.
Pp, Pt p: [1..3]	Текущая активная мощность фазы (P_1, P_2, P_3) или суммарная активная мощность P_{tot}.

Qp, Qt p: [1..3]	Текущая реактивная мощность фазы (Q_1, Q_2, Q_3, Q_{tot}) или суммарная реактивная мощность Q_{tot}.
Начало	Время старта РЕГИСТРАТОРА.
Длит-ть	Текущее время РЕГИСТРАТОРА.

Таблица 3.16: Функциональные клавиши

F3		Переключение между измерением энергии отдельных фаз и суммарной энергии:
	1 2 3 Σ T	Параметры энергии для фазы L1.
	1 2 3 Σ T	Параметры энергии для фазы L2.
	1 2 3 Σ T	Параметры энергии для фазы L3.
	1 2 3 Σ T	Отображение значений энергии для всех фаз.
	1 2 3 Σ T	Суммарные параметры энергии.
F4		Переключение между интервалами времени:
	ПослIP	Отображение счетчика энергии за последний интервал.
	Тек.IP	Отображение счетчика энергии за текущий интервал.
	СУМ.ЭН	Отображение счетчиков энергии за весь цикл регистрации.
ESC	Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.	

3.5 Меню гармоник

Гармоники отображают сигналы тока и напряжения в виде суммы синусоид с частотой сети и с частотами, кратными частоте сети. Частота сети называется основной частотой. Синусоидальный сигнал с частотой в k раз выше основной частоты (k – целое число) называется k-ой гармонической составляющей и характеризуется амплитудой и сдвигом фазы (углом сдвига фазы) по отношению к сигналу основной частоты. Для получения более подробной информации обратитесь к пункту 5.1.8.

3.5.1 Измерение

При входе в меню ГАРМОНИКИ из ГЛАВНОГО МЕНЮ на экране отобразится меню ГАРМОНИКИ – ИЗМЕРЕНИЕ в табличной форме *(см. рисунок ниже)*. В этом меню отображаются гармоники тока и напряжения, а также THD (Суммарный коэффициент гармонических составляющих).

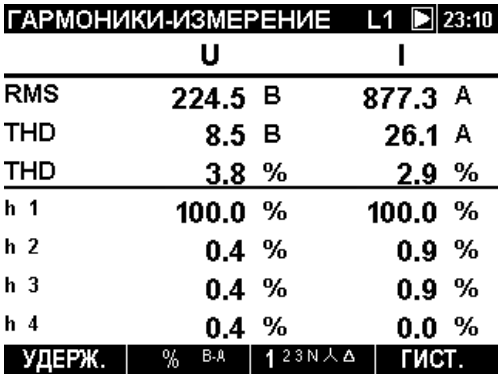


Рисунок 3.19: Табличное представление гармоник.

Описания символов и обозначений, используемых в меню ИЗМЕРЕНИЯ гармоник, приведены в таблице.

Таблица 3.17: Символы и обозначения на экране прибора

L1 L2 L3 N Δ	Символизирует текущий отображаемый канал.
	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.
20:51	Текущее время.
RMS	Истинные действующие значения U_{Rms} и I_{Rms}.
THD	Суммарные коэффициенты гармонических составляющих THD_U и THD_I.
hn n: 0..50	$n^{ая}$ гармоническая составляющая напряжения Uh_n или тока Ih_n.

Таблица 3.18: Функциональные клавиши

F1		Снимок формы сигнала:
	УДЕРЖ.	Удержание результатов на экране.
	СОХР.	Сохранение удерживаемых результатов в памяти.
F2	% B-A	Представление гармоник в процентах от СКЗ первой гармоники.
	B-A %	Представление в виде СКЗ (Вольты, Амперы).
F3		Выбор между отображением гармоник фазы, нейтрали, всех фаз или линии:
	1 2 3 N Δ	Гармонические составляющие для фазы L1.
	1 2 3 N Δ	Гармонические составляющие для фазы L2.
	1 2 3 N Δ	Гармонические составляющие для фазы L3.

	123N人△	Гармонические составляющие для нейтрали LN.
	123N人△	Отображение гармонических составляющих для всех фаз.
	123N人△	Гармонические составляющие межфазных напряжений.
F4	ИЗМЕР.	Переключение в режим ИЗМЕРЕНИЕ.
	ГИСТ.	Переключение в режим ГИСТОГРАММА.
	ОТКЛ.	Переключение в режим ОТКЛОНЕНИЯ (доступно только во время регистрации).
▲ ▼		Перемещение по гармоническим составляющим.
ESC		Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.

3.5.2 Гистограмма

В режиме гистограммы отображаются два графика. На первом показаны гармоники напряжения, на втором – гармоники тока.

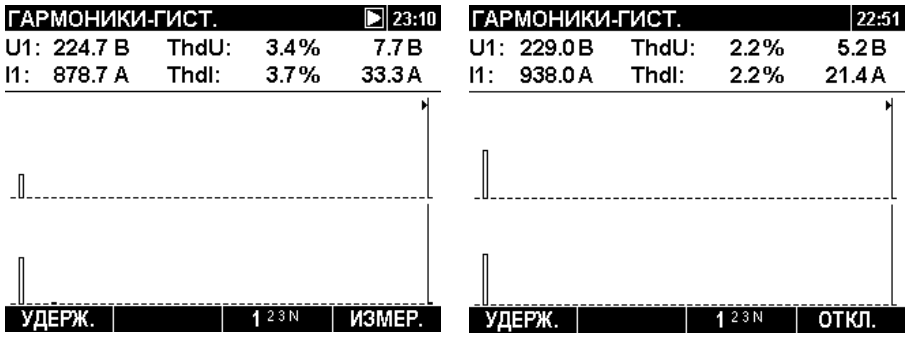


Рисунок 3.20: Экраны гистограммы гармоник.

Описания символов и обозначений, используемых в меню ГИСТОГРАММА, приведены в таблице.

Таблица 3.19: Символы и обозначения на экране прибора

	Текущий статус регистратора:
◘	РЕГИСТРАТОР активен.
⧗	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
▶	РЕГИСТРАТОР не активен.
20:51	Текущее время.
▸|	Отображение выбранной гармонической составляющей.
U*p*, UN *p:1..3*	Истинное действующее значение фазного или линейного напряжения $U_{Rms.}$
I*p*, IN *P:1..3*	Истинное действующее значение фазного тока $I_{Rms.}$

ThdU	Суммарные коэффициенты гармонических составляющих напряжения THD_U и THD_I.
ThdI	Суммарные коэффициенты гармонических составляющих тока THD_U и THD_I.
h*n* *n: 0..50*	$n^{ая}$ гармоническая составляющая напряжения или тока Uh_n или Ih_n.

Таблица 3.20: Функциональные клавиши

F1		Снимок формы сигнала:
	УДЕРЖ.	Удержание результатов на экране.
	СОХР.	Сохранение удерживаемых результатов в памяти.
F3		Выбор между отображением гистограммы гармоник фазы или нейтрали:
	1 2 3 N	Гармонические составляющие для фазы L1.
	1 2 3 N	Гармонические составляющие для фазы L2.
	1 2 3 N	Гармонические составляющие для фазы L3.
	1 2 3 N	Гармонические составляющие для нейтрали LN.
F4	ИЗМЕР.	Переключение в режим ИЗМЕРЕНИЕ.
	ГИСТ.	Переключение в режим ГИСТОГРАММА.
	ОТКЛ.	Переключение в режим ОТКЛОНЕНИЯ (доступно только во время регистрации).
ENTER		Выбор курсора тока или напряжения для перемещения.
▲ ▼		Масштабирование отображаемой кривой по амплитуде.
◀ ▶		Перемещение курсора влево или вправо.
ESC		Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.

3.5.3 Отклонения

Во время РЕГИСТРАЦИИ доступен режим ОТКЛОНЕНИЯ (для получения подробной информации по активизации регистратора см. главу 0). Гармонические составляющие тока и напряжения могут просматриваться путем переключения между режимами с помощью клавиши F4 (ИЗМЕРЕНИЕ - ГИСТОГРАММА - ОТКЛОНЕНИЯ).

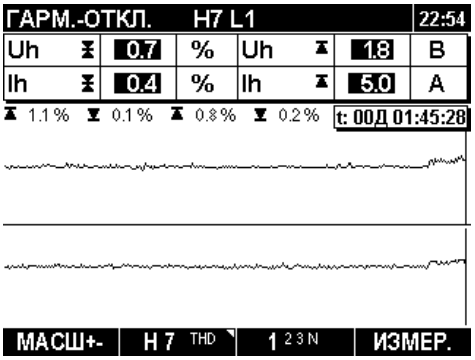


Рисунок 3.21: Экран отклонений гармоник.

Таблица 3.21: Символы и обозначения на экране прибора

	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.
22:54	Текущее время.
ThdU	Максимальное (⧗) и среднее (⧖) значение суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения THD_U для выбранной фазы.
ThdI	Максимальное (⧗) и среднее (⧖) значение суммарного коэффициента гармонических составляющих тока THD_I для выбранной фазы.
Uh	Максимальное (⧗) и среднее (⧖) значение выбранной $n^{ой}$ гармонической составляющей напряжения для выбранной фазы.
Ih	Максимальное (⧗) и среднее (⧖) значение выбранной $n^{ой}$ гармонической составляющей тока для выбранной фазы.
t: 00Д 01:45:28	Текущее время РЕГИСТРАТОРА.
⧗ 1.1 % ⧖ 0.1 % ⧗ 0.8 % ⧖ 0.2 %	Максимальная (⧗) и минимальная (⧖) зарегистрированная величина.

Таблица 3.22: Функциональные клавиши

F1	УДЕРЖ.	Переключение между опциями УДЕРЖАНИЕ (удержание результатов на экране) и СОХРАНЕНИЕ (сохранение удерживаемого результата в памяти).
F2 Нажать и удерживать		Выбор: Макс. 3 гармоники для наблюдения отклонений. Единицы измерения гармоник: ○ % от первой гармоники, ○ абсолютные единицы (Вольты / Амперы).

F2		Выбор между отображением отклонений различных параметров. По умолчанию они следующие:
	THD H3	Суммарный коэффициент гармонических составляющих для выбранной фазы ($THDU_p$).
	H3 H5	$3^{ья}$ гармоника для выбранной фазы (U_ph_3).
	H5 H7	$5^{ая}$ гармоника для выбранной фазы (U_ph_5).
	H7 THD	7^{th} гармоника для выбранной фазы (U_ph_7).
F3		Выбор между отображением гармоник фазы, нейтрали, всех фаз или линии:
	1 2 3 N	Гармонические составляющие для фазы L1 (U_1h_n).
	1 2 3 N	Гармонические составляющие для фазы L2 (U_2h_n).
	1 2 3 N	Гармонические составляющие для фазы L3 (U_3h_n).
	1 2 3 N	Гармонические составляющие для нейтрали LN (U_Nh_n).
F4	ИЗМЕР.	Переключение в режим ИЗМЕРЕНИЕ.
	ГИСТ.	Переключение в режим ГИСТОГРАММА.
	ОТКЛ.	Переключение в режим ОТКЛОНЕНИЯ (доступно только во время регистрации).
ESC		Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.

3.6 Измерение фликеров

Фликер отображает ощущение неустойчивости зрительного восприятия, вызванное световым источником, яркость и спектральный состав которого изменяются во времени. В меню ФЛИКЕР – ИЗМЕРЕНИЕ прибор отображает измеренные параметры мощности. Результаты могут быть представлены в табличной форме (ИЗМЕРЕНИЕ) или графической форме (ОТКЛОНЕНИЯ). Режим ОТКЛОНЕНИЯ доступен только, если активен РЕГИСТРАТОР. Для получения более подробной информации по активизации регистратора см. главу 0. Для получения информации о значении отдельных параметров фликеров обратитесь к пункту 5.1.9.

3.6.1 Измерение

При входе из ГЛАВНОГО МЕНЮ в меню ФЛИКЕР – ИЗМЕРЕНИЕ на экране отобразится табличное представление результатов измерения фликеров *(см. рисунок ниже)*.

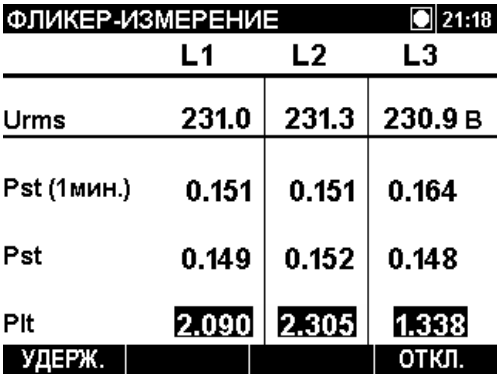


Рисунок 3.22: Табличное представление фликеров.

Описания символов и обозначений, используемых в меню измерения фликеров, приведены в таблице.

Таблица 3.23: Символы и обозначения на экране прибора

	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.
21:18	Текущее время.
Urms	Истинное действующее значение U_{Rms}.
Pst(1min)	Кратковременная доза фликера (1 мин) P_{st1min}.
Pst	Кратковременная доза фликера (10 мин) P_{st}.
Plt	Длительная доза фликера (2 часа) P_{st}.
2.090	Инвертированные цвета означают, что результат измерения недействителен (в случае, если выхода напряжения за диапазон, провалов напряжения, низкого напряжения и т.д.).

Таблица 3.24: Функциональные клавиши

		Снимок формы сигнала:
	УДЕРЖ.	Удержание результатов на экране.
	СОХР.	Сохранение удерживаемых результатов в памяти.
	ИЗМЕР.	Переключение в режим ИЗМЕРЕНИЕ (доступно только во время регистрации).
	ОТКЛ.	Переключение в режим ОТКЛОНЕНИЯ (доступно только во время регистрации).
		Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.

3.6.2 Отклонения

Во время РЕГИСТРАЦИИ доступен режим ОТКЛОНЕНИЯ (для получения подробной информации по активизации регистратора см. главу 0). Отклонения фликеров могут просматриваться путем переключения между режимами с помощью клавиши F4 (ИЗМЕРЕНИЕ – ОТКЛОНЕНИЯ).

Рисунок 3.23: Экран отклонений фликеров.

Таблица 3.25: Символы и обозначения на экране прибора

	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.
21:34	Текущее время.
pstm*p* *p*: [1..3]	Максимальное (⧖), среднее (⧗) и минимальное (⧗) значение 1-минутной кратковременной дозы фликера P_{st1min} для фазных напряжений U_1, U_2, U_3.
pst*p* *p*: [1..3]	Максимальное (⧖), среднее (⧗) и минимальное (⧗) значение 10-минутной кратковременной дозы фликера P_{st3} для фазных напряжений U_{12}, U_{23}, U_{31}.
plt*p* *p*: [1..3]	Максимальное (⧖), среднее (⧗) и минимальное (⧗) значение 2-часовой длительной дозы фликера для фазных напряжений U_1, U_2, U_3: P_{lt1}, P_{lt2}, P_{lt3}.
t: 00Д 01:09:00	Текущее время регистратора.
⧖2.729 ⧗0.243	Максимальная и минимальная зарегистрированная доза фликера.

Таблица 3.26: Функциональные клавиши

F1	МАСШ-+	Увеличение масштаба.
	МАСШ+-	Уменьшение масштаба.
F2		Выбор между следующими опциями:
	PST PLT	Отображение 10-мин. кратковременной дозы фликера P_{st}.
	PLT PSTMIN	Отображение длительной дозы фликера P_{lt}.
	PSTMIN PST	Отображение 1-мин. кратковременной дозы фликера P_{st1min}.

F3		Выбор между отображением отклонений различных параметров:
	1 2 3 人	Отображение отклонений выбранного фликера для фазы 1.
	1 2 3 人	Отображение отклонений выбранного фликера для фазы 2.
	1 2 3 人	Отображение отклонений выбранного фликера для фазы 3.
	1 2 3 人	Отображение отклонений выбранного фликера для всех фаз (только среднее).
F4	ИЗМЕР.	Переключение в режим ИЗМЕРЕНИЕ.
	ОТКЛ.	Переключение в режим ОТКЛОНЕНИЯ.
ESC		Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.

3.7 Пусковые токи

3.7.1 Настройки

При входе из ГЛАВНОГО МЕНЮ в меню ПУСКОВЫЕ ТОКИ на дисплее отобразится экран ПУСК. ТОК - РЕГИСТРАТОР *(см. рисунок ниже)*.

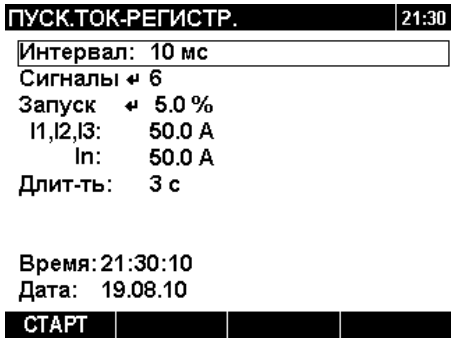


Рисунок 3.24: Экран настроек регистратора пускового тока.

Таблица 3.27: Символы и обозначения на экране прибора

Интервал	Настройка интервала регистрации (от 10 мс до 200 мс).
Длит-ть	В поле «длительность» отображается общее время регистрации (только как индикатор).
Сигналы	Выбор сигнала для регистрации: СИГНАЛЫ U1 U2 U3 Un I1 I2 I3 In
Запуск	Настройка запуска: • Токовый вход для источника запуска. • Уровень запуска, при котором начнется регистрация пускового тока.

- Кривая запуска.

Таблица 3.28: Функциональные клавиши

F1	Начало регистрации
F4	Переключение между опциями ВКЛ (выбран) и ВЫКЛ (не выбран) для выделенных регистрируемых сигналов в диалоге СИГНАЛЫ для выделенного источника запуска в диалоге ЗАПУСК.
▲ ▼	Выбор настроек “Интервала”, “Сигналов” или “Запуска”. В диалоге “Сигналы” – переключение между значениями тока и напряжения. В диалоге “Запуск” – переключение между источником запуска, уровнем запуска и кривой запуска.
◄ ►	Если выбран «Интервал» - изменение длительности интервала. Если открыт диалог «Сигналы» - прокрутка всех каналов. Если открыт диалог «Запуск» – переключение между источником запуска / изменение уровня запуска / изменение кривой запуска.
ENTER	Открывает диалоговое окно СИГНАЛЫ (если выбрано «Сигналы»). В данном диалоговом окне могут быть выбраны отдельные сигналы для регистрации. Открывает диалоговое окно ЗАПУСК (если выбран «Запуск»). В данном диалоговом окне могут быть выбраны каналы запуска, а также определены уровень и кривая запуска.
ESC	Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ или закрытие диалогового окна «Сигналы» или «Запуск» (если открыто диалоговое окно).

3.7.2 Фиксация пускового тока

При активизации регистрации пускового тока открывается следующий экран.

Рисунок 3.25: Экран фиксации пускового тока.

Таблица 3.29: Символы и обозначения на экране прибора

	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР ПУСКОВОГО ТОКА активен (Первый звуковой сигнал сигнализирует о том, что измерение началось, следующий – о том, что порог был превышен).
	РЕГИСТРАТОР ПУСКОВОГО ТОКА закончил регистрацию.
21:35	Текущее время.
U1..UN	Истинное действующее значение напряжения $U_{Rms(1/2)}$.
I1..IN	Истинное действующее значение тока $I_{½Rms}$.
Thd	Суммарный коэффициент гармонических составляющих THD_U или THD_I.
f	Частота опорного канала.
Запуск	Установленное значение запуска.
5433A	Отображает значение тока на вершине графика (горизонтальная линия между значением на графике и табличным значением).

Таблица 3.30: Функциональные клавиши

F1	СТОП	Остановка регистрации пускового тока. ***Примечание:*** Если пользователь прерывает регистрацию пускового тока, данные не записываются в память. Запись данных осуществляется, только когда срабатывает запуск.
F2		Переключение между каналами тока и напряжения.
	U I	Отображение графика отклонений напряжения $U_{Rms(1/2)}$.
	I U+I	Отображение графика отклонений тока $I_{½Rms}$.
	U+I U/I	Отображение отклонений напряжения $U_{Rms(1/2)}$ и тока $I_{½Rms}$ на одном графике.
	U/I U	Отображение отклонений напряжения $U_{Rms(1/2)}$ и тока $I_{½Rms}$ на двух отдельных графиках.

		Выбор фазы:
F3	1 2 3 N	Отображение графика и параметров для фазы L1.
	1 2 3 N	Отображение графика и параметров для фазы L2.
	1 2 3 N	Отображение графика и параметров для фазы L3.
	1 2 3 N	Отображение графика и параметров для нейтрали LN.
ESC		Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.

3.7.3 Фиксированный пусковой ток

Данная функция становится активной после завершения регистрации . Записанный сигнал может быть прокручен и просмотрен с помощью курсора. Данные отображаются в графическом (гистограмма регистратора) и числовом (параметры интервала) виде.
В области данных могут отображаться следующие значения:

- Минимальные, максимальные и средние значения параметров интервала, выбранного курсором;
- Время, прошедшее с начала записи, для точки, указанной курсором.

Полный график выбранного сигнала может быть просмотрен на гистограмме. Курсор позиционируется на выбранном интервале и может перемещаться по всем интервалам. Все результаты сохраняются в памяти прибора. Сигналы масштабируются автоматически.

Рисунок 3.26: Фиксированный пусковой ток

Таблица 3.31: Символы и обозначения на экране прибора

	Отображение завершения регистрации.
21:44	Текущее время.
	Отображение позиции курсора на графике.
U1..UN	Истинное действующее значение напряжения U_{Rms} на позиции курсора.
I1..IN	Истинное действующее значение тока U_{Rms} на позиции курсора.
Запуск	Установленное значение запуска.
1701 A 68.0 A	Максимальное и минимальное значение тока на графике.

19.08.10 21:43:50	Реальное время и дата запуска пускового тока.
t: - 00:00:630	Время на позиции курсора.

Таблица 3.32: Функциональные клавиши

F2		Переключение между каналами тока и напряжения:
	U I	Отображение графика отклонений напряжения $U_{rms(1/2)}$.
	I U+I	Отображение графика отклонений тока $I_{½Rms}$.
	U+I U/I	Отображение отклонений напряжения $U_{rms(1/2)}$ и тока $I_{½Rms}$ на одном графике.
	U/I U	Отображение отклонений напряжения $U_{rms(1/2)}$ и тока $I_{½Rms}$ на двух отдельных графиках.
F3	123N Δ	Выбор между отображением графиков отклонений для отдельной фазы, нейтрали или всех фаз.
ENTER		Выбор между графиками.
◄ ►		Прокрутка курсора по записанным данным.
ESC		Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.

3.8 Особые события и уставки

При входе в меню «СОБЫТИЯ И УСТАВКИ», на дисплее отобразится следующий экран *(см. рисунок ниже)*. При входе в данное меню отобразятся два подменю:

1. Таблица событий
2. Таблица уставок

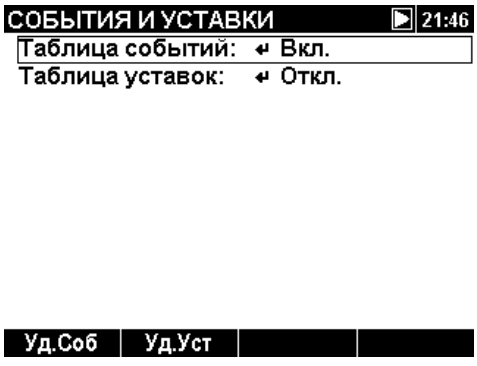


Рисунок 3.27: Экран событий и уставок.

Таблица 3.33: Символы и обозначения на экране прибора

	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.

21:46	Текущее время.
Таблица событий	Подменю для наблюдения фиксированных особых событий напряжения.
Таблица уставок	Подменю для наблюдения фиксированных уставок.
Вкл.	Отображает, что фиксация уставок и особых событий активна.
Откл.	Отображает, что фиксация уставок и особых событий не активна.

Таблица 3.34: Функциональные клавиши

F1	Уд.Соб Удаление фиксированных особых событий.
F2	Уд.Уст Удаление фиксированных уставок.
▲ ▼	Выбор между двумя опциями.
ENTER	Подтверждение и вход в меню выбранной опции.
ESC	Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.

3.8.1 Особые события напряжения

В данной таблице отображаются фиксированные провалы, перенапряжения и прерывания напряжения. Особые события появляются в таблице после их завершения, т.е. когда напряжение возвращается к нормальному значению. Все особые события могут быть сгруппированы или разделены по фазе. Это осуществляется путем нажатия функциональной клавиши F1.

Режим группировки

В данном режиме особые события напряжения сгруппированы в соответствии со стандартом IEC 61000-4-30 (для получения более подробной информации обратитесь к пункту 5.1.11). Ниже на рисунке приведена таблица со сгруппированными событиями. Каждая строка в данной таблице отображает одно особое событие, описанное номером события, временем начала события, длительностью и уровнем. Дополнительно в столбце «Т» отображается характеристика события (для получения более подробной информации смотрите таблицу 3.35).

Рисунок 3.28: Экран в режиме сгруппированных событий напряжения

Некоторые события можно просмотреть подробнее, нажав клавишу «Enter». Событие разбито на события на фазах, которые отсортированы по времени начала события. Столбец «Т» отображает переход от одного состояния события к другому (для получения более подробной информации смотрите таблицу 3.35).

Рисунок 3.29: Экран в режиме разделенных событий напряжения

Таблица 3.35: Символы и обозначения на экране прибора

	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.
Дата	Дата возникновения выбранного события.
№	Унифицированный номер события (ID)
L	Отображает фазное или межфазное напряжение, на котором возникло особое событие: 1 – особое событие на фазе U_1, 2 – особое событие на фазе U_2, 3 – особое событие на фазе U_3, 12 – особое событие на напряжении U_{12}, 23 – особое событие на напряжении U_{23}, 32 – особое событие на напряжении U_{32}. **Примечание:** данная индикация отображается только в деталях события, т.к. одно сгруппированное событие может содержать много событий на фазах.

Начало	Время начала события (когда значение $U_{Rms(1/2)}$ впервые пересекает порог).
T	Отображает тип события или переход: D – Провал; I – Прерывание; S – Перенапряжение; N → D – Переход от нормального состояния к провалу; N → S – Переход от нормального состояния к перенапряжению; D → I – Переход от провала к прерыванию.
Ур-нь	Минимальное или максимальное значение при событии U_{Dip}, U_{Int}, U_{Swell}.
Длит-ть	Продолжительность события. **Примечание:** В связи с ограниченным пространством дисплея длительность представлена в виде десятичного значения. Например, 2.5ч означает 2 часа 30 минут. Для просмотра событий в режиме нормального временного формата используйте программное обеспечение PowerView.

Таблица 3.36: Функциональные клавиши

F1	Σ ФАЗА — Показан режим группировки. Нажмите клавишу для переключения в режим «ФАЗА». ФАЗА Σ — Показан режим сортировки по фазам. Нажмите клавишу для переключения в режим группировки.
F4	СТАТ. — Отображение суммы событий (по типу и фазе): СОБЫТ. — Возврат в режим группировки.
ENTER	Отображение деталей выбранного события.
▲ ▼	Выбор события.
ESC	Возврат в меню «СОБЫТИЯ И УСТАВКИ».

Режим сортировки по фазам

В данном режиме особые события разделены по фазам. Данный режим полезен для диагностики и устранения ошибок. Кроме того, пользователь может использовать фильтры для просмотра только определенного типа событий на конкретной фазе. Фиксированные события представлены в таблице, где каждая строка содержит одно событие. Каждое событие сопровождается номером события, временем начала, длительностью и уровнем. Дополнительно в столбце «Т» отображается тип события (для получения более подробной информации смотрите таблицу 3.37).

Рисунок 3.30: Экран событий напряжения.

Могут быть просмотрены детали каждого отдельного события напряжения и статистика всех событий. Статистика отображает сумму событий каждого типа для каждой фазы.

Таблица 3.37: Символы и обозначения на экране прибора

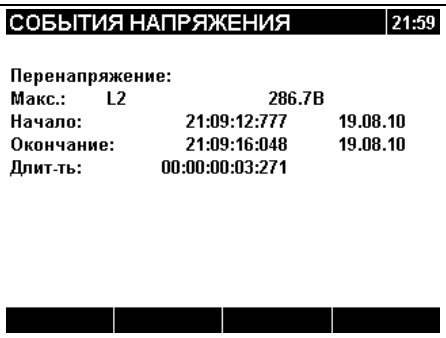
	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.
Дата	Дата возникновения выбранного события.
№	Унифицированный номер события (ID).
L	Отображает фазное или межфазное напряжение, на котором возникло особое событие: 1 – особое событие на фазе $U_{1,}$ 2 – особое событие на фазе $U_{2,}$ 3 – особое событие на фазе $U_{3,}$ 12 – особое событие на напряжении $U_{12,}$ 23 – особое событие на напряжении $U_{23,}$ 32 – особое событие на напряжении $U_{32.}$
Начало	Время начала события (когда значение $U_{Rms(1/2)}$ впервые пересекает порог).
T	Отображает тип события: D – Провал;

	I – Прерывание; S – Перенапряжение.
Ур-нь	Минимальное или максимальное значение при событии U_{Dip}, U_{Int}, U_{Swell}.
Длит-ть	Продолжительность события. **Примечание:** В связи с ограниченным пространством дисплея длительность представлена в виде десятичного значения. Например, 2.5ч означает 2 часа 30 минут. Для просмотра событий в режиме нормального временного формата используйте программное обеспечение PowerView.

Таблица 3.38: Функциональные клавиши

F1	Σ ФАЗА	Показан режим группировки. Нажмите клавишу для переключения в режим «ФАЗА».
	ФАЗА Σ	Показан режим сортировки по фазам. Нажмите клавишу для переключения в режим группировки.
F2		Фильтр событий по типу:
	Σ ПРОВ.	Отображение всех событий.
	ПРОВ. ПРЕР.	Отображение только провалов.
	ПРЕР. ПЕРЕН	Отображение только прерываний.
	ПЕРЕН. Σ	Отображение только перенапряжений.
F3		Фильтр событий по фазе:
	1 2 3 Σ	Отображение только событий на фазе 1.
	1 2 3 Σ	Отображение только событий на фазе 2.
	1 2 3 Σ	Отображение только событий на фазе 3.
	1 2 3 Σ	Отображение всех событий.
F4	СТАТ.	Отображение суммы событий (по типу и фазе):

	СОБЫТ.	Возврат в режим группировки.
ENTER		Отображение деталей выбранного события.



	Выбор события.
ESC	Возврат в меню «СОБЫТИЯ И УСТАВКИ».

3.8.2 Список уставок

В данном меню отображается список сработавших пользовательских уставок. Уставки приведены в табличной форме, где каждая строка отображает одну уставку. Каждая уставка сопровождается информацией о времени начала, фазе, типе, кривой, минимальным / максимальным значением и длительностью. Для получения более подробной информации обратитесь к пункту 5.1.12.

Рисунок 3.31: Экран списка уставок.

Таблица 3.39: Символы и обозначения на экране прибора

	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.
Дата	Дата возникновения выбранной уставки.
Начало	Время начала уставки (когда значение $U_{Rms(1/2)}$ впервые пересекает порог).
L	Отображает фазное или межфазное напряжение, на котором возникла уставка: 1 – уставка на фазе L_1

	2 – уставка на фазе L_2 3 – уставка на фазе L_3 12 – уставка на линии L_{12} 23 – уставка на линии L_{23} 32 – уставка на линии L_{32}
Фронт	Отображает характер фронта уставки: • Рост – параметр пересек верхний порог • Спад – параметр пересек нижний порог
Мин/Мак.	Минимальное или максимальное значение параметра во время уставки
Длит-ть	Продолжительность уставки. **Примечание:** В связи с ограниченным пространством дисплея длительность представлена в виде десятичного значения. Например, 2.5ч означает 2 часа 30 минут. Для просмотра уставки в режиме нормального временного формата используйте программное обеспечение PowerView.

Таблица 3.40: Функциональные клавиши

F2		Фильтр уставок по следующим параметрам:
	Σ U|f	Все уставки.
	U,I,f МОЩ.	Уставка напряжения.
	МОЩ. ФЛИК	Уставка мощности.
	ФЛИК. НЕС.	Уставка фликеров.
	НЕС. ГАРМ.	Уставка несимметрии.
	ГАРМ. Σ	Уставка гармоник.
F3		Фильтр уставок по фазе, на которой они возникли:
	1 2 3 N Σ	Отображение только уставки на фазе 1.
	1 2 3 N Σ	Отображение только уставки на фазе 2.
	1 2 3 N Σ	Отображение только уставки на фазе 3.
	1 2 3 N Σ	Отображение только уставки на нейтрали N.
	1 2 3 N Σ	Отображение уставок на всех фазах.
F4	АКТИВ.	Отображение списка активных уставок. Данный список включает в себя уставки, которые начались, но еще не закончились. Условные знаки, используемые в данной таблице, - те же, что описаны в данном разделе.
▲ ▼		Выбор уставки.
ESC		Возврат в меню «СОБЫТИЯ И УСТАВКИ».

3.9 Фазовая диаграмма

Фазовая диаграмма графически отображает основные напряжения, токи и углы сдвига фаз сети. Просмотр данного изображения настоятельно рекомендуется для проверки правильности подключения прибора перед тем, как начать измерения. Следует отметить, что большинство проблем при измерениях возникают вследствие неправильного подключения прибора (см. главу 4.1 для получения рекомендаций по методам измерения).
В меню фазовой диаграммы прибор отображает:

- Графическое представление фазовых векторов напряжения и тока измеряемой системы;
- Несимметрию измеряемой системы.

3.9.1 Фазовая диаграмма

При входе из ГЛАВНОГО МЕНЮ в меню ФАЗОВАЯ ДИАГРАММА отображается следующий экран *(см. рисунок ниже)*:

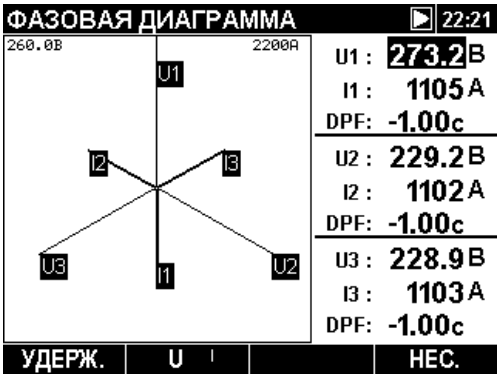


Рисунок 3.32: Экран фазовой диаграммы.

Таблица 3.41: Символы и обозначения на экране прибора

	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.
22:21	Текущее время.
U1, U2, U3	Основные напряжения U_{1Fnd}, U_{2Fnd}, $U_{3Fnd.}$
I1, I2, I3	Основные токи I_{1Fnd}, I_{2Fnd}, $I_{3Fnd.}$
DPF	Коэффициент сдвига фаз (cos φ) для конкретной фазы: $DPF_{1,}$ DPF_2, $DPF_{3.}$
260.0В 2200А	Отображает масштабирование тока и напряжения. Значение обозначает значение тока или напряжения на вершине графика (верхняя горизонтальная линия).

Таблица 3.42: Функциональные клавиши

F1		Снимок формы сигнала:
	УДЕРЖ.	Удержание результатов на экране
	СОХР.	Сохранение удерживаемых результатов в памяти
F2	U I	Активирует напряжение для масштабирования (посредством курсора).
	I U	Активирует ток для масштабирования (посредством курсора).
F4	U-I	Переключение на фазовую диаграмму.
	НЕС.	Переключение на диаграмму несимметрии.
▲ ▼		Масштабирование отображаемой диаграммы по амплитуде.
ESC		Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.

3.9.2 Диаграмма несимметрии

Диаграмма несимметрии отображает симметрию тока и напряжения или несимметрию измеряемой системы. Несимметрия возникает, когда среднеквадратические значения или углы сдвига фаз между последовательными фазами не равны. Диаграмма показана на нижеприведенном рисунке.

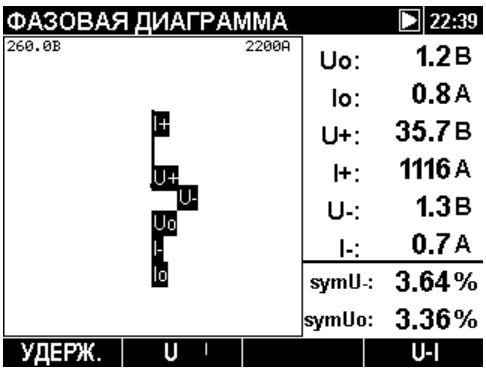


Рисунок 3.33: Экран диаграммы несимметрии

Таблица 3.43: Символы и обозначения на экране прибора

	Текущий статус регистратора:
	РЕГИСТРАТОР активен.
	РЕГИСТРАТОР занят (поиск и выборка данных из памяти).
	РЕГИСТРАТОР не активен.
22:39	Текущее время.
U0 I0	Напряжение нулевой последовательности U^0. Ток нулевой последовательности I^0.

U+ I+	Напряжение прямой последовательности U^+. Ток прямой последовательности I^+.
U- I-	Напряжение обратной последовательности U^-. Ток обратной последовательности I^-.
symU- symI-	Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательностиu^-. Коэффициент несимметрии токов по обратной последовательности i^-.
symU+ symI-	Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательностиu^0. Коэффициент несимметрии токов по нулевой последовательности i^0.
260.0В 2200А	Отображает масштабирование тока и напряжения. Значение обозначает значение тока или напряжения на вершине графика (верхняя горизонтальная линия).

Таблица 3.44: Функциональные клавиши

F1		Снимок формы сигнала:
	УДЕРЖ.	Удержание результатов на экране
	СОХР.	Сохранение удерживаемых результатов в памяти
F2	U I	Переключение между напряжениями u^-/u^0 и выбор напряжения для масштабирования (посредством курсора).
	I U	Переключение между токами i^-/i^0 и выбор тока для масштабирования (посредством курсора).
F4	U-I	Переключение на фазовую диаграмму.
	НЕС.	Переключение на диаграмму несимметрии.
▲ ▼		Масштабирование отображаемой диаграммы по амплитуде.
ESC		Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.

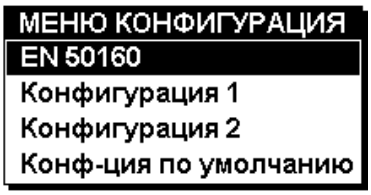
3.10 Регистратор

Во время обычной эксплуатации прибора, PowerQ4 обладает возможностью регистрировать данные. В меню РЕГИСТРАТОР пользователь может установить параметры, чтобы во время регистрации учитывались установленные значения размеров, длительности и количества сигналов. При входе в меню «РЕГИСТРАТОР» отображается следующее меню:

Рисунок 3.34: Экран настроек регистратора

В нижеприведенной таблице описаны настройки регистратора:

Таблица 3.45: Описание настроек регистратора

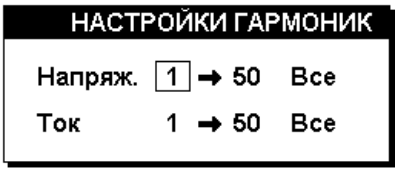
Конфигурация	Загрузите / сохраните одну из предопределённых конфигураций.  Возможны следующие опции: • “EN50160” – предопределённая конфигурация для анализа по стандарту EN 50160. • Конфигурация 1 – пользовательская конфигурация. • Конфигурация 2 - пользовательская конфигурация. • Конфигурация по умолчанию – настройки производителя. **Примечание:** конфигурация по EN 50160 регистрирует только средние значения для установленного периода времени. **Примечание:** по умолчанию EN 50160 регистрирует только параметры напряжения. Зависимые от тока величины не регистрируются и не отображаются на графиках отклонений. Используя меню СИГНАЛЫ, пользователь может добавить каналы тока или мощности, чтобы одновременно выполнять измерения по EN 50160 и измерения параметров мощности.
Интервал	Выбор интервала объединения регистратора. Для каждого временного интервала будут записаны минимальное, среднее и максимальное значения (для каждого сигнала). Чем меньше

данный интервал, тем больше значений будет записано.
Примечание: Прибор автоматически изменяет длительность, если при заданных значениях интервала и продолжительности не достаточно внутренней памяти.

Сигналы

Выбор сигналов для регистрации. Подробный список каналов см. в разделе 4.3.

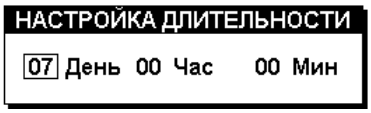
- **U, I, f** – выбор для регистрации параметров напряжения, тока и частоты.
- **Мощность и энергия** – выбор для регистрации параметров мощности и энергии.
- **Фликеры** – выбор для регистрации параметров фликеров.
- **Несим**. – выбор для регистрации параметров несимметрии
- **Гармоники** – выбор, какие гармоники тока и напряжения будут включены в регистрацию.



Пользователь может выбрать для регистрации:
  - Первую и последнюю гармонику тока и напряжения;
  - Четные, нечетные или все гармоники.

Длительность

Выбор продолжительности регистрации.



Примечание: Если установленная продолжительность больше, чем позволяет внутренняя память, она будет автоматически уменьшена.

Акт. события

Настройка, включить или нет текущие события в регистрацию.

Акт. уставки

Настройка, включить или нет текущие уставки в регистрацию.

Время начала

Определение времени начала регистрации:

- Вручную, путем нажатия функциональной клавиши F1.
- Установить время, при котором регистратор должен начать регистрацию.

Таблица 3.46: Функциональные клавиши

F1	СТАРТ СТОП	Старт или остановка регистратора. Остановка регистратора.
F2	КОНФ.	Открытие подменю конфигураций.
F3	ЗАГР.	Загрузка выбранной конфигурации (только в подменю конфигураций).
F4	СОХР.	Сохранение изменений выбранной конфигурации (только в подменю конфигураций).
ENTER		Вход в выбранное подменю.
◀ ▶		Выбор параметра / изменение значения.
▲ ▼		Выбор параметра / изменение значения.
ESC		Возврат в предыдущее меню.

3.11 Список памяти

Используя данное меню, пользователь может листать и просматривать записи. При входе в данное меню отображается информация последней записи.

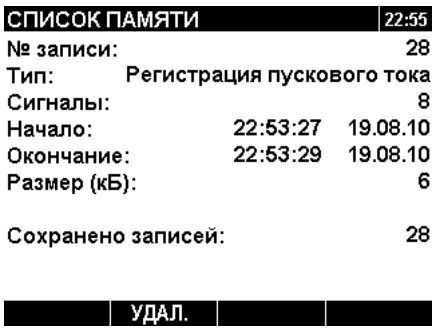


Рисунок 3.35: Экран списка памяти.

Таблица 3.47: Описание списка памяти

№ записи	Номер выбранной записи, для которой отображаются детали.
Тип	Отображает тип записи; существуют следующие типы записи: • Регистрация пускового тока, • Снимок формы сигнала, • Стандартная регистрация.
Сигналы	Количество регистрируемых сигналов.
Начало	Время начала регистрации.
Окончание	Время остановки регистрации.
Размер (кБ)	Размер записи в килобайтах (кБ).
Сохранено записей	Общее количество записей в памяти.

Таблица 3.48: Функциональные клавиши

F2	Удаление последней записи. Чтобы полностью очистить память, удалите все записи по одной.
◄ ►	Листает записи (следующая или предыдущая запись).
ENTER	Отображение текущей записи. Обратитесь к следующему пункту для получения более подробной информации о просмотре конкретного типа записи.
ESC	Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.

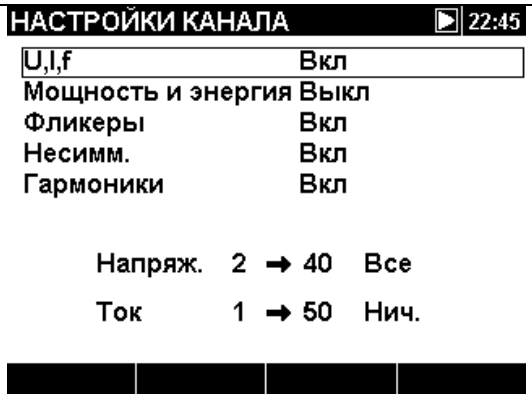
3.11.1 Запись

Данный тип записи выполняется РЕГИСТРАТОРОМ. Первая страница подменю записи выглядит так же, как меню РЕГИСТРАТОРА, как показано на нижеприведенном рисунке.

Рисунок 3.36: Первая страница подменю записи в меню СПИСКА ПАМЯТИ

Таблица 3.49: Описание настроек регистратора

22:56	Текущее время.
Тип записи: Запись	Индикация того, что тип записи выполнен РЕГИСТРАТОРОМ.
Интервал: 10 с	Отображает интервал, используемый при регистрации.
Сигналы: 173	Отображает количество сигналов при регистрации. При нажатии ENTER в Сигналы отобразится следующий экран.:



При этом пользователь может просмотреть отдельные группы сигналов путем нажатия F1 .

Длительность: 2м 14с	Отображает продолжительность регистрации.
Акт. события: 4	Отображает количество фиксированных событий.
Акт. уставки: 0	Отображает количество фиксированных уставок.
Время начала	Отображает время начала записи.

Таблица 3.50: Функциональные клавиши

F1 ПРОСМ.	Просмотр выбранной группы сигналов (активен только в подменю Сигналы).
ENTER	Вход в выбранное подменю.
▲ ▼	Выбор параметра.
ESC	Возврат в предыдущее меню.

Нажатием F1 ПРОСМ. в меню НАСТРОЙКИ КАНАЛА появится экран ОТКЛОНЕНИЯ. Типичный экран приведен на рисунке ниже.

Рисунок 3.37: Просмотр данных регистрации U,I,f – ОТКЛОНЕНИЯ.

Таблица 3.51: Символы и обозначения на экране прибора

R:28	Отображение номера записи в СПИСКЕ ПАМЯТИ.
22:29	Текущее время.
	Отображение позиции курсора на графике.
Up, Upg:	Максимальное (▲), среднее (⧗) и минимальное (▼) зарегистрированное значение фазного U_{pRms} или линейного напряжения U_{pgRms} для обозначенного курсором временного интервала.
Ip:	Максимальное (▲), среднее (⧗) и минимальное (▼) зарегистрированное значение тока I_{pRms} для обозначенного курсором временного интервала.
t: 00Д 01:01:33	Время, соответствующее позиции курсора.
▲232.4 В ▼173.6 В ▲947.1A ▼ 0.0 A	Максимальное и минимальное Up/Upg на отображаемом графике. Максимальное и минимальное Ip на отображаемом графике.

Таблица 3.52: Функциональные клавиши

F1	МАСШ-+ МАСШ+-	Увеличение масштаба. Уменьшение масштаба.
F2		Выбор между следующими опциями:
	U I	Отображение отклонений напряжения.
	I U+I	Отображение отклонений тока.
	U+I U/I	Отображение отклонений напряжения и тока на одном графике.
	U/I U	Отображение отклонений напряжения и тока на двух отдельных графиках.
F3	123N人	Выбор между отображением графиков отклонений для отдельной фазы, нейтрали или всех фаз.
F4	f	Отображение отклонений частоты.
ENTER		Выбор формы сигнала для увеличения масштаба (только для отклонений U/I или U+I).
◀ ▶		Прокрутка курсора по зарегистрированным данным.
ESC		Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.

Примечание: Описанные в таблице действия применимы и к остальным зарегистрированным данным (мощность, гармоники и т.д.).

3.11.2 Снимок формы сигнала

Данный тип записи может быть выполнен путем использования процедуры УДЕРЖАНИЕ → СОХРАНЕНИЕ. Первая страница данного меню выглядит так же, как экран регистратора (см. рисунок ниже).

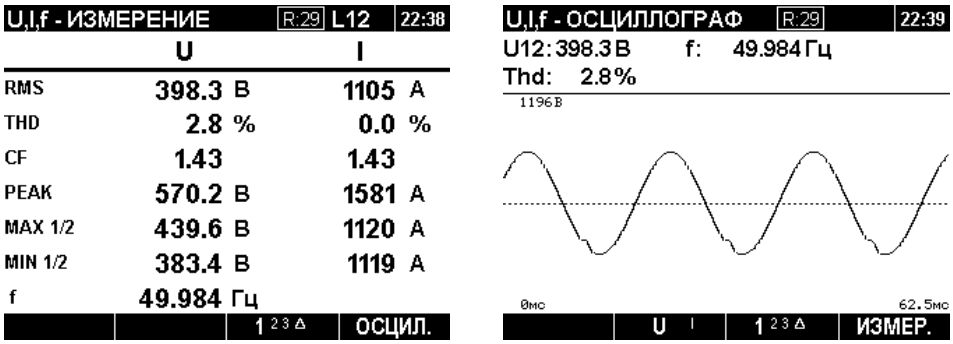


Рисунок 3.38: Снимок фирмы сигнала.

Информацию относительно описания символов на экране прибора и функциональных клавиш для режимов ИЗМЕРЕНИЕ, ОСЦИЛЛОГРАФ, ГИСТОГРАММА, ФАЗОВАЯ ДИАГРАММА и т.д. Вы найдете в соответствующих разделах руководства (U, I, f; Мощность и т.д.).

3.11.3 Регистратор пускового тока

Данный тип записи выполняется регистратором пускового тока. Для получения информации относительно управления и просмотра данных обратитесь к пункту 0.

3.12 Меню настроек

В меню «НАСТРОЙКИ» могут быть просмотрены, установлены и сохранены основные настройки прибора.

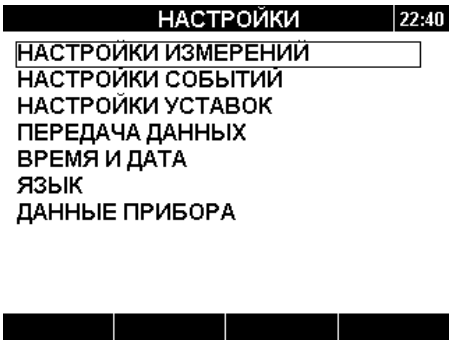


Рисунок 3.39: Меню НАСТРОЙКИ.

Таблица 3.53: Описание опций настроек

Настройки измерений	Настройка параметров измерений.
Настройки событий	Настройка параметров событий.
Настройки уставок	Настройка параметров уставок.
Передача данных	Настройка скорости передачи данных и порта.
Время и дата	Настройка времени и даты.
Язык	Выбор языка.
Данные прибора	Информация о приборе.

Таблица 3.54: Функциональные клавиши

	Выбор опции в меню настроек.
	Вход в выбранное подменю.
	Возврат в ГЛАВНОЕ МЕНЮ.

3.12.1 Настройки измерения

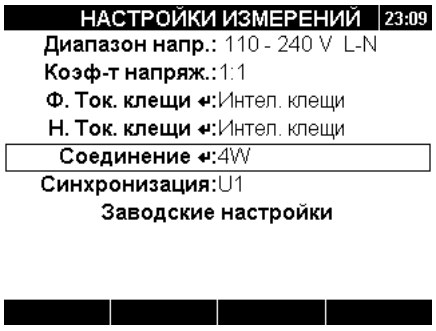
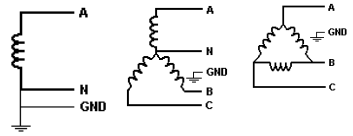


Рисунок 3.40: Экран «НАСТРОЙКИ ИЗМЕРЕНИЯ».

Таблица 3.55: Описание настроек параметров измерения

Диапазон напр.	Диапазон номинального напряжения. Установите диапазон напряжения в соответствии с **номинальным напряжением сети**: **1W и 4W** — **3W** 50 … 110 В (L-N) — 86 … 190 В (L-L) 110 … 240 В (L-N) — 190 … 415 В (L-L) 240 … 1000 В (L-N) — 415 … 1730 В (L-L) **Примечание:** Прибор обеспечивает высокоточные измерения при напряжениях, по крайней мере, на 50 % превышающих значение установленного номинального напряжения.

Коэф-т напряж.	Масштабный коэффициент для преобразователя напряжения. Используйте данный коэффициент, если должны учитываться трансформаторы или распределители внешнего напряжения. В таком случае все показания будут относиться к первичному напряжению. См. пункт 4.2.2 для получения информации о соединении. **Примечание:** Масштабный коэффициент может быть установлен только, когда выбран нижний **диапазон напряжения**! **Примечание:** Максимальное значение ограничено на 4000.
Ф. Ток. клещи 	Выберите клещи фазы для измерений тока фазы. **Примечание:** При использовании «Интеллектуальных клещей» (A 1227, A 1281) всегда выбирайте “ Интел. клещи ”. **Примечание:** Для получения дальнейших указаний по настройкам клещей обратитесь к пункту 4.2.3.
Н. Ток. клещи 	Выберите клещи нейтрали для измерений тока нейтрали. **Примечание:** При использовании «Интеллектуальных клещей» (A 1227, A 1281) всегда выбирайте “Интел. клещи” **Примечание:** Для получения дальнейших указаний по настройкам клещей обратитесь к пункту 4.2.3.
Соединение  **1W** **4W** **3W**	Метод подключения прибора к многофазным системам (см. пункт 4.2.1 для получения более подробной информации). • **1W**: 1-фазная 2-проводная система. • **3W**: 3- фазная 3-проводная система. • **4W**: 3- фазная 4-проводная система.
Синхронизация	Канал синхронизации. Данный канал применяется для синхронизации прибора с частотой сети. Кроме того, на данном канале выполняется измерение частоты. В зависимости от **соединения**, пользователь может установить: • **1W** : U1 или I1. • **3W**: U12 или I1. • **4W**: U1, I1.

Заводские настройки	Установка заводских настроек. Они следующие: Диапазон напр.: 110 … 240 В (L-N); Коэф-т напряж.: 1:1; Ф.Ток. клещи: Интел. клещи; Н. Ток. клещи: Интел. клещи; Соединение: 4W; Синхронизация: U1.

Таблица 3.56: Функциональные клавиши

	Изменение значения выбранного параметра.
	Выбор параметра измерения.
	Вход в подменю.
	Возврат в меню «НАСТРОЙКИ».

3.12.2 Настройки событий

В данном меню могут быть установлены параметры событий. Для получения дальнейших рекомендаций относительно методов измерения обратитесь к пункту 5.1.11. Фиксированные события могут быть просмотрены в меню «СОБЫТИЯ И УСТАВКИ». Для получения более подробной информации обратитесь к пункту 0.

Рисунок 3.41: Экран настроек событий напряжения.

Таблица 3.57: Описание настроек измерения

Номин. напряжение	Установка номинального напряжения
Перенапряжение	Установка порогового значения перенапряжения.
Провал	Установка порогового значения провала.
Прерывание	Установка порогового значения прерывания.
Захват событий	Активизация или отключение захват событий.

Примечание: Активируйте события только в случае,

если Вы хотите осуществить их фиксацию без регистрации. В случае если Вы хотите просматривать события только во время регистрации, воспользуйтесь опцией:
Акт события: Вкл в меню РЕГИСТРАТОРА.

Примечание: В случае если выбрано Тип соединения: 1W, рекомендуется подключить неиспользуемые входы напряжения к входу напряжения N, чтобы избежать ошибочного срабатывания.

Таблица 3.58: Функциональные клавиши

	Изменение значения.
	Выбор параметра.
	Возврат в меню «НАСТРОЙКИ».

3.12.3 Настройки уставок

Пользователь может установить до 10 различных уставок, основанных на любом параметре, измеряемом прибором. Для получения дальнейших рекомендаций относительно методов измерения обратитесь к пункту 5.1.12. Фиксированные уставки могут быть просмотрены в меню «СОБЫТИЯ И УСТАВКИ». Для получения более подробной информации обратитесь к пункту 0.

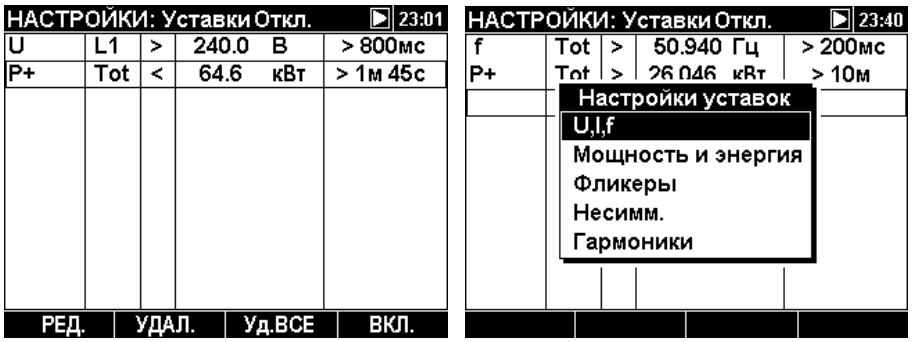


Рисунок 3.42: Экран настроек уставок.

Таблица 3.59: Описание настроек параметров измерения

1ый столбец (U, P+ на рисунке выше)	Выбор уставкок из группы измерений и, затем, самих измерений.
2ой столбец (Tot, L1 на рисунке выше)	Выбор фаз для фиксации уставок: • 1 – уставки на фазе L_1, • 2 – уставки на фазе L_2, • 3 – уставки на фазе L_3,

	• N – уставки на нейтрали N, • 12 – уставки на линии L_{12}, • 23 – уставки на линии L_{23}, • 32 – уставки на линии L_{32}, • All – уставки на любой фазе, • Tot – уставки на суммарной мощности или на измерениях, не зависящих от фазы (частота, несимметрия).
3ий столбец (“>, <” на рисунке выше)	Выбор метода срабатывания: < – срабатывание, когда измеренная величина меньше пороговой (СПАД). > – срабатывание, когда измеренная величина превышает пороговую (РОСТ).
4ый столбец	Пороговое значение.
5ый столбец	Минимальная длительность уставки. Срабатывает, только если порог пересечен в течение установленного периода времени. **Примечание:** Рекомендуется, чтобы минимальное время для фликера устанавливалось в соответствии с минимальным интервалом измерения: Pst_{1min}>1мин, Pst > 10мин, Plt > 10мин.

Таблица 3.60: Функциональные клавиши

F1	Настройка уставки.
F2	Удаление уставки.
F3	Удаление всех уставок.
F4	Активизация или отключение уставок. **Примечание:** Активируйте уставки только в случае, если Вы хотите осуществить их фиксацию без регистрации. В случае если Вы хотите просматривать уставки только во время регистрации, воспользуйтесь опцией: Акт. уставки: Вкл в меню РЕГИСТРАТОРА.
ENTER	Вход или выход в/из подменю.
◀ ▶	Выбор параметра.
▲ ▼	Измерение значения.
ESC	Возврат в меню «НАСТРОЙКИ».

3.12.4 Передача данных

В данном меню могут быть установлены порт передачи данных (RS232 или USB) и скорость передачи данных.

Рисунок 3.43: Экран настроек передачи данных.

Таблица 3.61: Функциональные клавиши

	Изменение скорости передачи данных с 2400 бит/с до 115200 бит/с для RS232 и с 2400 бит/с до 921600 бит/с для USB.
	Переключение между скоростью передачи данных и портом.
	Подтверждение выбранной скорости.
	Возврат в меню «НАСТРОЙКИ».

3.12.5 Время и дата

В данном меню могут быть установлены время и дата.

Рисунок 3.44: Экран настроек времени и даты.

Таблица 3.62: Функциональные клавиши

	Выбор между следующими параметрами: час, минута, секунда, день, месяц или год.
	Изменение значения выбранного параметра.
	Возврат в меню «НАСТРОЙКИ».

3.12.6 Язык

В данном меню может быть выбран язык.

Рисунок 3.45: Экран настроек языка.

Таблица 3.63: Функциональные клавиши

	Выбор языка.
	Подтверждение выбранного языка.
	Возврат в меню «НАСТРОЙКИ».

3.12.7 Данные прибора

В данном меню может быть просмотрена базовая информация об используемом приборе: производитель, данные пользователя, серийный номер, версия встроенного программного обеспечения и версия аппаратного обеспечения.

Рисунок 3.46: Экран данных прибора.

Таблица 3.64: Описание данных прибора

Производитель	Производитель прибора
Данные пользователя	Информация о пользователе
Серийный №.	Серийный номер прибора
Версия FW	Версия встроенного программного обеспечения
Версия HW	Версия аппаратного обеспечения
Размер памяти (кБ)	Размер внутренней флэш-памяти.
Свободно памяти (кБ)	Размер доступной памяти в килобайтах.

Таблица 3.65: Функциональные клавиши

	Возврат в меню «НАСТРОЙКИ».

4 Рекомендуемые методы регистрации и подключения прибора

В данной главе описаны рекомендуемые методы измерений и регистрации.

4.1 Процедура измерения

Измерения качества электроэнергии – это специфический тип измерений, которые могут продолжаться несколько дней или недель и, как правило, *выполняются* только один раз. Обычно измерения выполняются в следующих целях:

- Статистический анализ определенной точки сети.
- Поиск неисправностей при сбоях работы приборов или оборудования.

Поскольку в большинстве случаев измерения выполняются только один раз, очень важно правильно настроить измерительное оборудование. Измерение при неправильных настройках может привести к неверным или непригодным результатам. Поэтому прибор должен быть полностью подготовлен перед началом измерений.
В данном разделе приведен алгоритм рекомендуемой процедуры регистрации с подробным описанием каждого шага. Мы советуем строго следовать указаниям, чтобы избежать распространённых проблем и ошибок при измерениях.

Примечание: ПО PowerView позволяет корректировать (после завершения измерения):

- Ошибочные настройки реального времени,
- Ошибочный коэффициент масштабирования тока и напряжения.

Ошибочное подключение прибора (перепутанные провода, противоположное направление клещей) впоследствии не может быть исправлено.

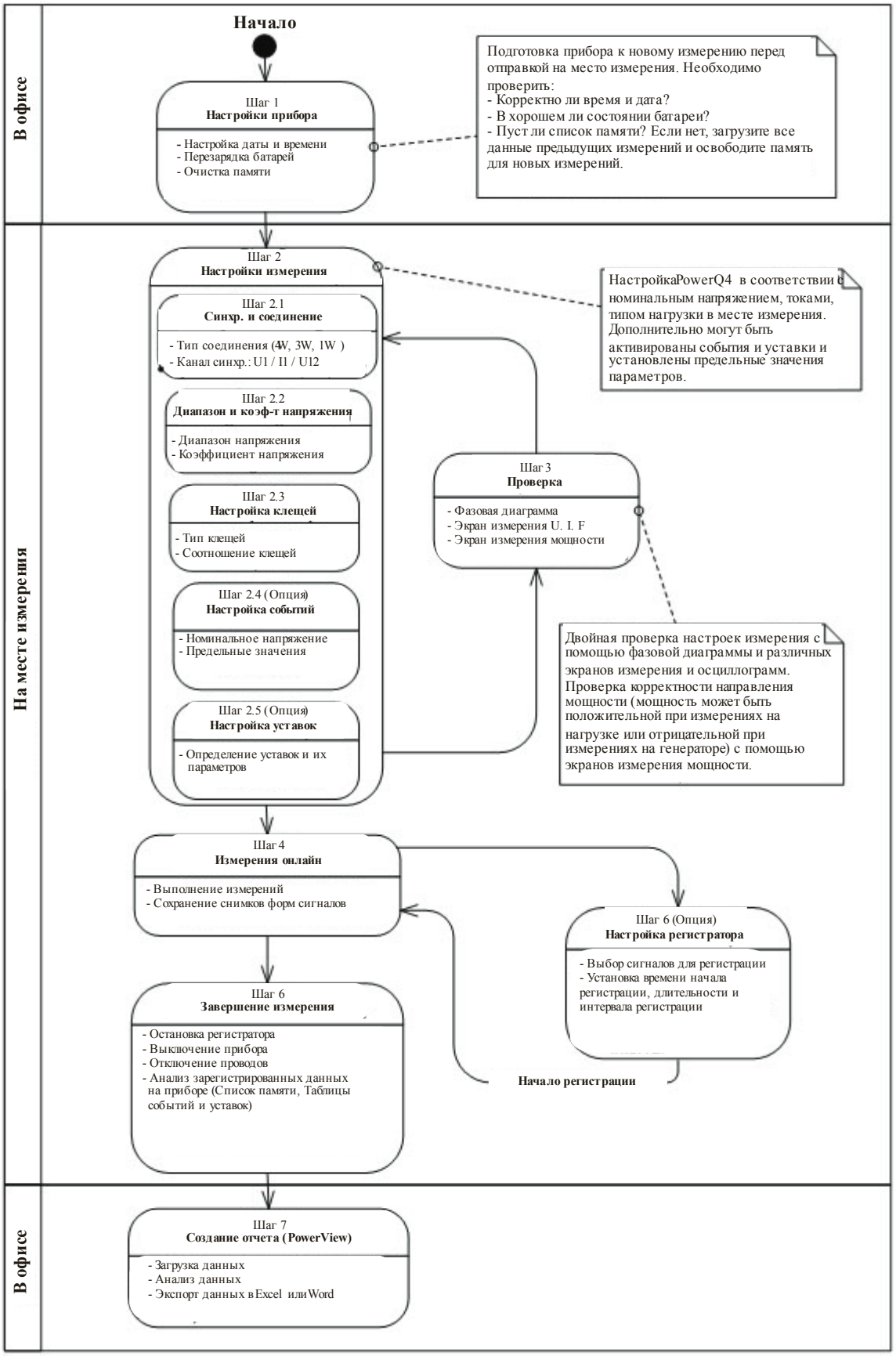


Рисунок 3.45: Рекомендуемая процедура измерения

Шаг 1: Настройки прибора

Измерения на месте эксплуатации могут быть довольно стрессовыми, поэтому лучше всего подготовить измерительное оборудование заранее, в офисе. Подготовка прибора PowerQ4 включает в себя следующие шаги:

- Визуальная проверка прибора и принадлежностей.
  Примечание: Не используйте оборудование с видимыми повреждениями!
- Всегда используйте батареи в хорошем состоянии и полностью зарядите их перед началом измерений.
  Примечание: Поддерживайте батареи в хорошем состоянии. В условиях плохого качества электроэнергии, когда часто возникают провалы и прерывания, питание прибора полностью зависит от батарей!
- Загрузите все предыдущие записи на ПК и очистите память прибора. Для получения информации по очистке памяти обратитесь к разделу 3.11.
- Установите время и дату на приборе. Для получения информации по настройке времени и даты обратитесь к пункту 3.12.5

Шаг 2: Настройки измерения

Установка настроек измерения осуществляется на месте измерения, после того как будут известны данные относительно номинального напряжения, токов, типа проводки и т.д.

Шаг 2.1: Синхронизация и подключение

- Подключите токовые клещи и зажимы напряжения к испытываемому объекту. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу 4.2.
- Установите подходящий тип соединения в меню “Настройки измерения”. Для получения более подробной информации обратитесь к пункту 3.12.1.
- Выберите канал синхронизации. Рекомендуется синхронизация по напряжению, за исключением, если измерение производится на сильно искаженных нагрузках, например на приводе с модуляцией широты импульса. В таком случае более подходящей является синхронизация по току. Для получения более подробной информации обратитесь к пункту 3.12.1.

Шаг 2.2: Диапазон и коэффициент напряжения

- Выберите подходящий диапазон напряжения, в соответствии с номинальным напряжением сети.
  Примечание: Для 4W и 1W измерений все напряжения указаны для фаза-нейтраль (L-N). Для 3W измерений все напряжения указаны для фаза-фаза (L-L).
  Примечание: Прибор обеспечивает правильные измерения для напряжений до 150 % от номинального напряжения.
- В случае косвенного измерения напряжения, выберите диапазон напряжения: 50 В … 110 В и установите «Коэффициент напряжения» в соответствии с коэффициентом преобразователя. Для получения более подробной информации обратитесь к пункту 3.12.1.

Шаг 2.3: Настройка токовых клещей

- В меню «Токовые клещи» выберите подходящие клещи. Для получения более подробной информации обратитесь к пункту 3.12.1.
- Установите соответствующие параметры клещей в соответствии с типом соединения. Для получения более подробной информации обратитесь к пункту 4.2.3.

Шаг 2.4: Настройки событий (опция)

Выполняйте данный шаг только в случае, если события напряжения являются объектом исследования. Установите номинальное напряжение и пороговые значения для провалов, перенапряжений и прерываний. Для получения более подробной информации обратитесь к пунктам 3.12.2 и 0.
Примечание: Активируйте события в НАСТРОЙКАХ СОБЫТИЙ только в случае, если Вы хотите осуществить фиксацию событий без использования регистратора.

Шаг 2.5: Настройки уставок (опция)

Выполняйте данный шаг только в случае, если Вы хотите проверить, пересекают ли некоторые величины установленные границы. Для получения более подробной информации обратитесь к пунктам 0 и 0.
Примечание: Активируйте уставки только в случае, если Вы хотите осуществить фиксацию уставок без использования регистратора.

Шаг 3: Проверка

После того, как настройка прибора и установка параметров измерений завершена, пользователь должен перепроверить, все ли подключено и настроено правильно. Рекомендуется проделать следующее:

- Используя меню ФАЗОВАЯ ДИАГРАММА, проверьте, корректна ли фазовая последовательность напряжений в соответствии с системой. Дополнительно проверьте, корректно ли направление тока.
- Используя меню U, I, f, проверьте, имеют ли напряжение и ток верные значения.
- Проверьте суммарные коэффициенты гармонических составляющих тока и напряжения THD.
  Примечание: Избыточный THD может свидетельствовать о том, что был установлен слишком низкий диапазон!
  Примечание: В случае перегрузки аналого-цифрового преобразователя значения тока и напряжения будут отображаться в инвертированном цвете 250.4 V.
- Используя меню МОЩНОСТЬ, проверьте знаки и индексы активной, реактивной мощности и коэффициента мощности.

Если при каком-либо из данных шагов Вы получили сомнительный результат, вернитесь к Шагу 2 и еще раз проверьте параметры измерения.

Шаг 4: Измерения в режиме реального времени

Теперь прибор готов к работе. Просмотрите текущие параметры напряжения, тока, мощности, гармоник и т.д., в соответствии с отчетом измерений или требованиями клиента.

Примечание: Используйте снимки формы сигнала для фиксации важных измерений. Снимок формы сигнала фиксирует все параметры качества электроэнергии одновременно (напряжение, ток, мощность, гармоники, фликеры и т.д.).

Шаг 5: Настройки регистратора и регистрация

Используя меню РЕГИСТРАТОР, установите параметры регистрации, такие как:

- Сигналы, включенные в регистрацию.
- Временной Интервал для объединения данных (IP).
- Продолжительность регистрации.
- Время начала регистрации (опция).
- Активизация фиксации событий и уставок (при необходимости).

После настройки регистратора может быть начата регистрация. Для получения более подробной информации о регистраторе обратитесь к разделу 0.

Примечание: Регистрация обычно длится несколько дней. Убедитесь, что во время регистрации прибор не доступен для использования неуполномоченными лицами.

Шаг 6: Завершение измерения

Перед тем как покинуть место измерений, необходимо:

- Предварительно оценить записанные данные, используя меню ОТКЛОНЕНИЯ.
- Остановить регистратор.
- Убедиться, что были записаны все необходимые параметры.

Шаг 7: Создание отчета (PowerView)

Загрузите записи на ПК, используя ПО PowerView, и выполните анализ данных. Ознакомьтесь с руководством по эксплуатации ПО PowerView для получения информации о работе с ПО.

4.2 Настройки подключения

4.2.1 Подключение к низковольтным системам электропитания

Прибор может быть подключен к трехфазной и однофазной сети.

Фактическая схема подключения должна быть установлена в меню НАСТРОЙКИ ИЗМЕРЕНИЯ (см. рисунок ниже).

Рисунок 4.1: Меню настроек измерения

При подключении прибора крайне важно, чтобы соединения тока и напряжения были выполнены правильно. В частности, должны соблюдаться нижеприведенные правила.
Подключение токовых клещей:

- Токовые клещи промаркированы стрелками; направление стрелок должно указывать направление, в котором течет электрический ток, от питания к нагрузке.
- Если токовые клещи подключены в обратном направлении, измеренная на данной фазе мощность окажется отрицательной.

Фазовое соотношение:

- Токовые клещи, подключенные к токовому входу I_1, должны измерять ток линии фазы, к которой подключен щуп напряжения L_1.

3-фазная 4-проводная система

Чтобы установить данную систему соединения, выберите в меню прибора следующую схему:

Рисунок 4.2: Выбор на приборе 3-фазной 4-проводной системы.

Прибор должен быть подключен к сети так, как показано на рисунке ниже:

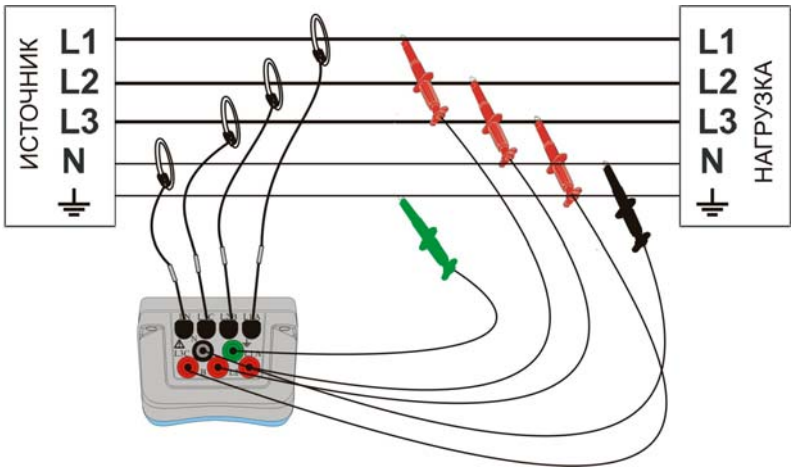


Рисунок 4.3: Подключение к 3-фазной 4-проводной системе.

3-фазная 3-проводная система

Чтобы установить данную систему соединения, выберите в меню прибора следующую схему:

Рисунок 4.4: Выбор на приборе 3-фазной 3-проводной системы.

Прибор должен быть подключен к сети так, как показано на рисунке ниже:

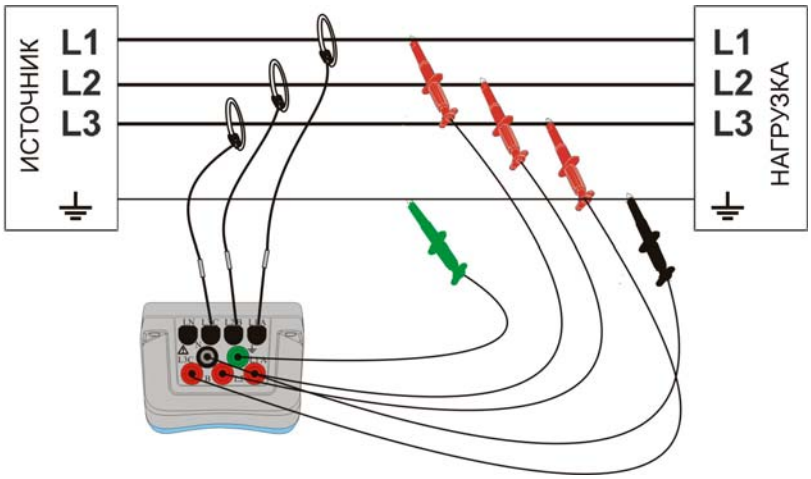


Рисунок 4.5: Подключение к 3-фазной 3-проводной системе.

1-фазная 3-проводная система

Чтобы установить данную систему соединения, выберите в меню прибора следующую схему:

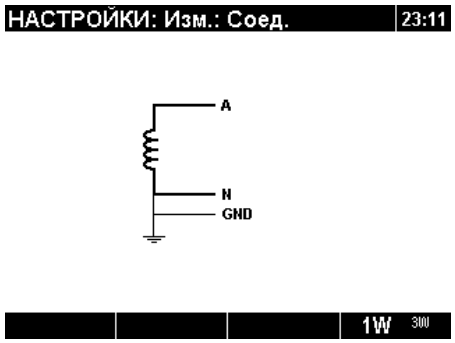


Рисунок 4.6: Выбор на приборе 1-фазной 3-проводной системы.

Прибор должен быть подключен к сети так, как показано на рисунке ниже:

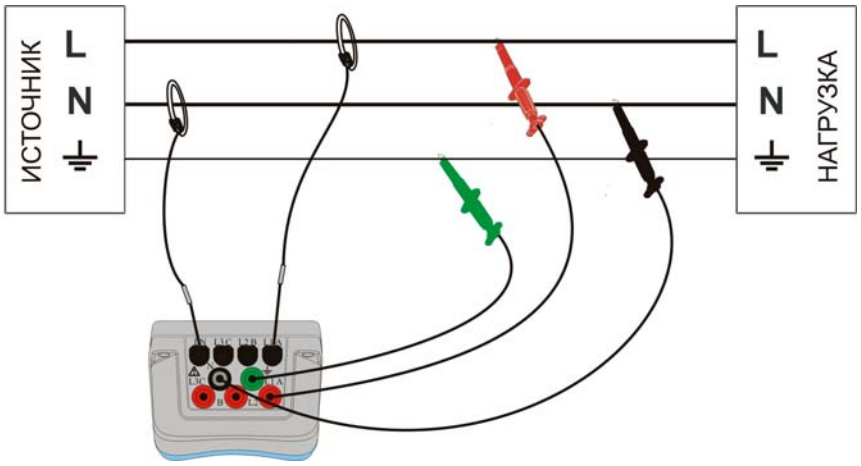


Рисунок 4.7: Подключение к 1-фазной 3-проводной системе.

Примечание: В случае если требуется фиксация событий, рекомендуется подключить неиспользуемые входы напряжения к входу напряжения N.

4.2.2 Подключение к системам электропитания среднего или высокого напряжения

В системах, где напряжение измеряется на вторичной обмотке трансформатора напряжения (например, 11 кВ / 110 В), на приборе должен быть выбран диапазон напряжения 50…110 В и должен быть установлен коэффициент масштабирования данного напряжения трансформатора, чтобы обеспечить корректный результат измерения. На нижеприведенном рисунке показаны настройки для данного примера.

Рисунок 4.8: Пример установки коэффициента напряжения для трансформатора 11 кВ / 110 В.

Прибор должен быть подключен к сети так, как показано на рисунке ниже:

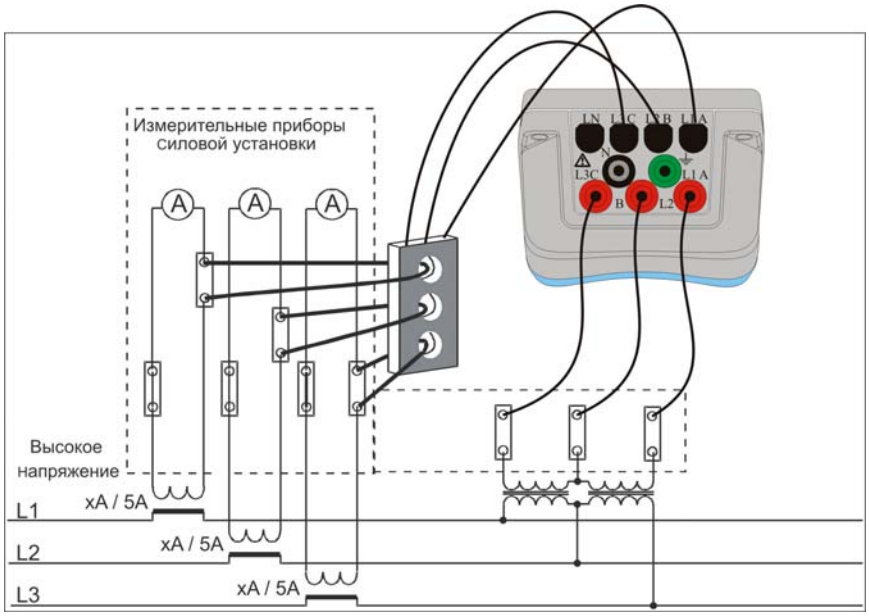


Рисунок 4.9: Подключение прибора к трансформатору тока системы электропитания среднего напряжения.

4.2.3 Выбор токовых клещей и настройка коэффициента трансформации

Выбор токовых клещей может осуществляться в зависимости от двух следующих случаев: **прямое измерение тока** и **косвенное измерение тока**. В данном разделе приведены рекомендации для обоих случаев.

Прямое измерение тока с помощью токовых клещей.

При данном типе измерения ток нагрузки / генератора измеряется непосредственно, с помощью одних из клещей. Преобразование тока в напряжение *выполняется* **непосредственно** клещами.
Прямое измерение тока может быть *выполнено* любыми токовыми клещами. В частности, мы рекомендуем: гибкие клещи A 1227 и клещи A 1281. Также могут

применяться другие модели клещей Metrel: A 1033 (1000 A), A 1069 (100 A), A 1120 (3000 A), A 1099 (3000 A) и т.д.

В случае больших нагрузок могут присутствовать несколько параллельных приводов, которые не могут быть обхвачены одними клещами. В таком случае может быть измерен ток только одного привода, как показано на рисунке ниже.

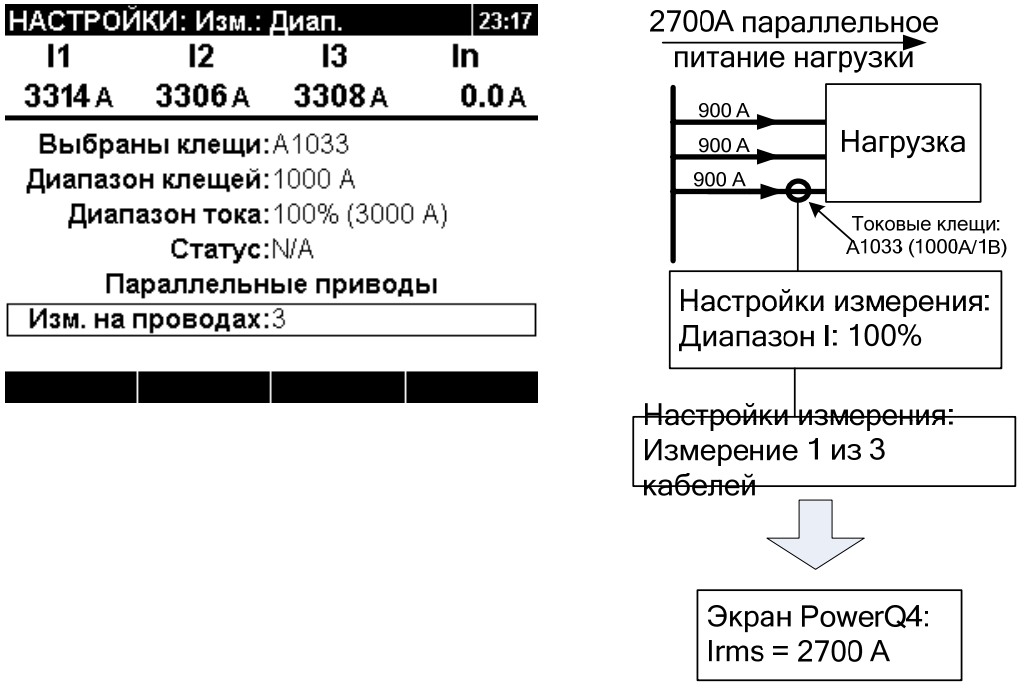


Рисунок 4.10: Параллельное питание больших нагрузок.

Пример: Токовая нагрузка 2700 A питается 3 идентичными параллельными кабелями. Чтобы измерить ток, можно обхватить токовыми клещами только один кабель и при этом выбрать в подменю токовых клещей прибора: Изм. на проводах: 3. При этом прибору будет известно, что измеряется только одна треть тока.
Примечание: При настройке может быть просмотрен диапазон тока в строке “Диапазон тока: 100% (3000 A)”.

Косвенное измерение тока

Косвенное измерение тока посредством первичного преобразователя тока выполняется, если выбраны токовые клещи с диапазоном 5 A: A 1122 или A 1037. В таком случае ток нагрузки измеряется **косвенно** посредством дополнительного первичного преобразователя тока.
Например, если через первичный трансформатор с соотношением 600 A : 5 A протекает ток первичной обмотки 100 A, то необходимо установить следующие настройки (см. рисунок ниже):

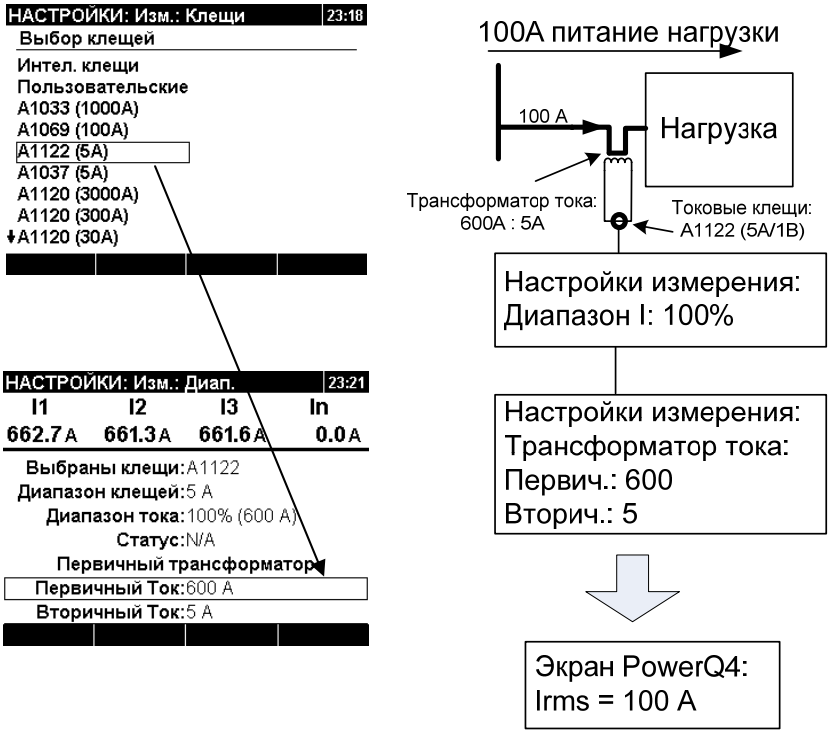


Рисунок 4.11: Выбор токовых клещей при косвенном измерении тока.

Сверхразмерный трансформатор тока

Встроенные трансформаторы тока часто бывают чрезмерного размера с целью «возможности добавить новые нагрузки в будущем». В таком случае ток первичной обмотки может быть на 10% ниже номинального тока трансформатора. В таких случаях рекомендуется 10%-й диапазон тока, как показано на рисунке ниже:

Рисунок 4.12: Выбор 10%-го диапазона тока

Следует отметить, что если Вы желаете выполнять прямое измерение тока посредством клещей с диапазоном 5 А, соотношение первичного трансформатора должно быть установлено на 5 А : 5 А.

⚠ ВНИМАНИЕ!

- **Вторичная обмотка трансформатора тока не должна быть открыта при измерениях под напряжением.**
- **Открытая вторичная обмотка цепи может привести к появлению на клеммах опасного напряжения.**

Автоматическое распознавание токовых клещей

Metrel разработал семейство «Интеллектуальных токовых клещей» с целью упрощения выбора и настройки токовых клещей. Интеллектуальные токовые клещи представляют собой многодиапазонные токовые клещи без электрического переключения, которые автоматически распознаются прибором. Чтобы активировать распознавание токовых клещей, в первый раз перед эксплуатацией необходимо выполнить следующую процедуру:

1. Включите прибор.
2. Подключите клещи (например, A 1227) к прибору PowerQ4.
3. Enter: Меню Настройки ➔ Настройки измерения ➔ Токовые клещи.
4. Выберите: Интел. клещи
5. Тип клещей будет автоматически распознан прибором.
6. Установите диапазон клещей и подтвердите настройки.

Рисунок 4.13: Настройка автоматического распознавания клещей.

Прибор запомнит настройки клещей для следующего раза. Поэтому в следующий раз пользователю нужно только:

1. Подключить клещи к прибору.
2. Включить прибор.

Прибор автоматически распознает клещи и установит диапазон, который был установлен при предыдущем измерении. Если клещи были отсоединены, то на экране появится следующее окно:

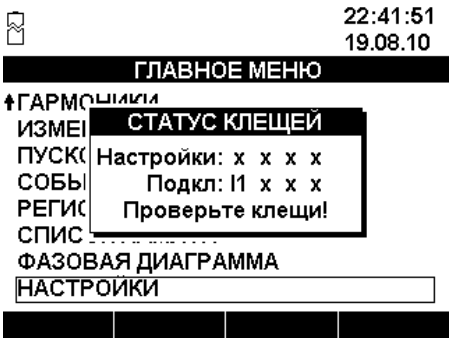


Рисунок 4.14: Настройка автоматического распознавания клещей.

Примечание: Не отсоединяйте интеллектуальные клещи во время регистрации или измерения. Если клещи будут отключены от прибора, диапазон клещей будет сброшен.

4.3 Соотношение количества измерений и типа подключения

Измерения, которые отображает PowerQ4, во многом зависят от типа сети, определенной в меню НАСТРОЙКИ ИЗМЕРЕНИЯ – Тип соединения. Например, если пользователь выбирает однофазную систему соединения, то будут выполняться только измерения, относящиеся к однофазной системе. В нижеприведенной таблице показана зависимость между измеряемыми параметрами и типом сети.

Таблица 4.1: Параметры, измеряемые прибором

		Тип соединения		
Параметр		**1W**	**3W**	**4W**
U, I, f	**RMS**	U_{1rms} U_{Nrms}	U_{12rms} U_{23rms} U_{32rms}	U_{1rms} U_{2rms} U_{3rms} U_{Nrms} U_{12rms} U_{23rms} U_{32rms}
	THD	THD_{U1} THD_{UN}	THD_{U12} THD_{U23} THD_{U31}	THD_{U1} THD_{U2} THD_{U3} THD_{UN} THD_{U12} THD_{U23} THD_{U31}
	Cf	CfU_1 CfU_N	CfU_{12} CfU_{23} CfU_{32}	CfU_1 CfU_2 CfU_3 CfU_N CfU_{12} CfU_{23} CfU_{31}
	RMS	I_{1rms} I_{Nrms}	I_{1rms} I_{2rms} I_{3rms}	I_{1rms} I_{2rms} I_{3rms} I_{Nrms}
	THD	THD_{I1} THD_{IN}	THD_{I1} THD_{I2} THD_{I3}	THD_{I1} THD_{I2} THD_{I3} THD_{IN}
	Cf	CfI_1 CfI_N	CfI_1 CfI_2 CfI_3	CfI_1 CfI_2 CfI_3 CfI_N
	f	$freqU_1$ $freqI_1$	$freqU_{12}$ $freqI_1$	$freqU_1$ $freqI_1$
Мощность и энергия	**P**	$\pm P_1$	$\pm P_{tot}$	$\pm P_1$ $\pm P_2$ $\pm P_3$ $\pm P_{tot}$
	Q	$\pm Q_1$	$\pm Q_{tot}$	$\pm Q_1$ $\pm Q_2$ $\pm Q_3$ $\pm Q_{tot}$
	S	S_1	S_{tot}	S_1 S_2 S_3 S_{tot}
	PF	$\pm PF_1$	$\pm PF_{tot}$	$\pm PF_1$ $\pm PF_2$ $\pm PF_3$ $\pm PF_{tot}$
	DPF	$\pm DPF_1$		$\pm DPF_1$ $\pm DPF_2$ $\pm DPF_3$ $\pm DPF_{tot}$

Фликер	**Pst (1min)**	Pst_{1min1}	Pst_{1min12} Pst_{1min23} Pst_{1min31}	Pst_{1min1} $Pst_{1min\ 2}$ $Pst_{1min\ 3}$
	Pst	Pst_1	Pst_{12} Pst_{23} Pst_{31}	Pst_1 Pst_2 Pst_3
	Plt	Plt_1	Plt_{12} Plt_{23} Plt_{31}	Plt_1 Plt_2 Plt_3
Асим-метрия	**%**	-	u^- i^-	u^0 i^0 u^- i^-
	RMS		U^+ U^- I^+ I^-	U^+ U^- U^0 I^+ I^- I^0
Гармо-ники	**$Uh_{1\div50}$**	$U_1h_{1\div50}$ $U_Nh_{1\div50}$	$U_{12}h_{1\div50}$ $U_{23}h_{1\div50}$ $U_{31}h_{1\div50}$	$U_1h_{1\div50}$ $U_2h_{1\div50}$ $U_3h_{1\div50}$ $U_Nh_{1\div50}$
	$Ih_{1\div50}$	$I_1h_{1\div50}$ $I_Nh_{1\div50}$	$I_1h_{1\div50}$ $I_2h_{1\div50}$ $I_1h_{1\div50}$	$I_1h_{1\div50}$ $I_2h_{1\div50}$ $I_3h_{1\div50}$ $I_Nh_{1\div50}$

Примечание: Измерение частоты зависит от канала синхронизации (опорного канала), которым может быть канал тока или напряжения.

Таким же образом при регистрации параметры зависят от типа соединения. Когда пользователь выбирает Сигналы в меню РЕГИСТРАТОРА, каналы для регистрации определяются в зависимости от установленного Типа соединения, как показано в нижеприведенной таблице.

Таблица 4.2: Параметры, регистрируемые прибором

		Параметр	1-фазн.	3W	4W
U, I, f	**Напряжение**	**RMS**	$U_{1Rms}\ U_{NRms}$	$U_{12Rms}\ U_{23Rms}\ U_{32Rms}$	$U_{1Rms}\ U_{2Rms}\ U_{3Rms}\ U_{NRms}\ U_{12Rms}\ U_{23Rms}\ U_{32Rms}$
		THD	$THD_{U1}\ THD_{UN}$	$THD_{U12}\ THD_{U23}\ THD_{U31}$	$THD_{U1}\ THD_{U2}\ THD_{U3}\ THD_{UN}\ THD_{U12}\ THD_{U23}\ THD_{U31}$
		CF	$CfU_1\ CfU_N$	$CfU_{12}\ CfU_{23}\ CfU_{32}$	$CfU_1\ CfU_2\ CfU_3\ CfU_N\ CfU_{12}\ CfU_{23}\ CfU_{31}$
	Ток	**RMS**	$I_{1rms}\ I_{Nrms}$	$I_{1rms}\ I_{2rms}\ I_{3rms}$	$I_{1rms}\ I_{2rms}\ I_{3rms}\ I_{Nrms}\ I_{NCrms}$
		THD	$THD_{I1}\ THD_{IN}$	$THD_{I1}\ THD_{I2}\ THD_{I3}$	$THD_{I1}\ THD_{I2}\ THD_{I3}\ THD_{IN}$
		CF	$CfI_1\ CfI_N$	$CfI_1\ CfI_2\ CfI_3$	$CfI_1\ CfI_2\ CfI_3\ CfI_N$
	Частота	**f**	$freqU_1 \mid freqI_1$	$freqU_{12} \mid freqI_1$	$freqU_1 \mid freqI_1$
Мощность и Энергия	**Мощность**	**P**	$P_1^+\ P_1^-$	$P_{tot}^+\ P_{tot}^-$	$P_1^+\ P_1^-\ P_2^+\ P_2^-\ P_3^+\ P_3^-\ P_{tot}^+\ P_{tot}^-$
		Q	$Q_1^{i+}\ Q_1^{c+}\ Q_1^{i-}\ Q_1^{c-}$	$Q_{tot}^{i+}\ Q_{tot}^{c+}\ Q_{tot}^{i-}\ Q_{tot}^{c-}$	$Q_1^{i+}\ Q_1^{c+}\ Q_1^{i-}\ Q_1^{c-}\ Q_2^{i+}\ Q_2^{c+}\ Q_2^{i-}\ Q_2^{c-}\ Q_3^{i+}\ Q_3^{c+}\ Q_3^{i-}\ Q_3^{c-}\ Q_{tot}^{i+}\ Q_{tot}^{c+}\ Q_{tot}^{i-}\ Q_{tot}^{c-}$
		S	$S_1^+\ S_1^-$	$S_{tot}^+\ S_{tot}^-$	$S_1^+\ S_1^-\ S_2^+\ S_2^-\ S_3^+\ S_3^-\ S_{tot}^+\ S_{tot}^-$
	Энергия	**eP**	$eP_1^+\ eP_1^-$	$eP_{tot}^+\ eP_{tot}^-$	$eP_1^+\ eP_1^-\ eP_2^+\ eP_2^-\ eP_3^+\ eP_3^-\ eP_{tot}^+\ eP_{tot}^-$
		eQ	$eQ_1^{i+}\ eQ_1^{c+}$ $eQ_1^{i-}\ eQ_1^{c-}$	$eQ_{tot}^{i+}\ eQ_{tot}^{c+}$ $eQ_{tot}^{i-}\ eQ_{tot}^{c-}$	$eQ_1^{i+}\ eQ_1^{c+}\ eQ_2^{i+}\ eQ_2^{c+}\ eQ_3^{i+}\ eQ_3^{c+}\ eQ_{tot}^{i+}\ eQ_{tot}^{c+}$ $eQ_1^{i-}\ eQ_1^{c-}\ eQ_2^{i-}\ eQ_2^{c-}\ eQ_3^{i-}\ eQ_3^{c-}\ eQ_{tot}^{i-}\ eQ_{tot}^{c-}$
		eS	$eS_1^+\ eS_1^-$	$eS_{tot}^+\ eS_{tot}^-$	$eS_1^+\ eS_1^-\ eS_2^+\ eS_2^-\ eS_3^+\ eS_3^-\ eS_{tot}^+\ eS_{tot}^-$
	Коэффициент мощности	**Pf**	$PF_1^{i+}\ PF_1^{c+}$ $PF_1^{i-}\ PF_1^{c-}$	$PF_{tot}^{i+}\ PF_{tot}^{c+}\ PF_{tot}^{i-}\ PF_{tot}^{c-}$	$PF_1^{i+}\ PF_1^{c+}\ PF_2^{i+}\ PF_2^{c+}\ PF_3^{i+}\ PF_3^{c+}\ PF_{tot}^{i+}\ PF_{tot}^{c+}$ $PF_1^{i-}\ PF_1^{c-}\ PF_2^{i-}\ PF_2^{c-}\ PF_3^{i-}\ PF_3^{c-}\ PF_{tot}^{i-}\ PF_{tot}^{c-}$
		DPF	$DPF_1^{i+}\ DPF_1^{c+}$ $DPF_1^{i-}\ DPF_1^{c-}$	-	$DPF_1^{i+}\ DPF_1^{c+}\ DPF_2^{i+}\ DPF_2^{c+}\ DPF_3^{i+}\ DPF_3^{c+}$ $DdPF_1^{i-}\ DPF_1^{c-}\ DPF_2^{i-}\ DPF_2^{c-}\ DPF_3^{i-}\ DPF_3^{c-}$
Фликер		**Pst (1min)**	Pst_{1min1}	$Pst_{1min12}\ Pst_{1min23}\ Pst_{1min31}$	$Pst_{1min1}\ Pst_{1min2}\ Pst_{1min3}$
		Pst (10min)	Pst_1	$Pst_{12}\ Pst_{23}\ Pst_{31}$	$Pst_1\ Pst_2\ Pst_3$
		Plt (2h)	Plt_1	$Plt_{12}\ Plt_{23}\ Plt_{31}$	$Plt_1\ Plt_2\ Plt_3$
Несимметрия		**%**	-	$u^-\ i^-$	$u^0\ i^0\ u^-\ i^-$
Гармоники		**$Uh_{1\div50}$**	$U_1h_{1\div50}\ U_Nh_{1\div50}$	$U_{12}h_{1\div50}\ U_{23}h_{1\div50}\ U_{31}h_{1\div50}$	$U_1h_{1\div50}\ U_2h_{1\div50}\ U_3h_{1\div50}\ U_Nh_{1\div50}$
		$Ih_{1\div50}$	$I_1h_{1\div50}\ I_Nh_{1\div50}$	$I_1h_{1\div50}\ I_2h_{1\div50}\ I_1h_{1\div50}$	$I_1h_{1\div50}\ I_2h_{1\div50}\ I_3h_{1\div50}\ I_Nh_{1\div50}$

5 Теория и внутренние операции

Данная глава содержит основную теорию функций измерения и техническую информацию о внутренних операциях анализатора PowerQ4, включая описание методов измерения и принципов регистрации.

5.1 Методы измерения

5.1.1 Объединение измерений по временным интервалам

Соответствие стандарту: IEC 61000-4-30 Класс S (Раздел 4.4)

Основной временной интервал при измерениях:

- Напряжения,
- Тока,
- Активной, реактивной и полной мощности,
- Гармоник,
- Несимметрии.

Это временной интервал 10 периодов. Измерение с интервалом 10 периодов повторно синхронизируется при каждом срабатывании внутренних часов Интервала, в соответствии с IEC 61000-4-30 Класс S. Методы измерения основаны на цифровой выборке входных сигналов, синхронизованных по основной частоте. Каждый вход (4 входа напряжения и 4 входа тока) замеряется (происходит выборка) 1024 раза в 10 периодах.

5.1.2 Измерение напряжения (магнитуда напряжения питания)

Соответствие стандарту: IEC 61000-4-30 Класс S (Раздел 5.2)

Все результаты измерения напряжения представлены в виде среднеквадратических значений 1024 выборок магнитуды напряжения за интервал времени 10 периодов. Все 10 интервалов – смежные и не перекрываются между собой.

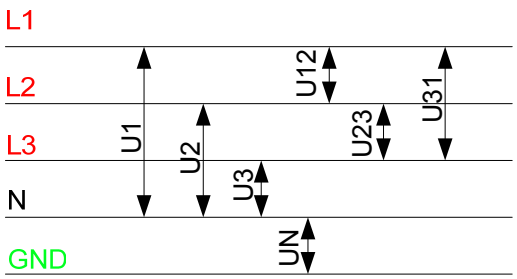


Рисунок 5.1: Фазное и межфазное (линейное) напряжение

Значения напряжения измеряются в соответствии со следующими уравнениями:

Фазное напряжение: $$U_p = \sqrt{\frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} u_{pj}^{\,2}} \quad [B],\ p: 1,2,3,N \qquad (1)$$

Линейное напряжение: $Upg = \sqrt{\frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024}(u_{p_j} - u_{g_j})^2}$ [В], *pg: 12,23,31* (2)

Пик-фактор фазного напряжения: $Cf_{Up} = \frac{U_{pPk}}{U_p}$, *p: 1,2,3,N* (3)

Пик-фактор линейного напряжения: $Cf_{Upg} = \frac{U_{pgPk}}{U_{pg}}$, *pg: 12, 23, 31* (4)

Прибор имеет 3 внутренних диапазона измерения напряжения. Системы среднего и высокого напряжения могут быть измерены на нижнем диапазоне напряжения с помощью трансформаторов напряжения. Их коэффициент напряжения должен быть введен в строке Коэф-т напряж.: 1:1 меню НАСТРОЙКИ ИЗМЕРЕНИЯ.

5.1.3 Измерение тока (магнитуда тока питания)

Соответствие стандарту: Класс S (Раздел A.6.3)

Все результаты измерения тока представлены в виде среднеквадратических значений 1024 выборок магнитуды тока за интервал времени 10 периодов. Все 10 интервалов – смежные и не перекрываются между собой.

Значения тока измеряются в соответствии со следующими уравнениями:

Ток фазы: $I_p = \sqrt{\frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} I_{p_j}^{\ 2}}$ [A], *p: 1,2,3,N* (5)

Пик-фактор тока фазы: $Ix_{cr} = \frac{Ix_{\max}}{Ix}$, *p: 1,2,3,N* (6)

Прибор имеет 2 внутренних диапазона тока: 10% и 100% диапазон от номинального тока преобразователя. Кроме того, Интеллектуальные токовые клещи обеспечивают несколько диапазонов измерения и автоматическое распознавание.

5.1.4 Измерение частоты

Соответствие стандарту: IEC 61000-4-30 Класс S (Раздел 5.1)

Во время РЕГИСТРАЦИИ с интервалом объединения Интервал: ≥10 сек, показания частоты снимаются каждые 10 секунд. Поскольку частота сети может незначительно отличаться от значения 50 Гц в течение временного интервала 10 секунд, количество периодов может быть не целым числом. Результатом основной частоты является отношение количества целочисленных периодов, рассчитанных в течение временного интервала 10 секунд к суммарной длительности целочисленных периодов. Гармоники и интергармоники ослабляются двухполюсным фильтром нижних частот, чтобы минимизировать эффекты множественного перехода через нуль.

Измерительные временные интервалы не перекрываются. Отдельные периоды, которые перекрывают 10-секундный временной интервал, исключаются. Каждый 10-секундный интервал начинается согласно старту абсолютного 10-секундного таймера, с погрешностью, указанной в пункте 0.

При РЕГИСТРАЦИИ с интервалом объединения Интервал: <10 сек и измерениях в режиме реального времени, показание частоты снимается с интервалом 10 периодов, чтобы снизить время отклика прибора. Результатом частоты является отношение результатов 10 периодов к длительности целочисленных периодов.

Измерение частоты выполняется на выбранном «Канале синхронизации», установленном в меню «Настройки измерения».

5.1.5 Измерение мощности фаз

Соответствие стандарту: IEEE STD 1459-2000 (Разделы 3.2.2.1; 3.2.2.2)
IEC 61557-12 (Приложение A)

Все результаты измерения активной мощности представлены в виде среднеквадратических значений 1024 выборок мгновенной мощности за интервал времени 10 периодов. Все 10 интервалов – смежные и не перекрываются между собой.

Активная мощность фазы: (7)

$$P_p = \frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} p_{p_j} = \frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} U_{p_j} * I_{p_j} \quad \text{[Вт], } p\text{: 1,2,3}$$

Полная и реактивная мощности, коэффициент мощности и коэффициент сдвига фаз (Cos φ) рассчитываются, исходя из следующих уравнений:

Полная мощность фазы: $S_p = U_p * I_p$ [ВА], *p: 1,2,3* (8)

Реактивная мощность фазы: $Q_p = Sign(Q_p) \cdot \sqrt{S_p^2 - P_p^2}$ [вар], *p: 1,2,3* (9)

Знак реактивной мощности: $Sign(Q_p) = \begin{cases} +1, \varphi_p \in [0^0 - 180^0] \\ -1, \varphi_p \in [180^0 - 360^0] \end{cases}$ *p: 1,2,3* (10)

Коэффициент мощности фазы: $PF_p = \frac{P_p}{S_p}$, *p: 1,2,3* (11)

Cos φ (Коэф. сдвига фаз): $Cos\varphi_p = Cos\varphi u_p - Cos\varphi i_p$, *p: 1,2,3* (12)

5.1.6 Измерения суммарной мощности

Соответствие стандарту: IEEE STD 1459-2000 (Разделы 3.2.2.2; 3.2.2.6)
IEC 61557-12 (Приложение A)

Суммарная активная, реактивная и полная мощности и суммарный коэффициент мощности рассчитываются, исходя из следующих уравнений:

Суммарная активная мощность: $Pt = P1 + P2 + P3$ [Вт], (13)

Суммарная реакт. мощность (вектор): $Qt = Q1 + Q2 + Q3$ [вар], (14)

Суммарная полная мощность (вектор): $St = \sqrt{\left(Pt^2 + Qt^2\right)}$ [ВА], (15)

Суммарный коэффициент мощности (вектор): $PFtot = \frac{Pt}{St}$. (16)

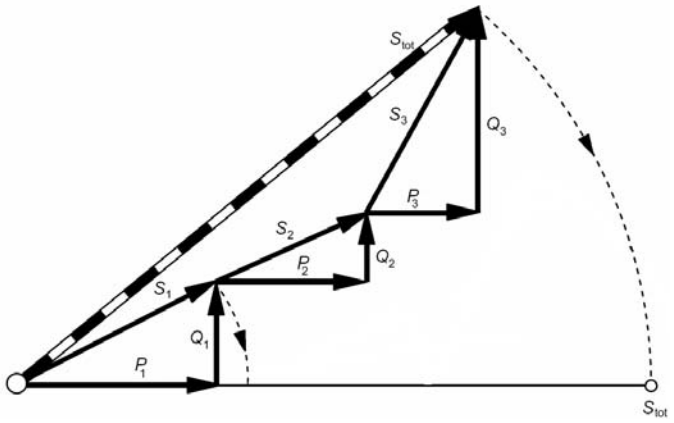


Рисунок 5.2: Векторное представление вычислений суммарной мощности.

5.1.7 Энергия

Соответствие стандарту: IEC 61557-12 (Приложение A)

Работа счетчиков энергии связана с работой РЕГИСТРАТОРА. Счетчики энергии измеряют энергию только тогда, когда активен РЕГИСТРАТОР. После процедуры включения / выключения мощности и перед началом регистрации все счетчики обнуляются. Прибор применяет 4-квадрантную технологию измерения, в которой используются два активных счетчика энергии (eP^+, eP^-) и два реактивных (eQ^+, eQ^-), как показано на рисунке ниже.

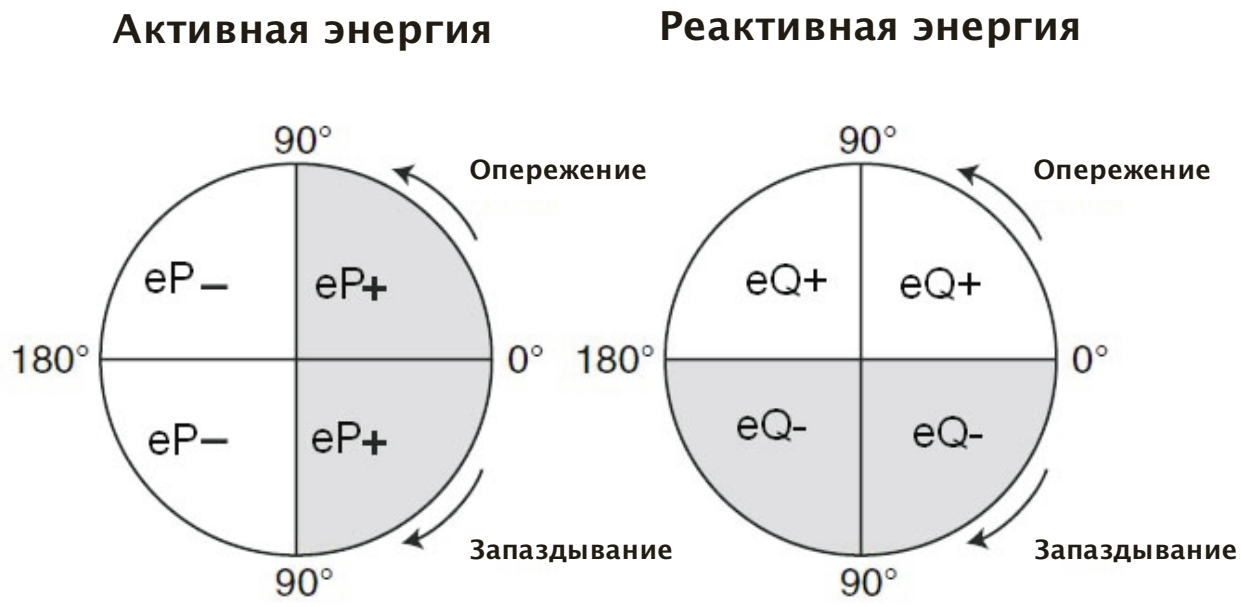


Рисунок 5.3: Счетчики энергии и взаимосвязь квадрантов.

Прибор оснащен тремя различными наборами счетчиков:

1. Суммарные счетчики предназначены для измерения энергии в течение всего периода регистрации. При старте регистратора начинается с отсчет показаний счетчиков с нуля.
2. Счетчик последнего периода интеграции измеряет энергию в течение последнего интервала. Энергия рассчитывается в конце каждого интервала.
3. Счетчик текущего периода интеграции измеряет энергию во время регистрации текущего временного интервала.

5.1.8 Гармоники

Соответствие стандарту: IEC 61000-4-30 Класс A и S (Раздел 5.7)
IEC 61000-4-7 Класс I

Вычисление, называемое быстрое преобразование Фурье (БПФ), используется для представления входного сигнала переменного тока, преобразованного АЦП, в виде синусоидальных компонент. Уравнение 17 описывает отношение между входным сигналом и его частотным представлением.

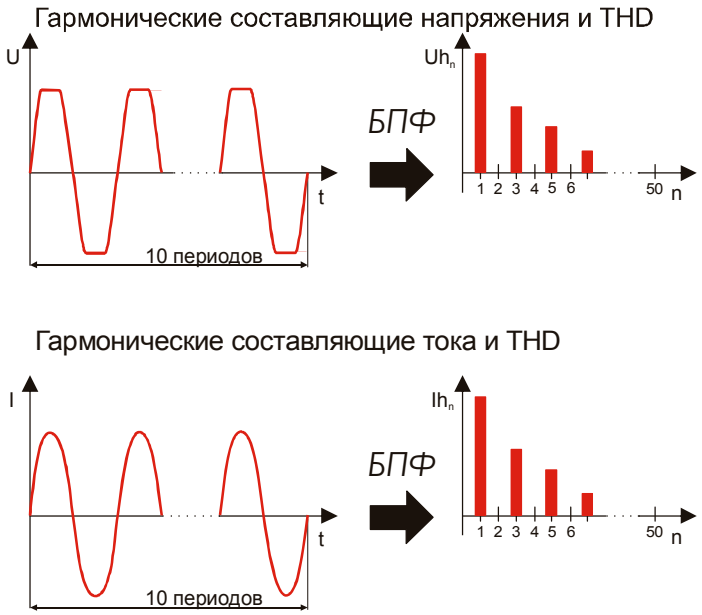


Рисунок 5.4: Гармоники тока и напряжения

$$u(t) = c_0 + \sum_{k=1}^{512} c_k \sin\left(\frac{k}{10} \cdot 2\pi f_1 t + \varphi_k\right) \qquad (17)$$

f_1 – основная частота сигнала (например, 50 Гц);
c_0 – постоянная составляющая;
k – порядковое числительное (порядок линии спектра), зависящее от основной частоты $f_{C1} = \frac{1}{T_N}$;
T_N – ширина (или длительность) временного окна ($T_N = N*T_1$; $T_1 = 1/f_1$). Временное окно – это временной диапазон функции времени, в течение которого выполняется преобразование Фурье;
c_k – амплитуда компоненты с частотой $f_{Ck} = \frac{k}{10} f_1$;
φ_k – фаза коспоненты c_k;
$U_{c,k}$ – СКЗ компоненты c_k.

Гармоники фазного напряжения и тока рассчитываются как СКЗ подгруппы гармоник *(sg)*: квадратный корень суммы квадратов СКЗ гармоник и двух ближайших спектральных составляющих.

n-ая гармоника напряжения: $U_p h_n = \sqrt{\sum_{k=-1}^{1} U_{C,(10\cdot n)+k}^2}$ *p: 1,2,3* (18)

n-ая гармоника тока: $I_p h_n = \sqrt{\sum_{k=-1}^{1} I_{C,(10\cdot n+k)}^2}$ *p: 1,2,3* (19)

Суммарный коэффициент гармонических составляющих рассчитывается как отношение СКЗ подгрупп гармоник к СКЗ подгруппы основной гармоники:

Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения: (20)

$$THD_{U\,p} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40}\left(\frac{U_p h_n}{U_p h_1}\right)^2} \text{ , } p\text{: 1,2,3}$$

Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока: (21)

$$THD_{Ip} = \sqrt{\sum_{n=2}^{50}\left(\frac{I_p h_n}{I_p h_1}\right)^2} \text{ , } p\text{: 1,2,3}$$

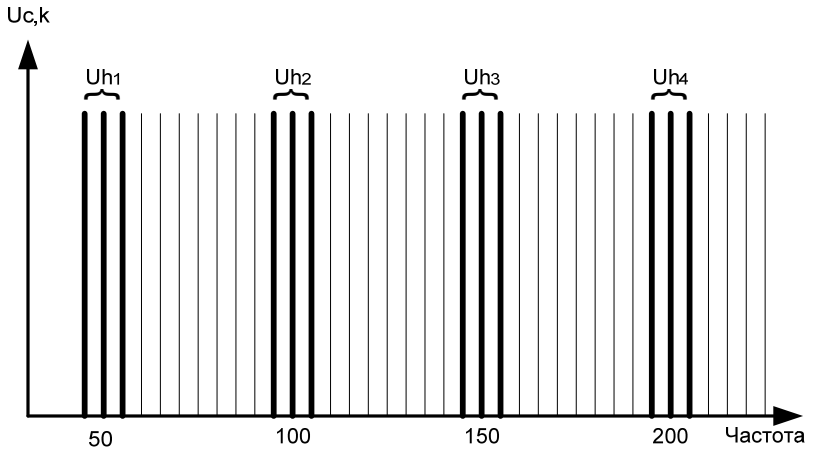


Рисунок 5.5: Иллюстрация подгруппы гармоник для сети 50 Гц.

5.1.9 Фликер

Соответствие стандарту: *IEC 61000-4-30 Класс S (Раздел 5.3)*
IEC 61000-4-15

Фликер – это видимое глазом явление, проявляющееся в нестабильности света. Уровень чувствительности зависит от частоты и магнитуды изменений света и от наблюдателя.
Изменение светового потока может быть соотнесено с огибающей напряжения, показанной на рисунке ниже.

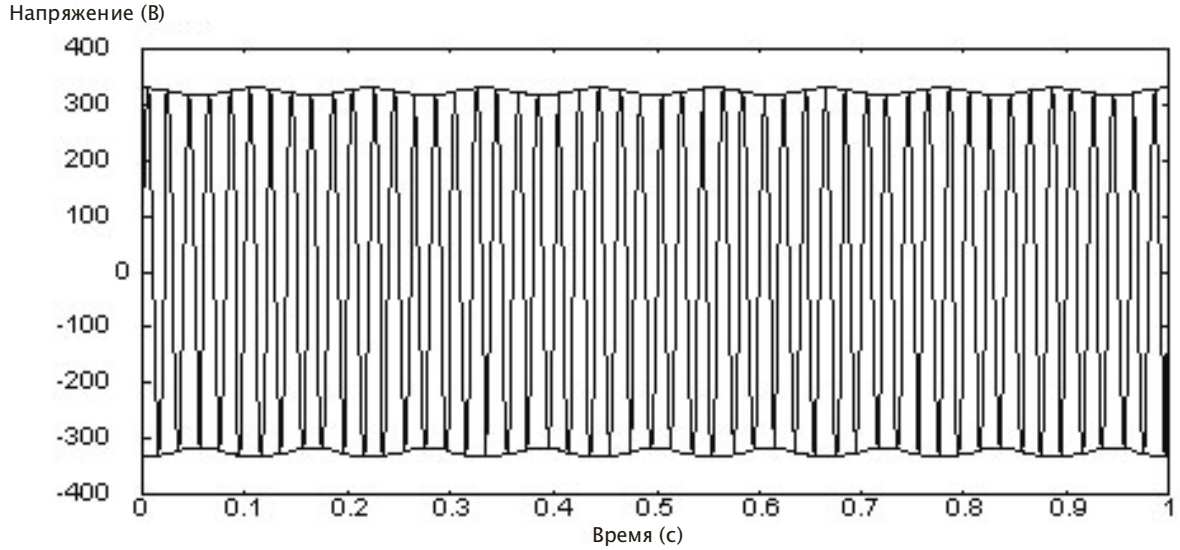


Рисунок 5.6: Флуктуации напряжения.

Фликеры измеряются в соответствии со стандартом IEC 61000-4-15 “Измеритель фликеров – описание работы и конструкции”. Стандарт определяет функцию преобразования, основанную на цепочке откликов 230В / 60Вт лампа – глаз - мозг. Данная функция является основой реализации измерителя фликеров и представлена на рисунке ниже.

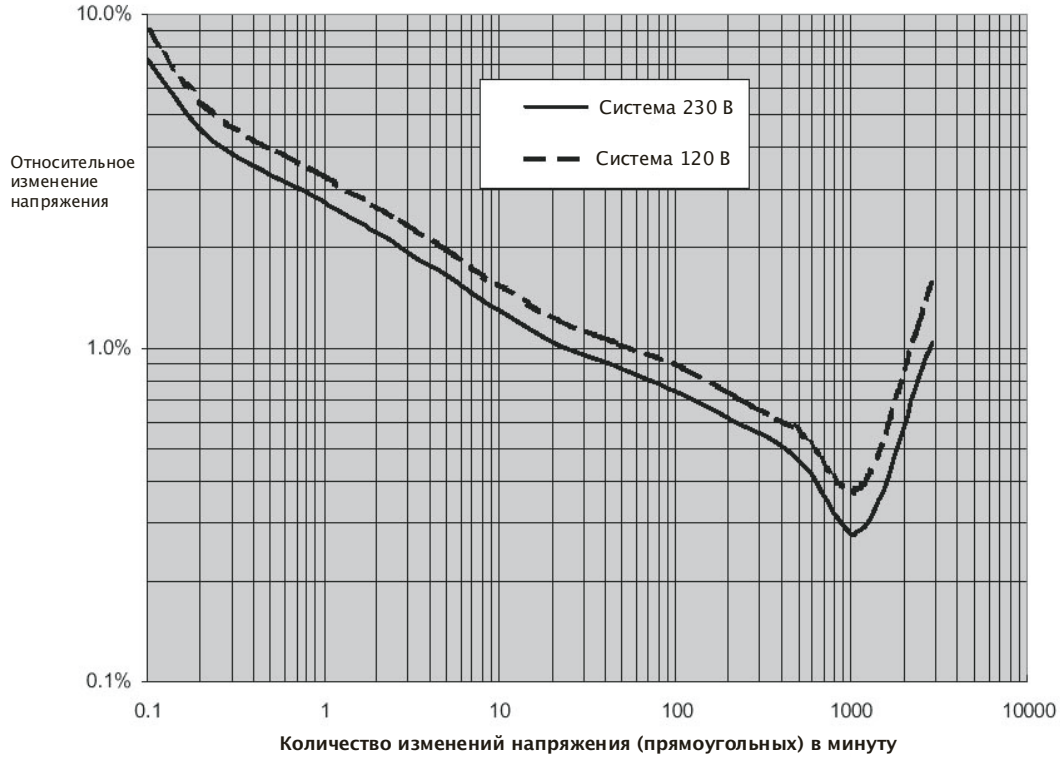


Рисунок 5.7: Кривая равной степени (Pst=1) для прямоугольного изменения напряжения в низковольтной системе питания.

P_{st1min} – расчет кратковременной дозы фликера, основанной на 1-минутном интервале. Значение рассчитывается как скользящее среднее и используется для быстрого получения результата для кратковременной дозы фликера (10 минут).

P_{stp} – кратковременная доза фликера, рассчитанная в соответствии с IEC 61000-4-15:

$$P_{ltp} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^{N} Pst_i^3}{N}} \quad p: 1,2,3 \tag{22}$$

5.1.10 Несимметрия напряжения и тока

Соответствие стандарту: IEC 61000-4-30 Класс A (Раздел 5.7.1)

Несимметрия напряжения сети оценивается с помощью метода симметричных составляющих. В дополнение к напряжению прямой последовательности U^+, в условиях несимметрии появляются напряжение обратной последовательности U^- и напряжение нулевой последовательности U_0. Данные величины рассчитываются, исходя из следующих уравнений:

$$\vec{U}^+ = \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + a\vec{U}_2 + a^2\vec{U}_3) \tag{23}$$

$$\vec{U}_0 = \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + \vec{U}_2 + \vec{U}_3),$$

$$\vec{U}^- = \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + a^2\vec{U}_2 + a\vec{U}_3),$$

где $a = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} j\sqrt{3} = 1e^{j120^0}$.

Для вычисления несимметрии прибор использует основные составляющие входных сигналов напряжения (U_1, U_2, U_3), измеренные за интервал времени 10 периодов.

Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности u^-, выраженный в процентах, рассчитывается по формуле:

$$u^-(\%) = \frac{U^-}{U^+} \times 100 \tag{24}$$

Коэффициент несимметрии напряжений нулевой последовательности u^0, выраженный в процентах, рассчитывается по формуле:

$$u^0(\%) = \frac{U^0}{U^+} \times 100 \tag{25}$$

Примечание: В 3-проводных системах (3W) напряжение нулевой последовательности U_0 по определению равно нулю.

Несимметрия тока сети оценивается таким же образом.

5.1.11 Особые события напряжения

Методы измерения провалов (U_{Dip}), перенапряжений (U_{Swell}), минимума ($U_{Rms(1/2)Min}$) и максимума ($U_{Rms(1/2)Max}$) напряжения.

Соответствие стандарту: IEC 61000-4-30 Класс A и S (Раздел 5.4.1)
Основной измеряемой величиной для событий является $U_{Rms(1/2)}$.

$U_{Rms(1/2)}$ – это среднеквадратическое значение напряжения, измеренное за 1 период, начиная от основного нуля, и обновляемое каждый полупериод.
Длительность периода для $U_{Rms(1/2)}$ зависит от значения частоты, которое определяется за последнее измерение частоты с интервалом 10 периодов. Значение $U_{Rms(1/2)}$, по определению, включает в себя гармоники, интергармоники, напряжения сигналов в электросетях и т.д.

Провалы напряжения

Соответствие стандарту: IEC 61000-4-30 Класс S (Раздел 5.4.2)

Порог провала выражается в процентах от Номинального напряжения, установленного в меню НАСТРОЙКИ СОБЫТИЙ. Порог провала может быть установлен пользователем, в зависимости от специфических требований. Оценка прибором событий зависит от типа соединения:

- В однофазных системах провал напряжения начинается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ падает ниже порога провала, и заканчивается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ равно или выше порога провала плюс 2% от входного напряжения (входное напряжение определяется напряжением в системе электроснабжения и коэффициентом преобразования измерительного преобразователя) (см. Рисунок 5.8).
- В трехфазных системах для оценки событий могут быть одновременно использованы две технологии:
    - провал начинается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ на одном или более каналах падает ниже порога провала, и заканчивается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ на всех измеряемых каналах равно или выше порога провала плюс 2% от входного напряжения (входное напряжение определяется напряжением в системе электроснабжения и коэффициентом преобразования измерительного преобразователя).
    - провал напряжения начинается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ на одном канале падает ниже порога провала, и заканчивается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ на том же канале равно или выше порога провала плюс 2% от входного напряжения (входное напряжение определяется напряжением в системе электроснабжения и коэффициентом преобразования измерительного преобразователя).

Провал напряжения характеризуется двумя параметрами: остаточное напряжение U_{Dip} и длительность провала:

- U_{Dip} – это остаточное напряжение, самое низкое значение $U_{Rms(1/2)}$, измеренное на любом канале во время провала.
- Время начала провала – это время, при котором было зарегистрировано напряжение канала $U_{Rms(1/2)}$, которое вызвало начало события; время завершения провала – это время, при котором было зарегистрировано напряжение $U_{Rms(1/2)}$, характеризующее завершение события, согласно установленному порогу.
- Длительность провала напряжения – это разница между временем начала и временем завершения провала.

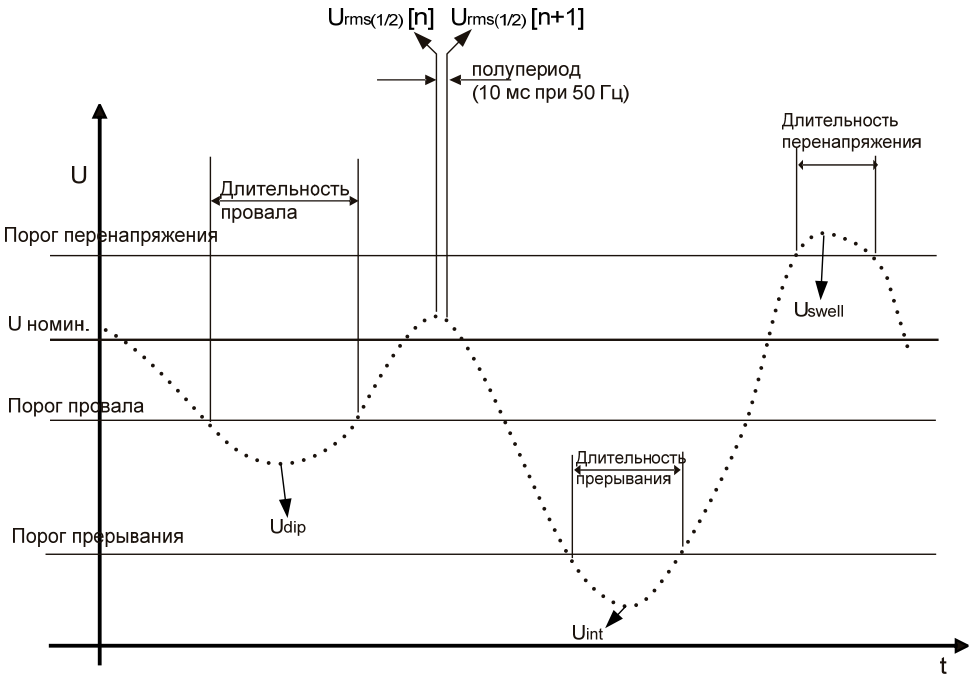


Рисунок 5.8 Определение событий напряжения.

Перенапряжения

Соответствие стандарту: IEC 61000-4-30 Класс S (Раздел 5.4.3)

Порог перенапряжения выражается в процентах от номинального напряжения, установленного в меню НАСТРОЙКИ СОБЫТИЙ. Порог перенапряжения может быть установлен пользователем, в зависимости от специфических требований. Оценка прибором перенапряжений зависит от типа соединения:

- В однофазных системах перенапряжение начинается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ превышает порога перенапряжения, и заканчивается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ равно или ниже порога перенапряжения минус 2% от входного напряжения (входное напряжение определяется напряжением в системе электроснабжения и коэффициентом преобразования измерительного преобразователя) (см. Рисунок 5.8).
- В трехфазных системах для оценки событий могут быть одновременно использованы две технологии:
    - Перенапряжение начинается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ на одном или более каналах возрастает выше порога перенапряжения, и заканчивается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ на всех измеряемых каналах равно или ниже порога перенапряжения минус 2% от входного напряжения (входное напряжение определяется напряжением в системе электроснабжения и коэффициентом преобразования измерительного преобразователя).
    - Перенапряжение начинается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ на одном канале возрастает выше порога перенапряжения, и заканчивается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ на том же канале равно или ниже порога перенапряжения минус 2% от входного напряжения (входное напряжение определяется напряжением в системе электроснабжения и коэффициентом преобразования измерительного преобразователя).

Перенапряжение характеризуется двумя параметрами: максимальная магнитуда перенапряжения и длительность перенапряжения:

- U_{Swell}, максимальная магнитуда перенапряжения, – это максимальное значение $U_{Rms(1/2)}$, измеренное на любом канале в течение перенапряжения.
- Время начала перенапряжения – это время, при котором было зарегистрировано напряжение канала $U_{Rms(1/2)}$, которое вызвало начало события; время завершения перенапряжения – это время, при котором было зарегистрировано напряжение $U_{Rms(1/2)}$, характеризующее завершение события, согласно установленному порогу.
- Длительность перенапряжения – это разница между временем начала и временем завершения перенапряжения.

Прерывание напряжения

Соответствие стандарту: IEC 61000-4-30 Класс A и S (Раздел 5.5)

Метод измерения прерываний напряжения – такой же, как для провалов и перенапряжений.
Порог прерывания выражается в процентах от номинального напряжения, установленного в меню НАСТРОЙКИ СОБЫТИЙ. Порог прерывания может быть установлен пользователем, в зависимости от специфических требований. Оценка прибором прерываний зависит от типа соединения:

- В однофазных системах прерывание напряжения начинается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ падает ниже порога прерывания, и заканчивается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ равно или выше порога прерывания плюс 2% от входного напряжения (входное напряжение определяется напряжением в системе электроснабжения и коэффициентом преобразования измерительного преобразователя) (см. Рисунок 5.8).
- В многофазных системах для оценки событий могут быть одновременно использованы две технологии:
    - Прерывание начинается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ на всех каналах падает ниже порога прерывания, и заканчивается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ на любом одном канале равно или выше порога прерывания плюс 2% от входного напряжения (входное напряжение определяется напряжением в системе электроснабжения и коэффициентом преобразования измерительного преобразователя).
    - Прерывание напряжения начинается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ на одном канале падает ниже порога прерывания, и заканчивается, когда напряжение $U_{Rms(1/2)}$ на том же канале равно или выше порога прерывания плюс 2% от входного напряжения (входное напряжение определяется напряжением в системе электроснабжения и коэффициентом преобразования измерительного преобразователя).

Прерывание напряжения характеризуется двумя параметрами: минимальная магнитуда напряжения прерывания и длительность:

- U_{Int}, минимальная магнитуда напряжения прерывания, – это минимальное значение $U_{Rms(1/2)}$, измеренное на любом канале во время прерывания.
- Время начала прерывания – это время, при котором было зарегистрировано напряжение канала $U_{Rms(1/2)}$, которое вызвало начало события; время завершения прерывания – это время, при котором было зарегистрировано напряжение $U_{Rms(1/2)}$, характеризующее завершение события, согласно установленному порогу.

- Длительность прерывания напряжения – это разница между временем начала и временем завершения прерывания.

5.1.12 Уставки

В целом уставка может быть определена как особое событие с произвольными параметрами. Уставки определяются в таблице уставок (см. пункт 0 для получения информации о настройках Таблицы уставок). Основной измерительный временной интервал для уставок напряжения, тока, активной, реактивной и полной мощности, гармоник и несимметрии равен временному интервалу 10 периодов. Уставки фликеров оцениваются согласно алгоритму фликеров (Pst_{1min}>1мин, Pst > 10мин, Plt > 10мин).

Каждая уставка обладает характеристиками, описанными в нижеприведенной таблице. Уставка срабатывает, когда значение, измеренное за 10 периодов, на фазе, отмеченной под **Фаза,** пересекает **Пороговое значение** согласно установленному **Направлению срабатывания**, минимально в течение установленной **Минимальной длительности**.

Таблица 5.1: Параметры, определяющие уставку

Величина	• Напряжение • Ток • Частота • Активная, реактивная, полная мощность • Гармоники • Несимметрия Фликеры
Фаза	L1, L2, L3, L12, L23, L31, All, Tot
Направление срабатывания	< - Спад , > - Рост
Пороговое значение	[Значение]
Минимальная длительность	200мс … 10мин

Каждая фиксированная уставка описывается следующими параметрами:

Таблица 5.2: Характеристики уставки

Дата	Дата, когда возникла выбранная уставка.
Начало	Время начала уставки – время, когда первое значение пересекло порог.
Фаза	Фаза, на которой возникла уставка.
Уровень	Минимальное или максимальное значение уставки.
Длительность	Продолжительность уставки.

5.1.13 Объединение данных при РЕГИСТРАЦИИ

Соответствие стандарту: IEC 61000-4-30 Класс S (Раздел 4.5.3)

Временной период объединения (IP) во время регистрации определяется параметром Интервал: x мин в меню РЕГИСТРАТОРА.
Новый период регистрации начинается после того, как истекает предыдущий интервал, в момент начала нового интервала времени 10 периодов. Данные для временного интервала IP объединяются для интервалов времени 10 периодов, как показано на рисунке ниже. Объединенный интервал отмечен абсолютным временем в момент завершения интервала. Временная метка представляет собой время завершения интервала. При этом во время регистрации не возникают промежутки или перекрытия, как показано на рисунке ниже.

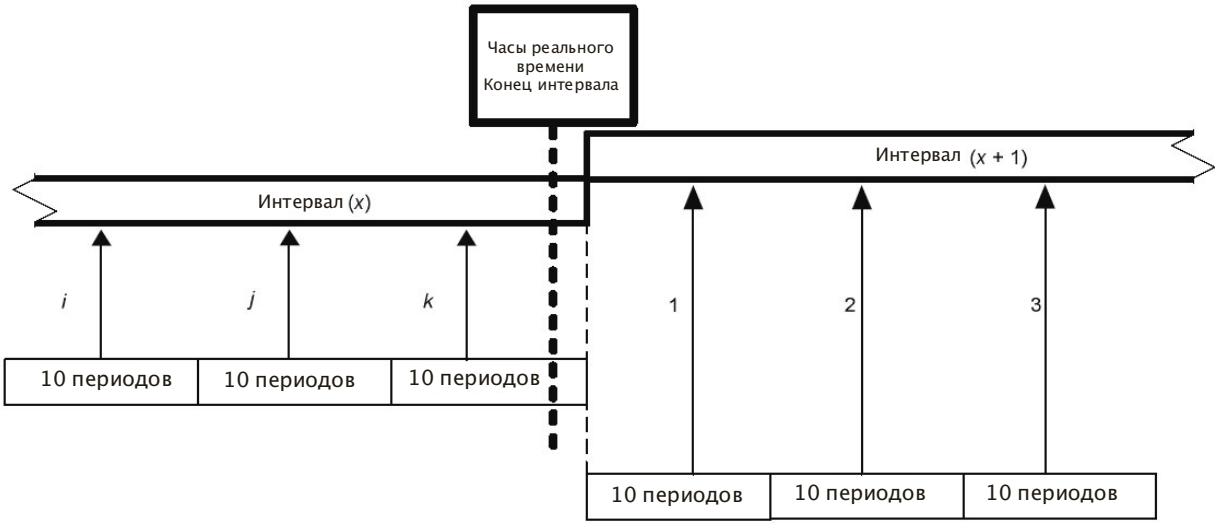


Рисунок 5.9: Синхронизация и объединение интервалов 10 периодов.

Для каждого периода объединения прибор вычисляет среднее значение измеряемого параметра. В зависимости от параметра, это может быть среднеквадратическое значение или среднее арифметическое. Уравнения для обоих средних приведены ниже.

СКЗ: $$A_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} A_j^2} \quad , \tag{26}$$

где:
A_{RMS} – среднее значение параметра во время данного интервала объединения;
A – значение, полученное за интервал 10 периодов;
N – количество измерений с интервалом 10 периодов за период объединения.

Среднее арифметическое: $$A_{avg} = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} A_j \tag{27}$$

где:
A_{avg} – среднее значение параметра во время данного интервала объединения;

A – значение, полученное за интервал 10 периодов;
N – количество измерений с интервалом 10 периодов за период объединения.

В нижеприведенной таблице указаны методы усреднения для каждого параметра:

Таблица 5.3: Методы усреднения данных

Группа	**Параметр**	**Метод усреднения**
Напряжение	U_{Rms}	СКЗ
	THD_U	СКЗ
	U_{cf}	Среднее арифметическое
Ток	I_{Rms}	СКЗ
	THD_I	СКЗ
	I_{cf}	Среднее арифметическое
Частота	f	Среднее арифметическое
Мощность	P	Среднее арифметическое
	Q	Среднее арифметическое
	S	Среднее арифметическое
	PF	Среднее арифметическое
	DPF (cos φ)	Среднее арифметическое
Несимметрия	U^+	СКЗ
	U^-	СКЗ
	U^0	СКЗ
	u-	СКЗ
	u0	СКЗ
Гармоники	$Uh_{1\div50}$	СКЗ
	$Ih_{1\div50}$	СКЗ

Параметр, который будет записываться во время процесса регистрации, зависит от Соединения и канала синхронизации, как показано в Таблица 4.2. Для каждого параметра во время временного интервала записываются следующие значения:

- минимальное,
- среднее,
- максимальное,
- активное среднее.

Активное среднее значение рассчитывается по такому же принципу как среднее значение (Среднее арифметическое или СКЗ), но во внимание принимаются только измерения с набором «активных» признаков:

Активное СКЗ:
$$A_{RMSact} = \sqrt{\frac{1}{M}\sum_{j=1}^{M} A_j^2}\ ;\ M \le N \qquad (28)$$

где:
A_{RMSact} – среднее значение параметра во время активной части данного интервала объединения;
A – значение, полученное за интервал 10 периодов, отмеченное как «активное»;

M – количество измерений с интервалом 10 периодов с активными значениями.

Активное среднее арифметическое: (29)

$$A_{avgact} = \frac{1}{M}\sum_{j=1}^{M} A_j \; ; \; M \le N$$

где:
A_{avgact} – среднее значение параметра во время активной части данного интервала объединения;
A – значение, полученное за интервал 10 периодов, отмеченное как «активное»;
M – количество измерений с интервалом 10 периодов с активными значениями.

Активные признаки для конкретного параметра устанавливаются, если:

- Фазное / линейное СКЗ больше, чем нижний предел диапазона измерения (более подробная информация – в технических характеристиках): действующие значения напряжения и тока, гармоники и THD, фликеры напряжения.
- Тип нагрузки совпадает с 2- или 4-квадрантной зоной (более подробная информация – в разделе *Регистрация мощности и энергии*): активная, реактивная и полная мощность, коэффициент мощности и коэффициент сдвига фаз.

Параметры частоты и несимметрии при регистрации всегда рассматриваются как активные значения.
В нижеприведенной таблице указано количество сигналов для каждой группы параметров при РЕГИСТРАЦИИ.

Таблица 5.4: Суммарное количество регистрируемых величин

	1W	**3W**	**4W**
U,I,f	13 параметров 52 значения за интервал	20 параметров 80 значений за интервал	35 параметров 140 значений за интервал
Мощность и энергия	16 параметров 64 значения за интервал	12 параметров 48 значений за интервал	60 параметров 240 значений за интервал
Фликер	3 параметров 12 значений за интервал	9 параметров 36 значений за интервал	9 параметров 36 значений за интервал
Несимметрия	–	2 параметра 8 значений за интервал	4 параметра 16 значений за интервал
Гармоники	202 параметров 800 значений за интервал	303 параметра 1212 значений за интервал	416 параметров 1628 значений за интервал
Сумма	235	347	517

5.1.14 Регистрация мощности и энергии

Активная мощность подразделяется на две части: импортированная (положительная - двигатель) и экспортированная (отрицательная - генератор). Реактивная мощность и коэффициент мощности подразделяются на четыре части: позитивная индуктивная (+i), позитивная емкостная (+c), отрицательная индуктивная (-i) и отрицательная емкостная (-c).
Диаграмма двигатель – генератор и индуктивная – емкостная фаза – полярность: показана на рисунке ниже:

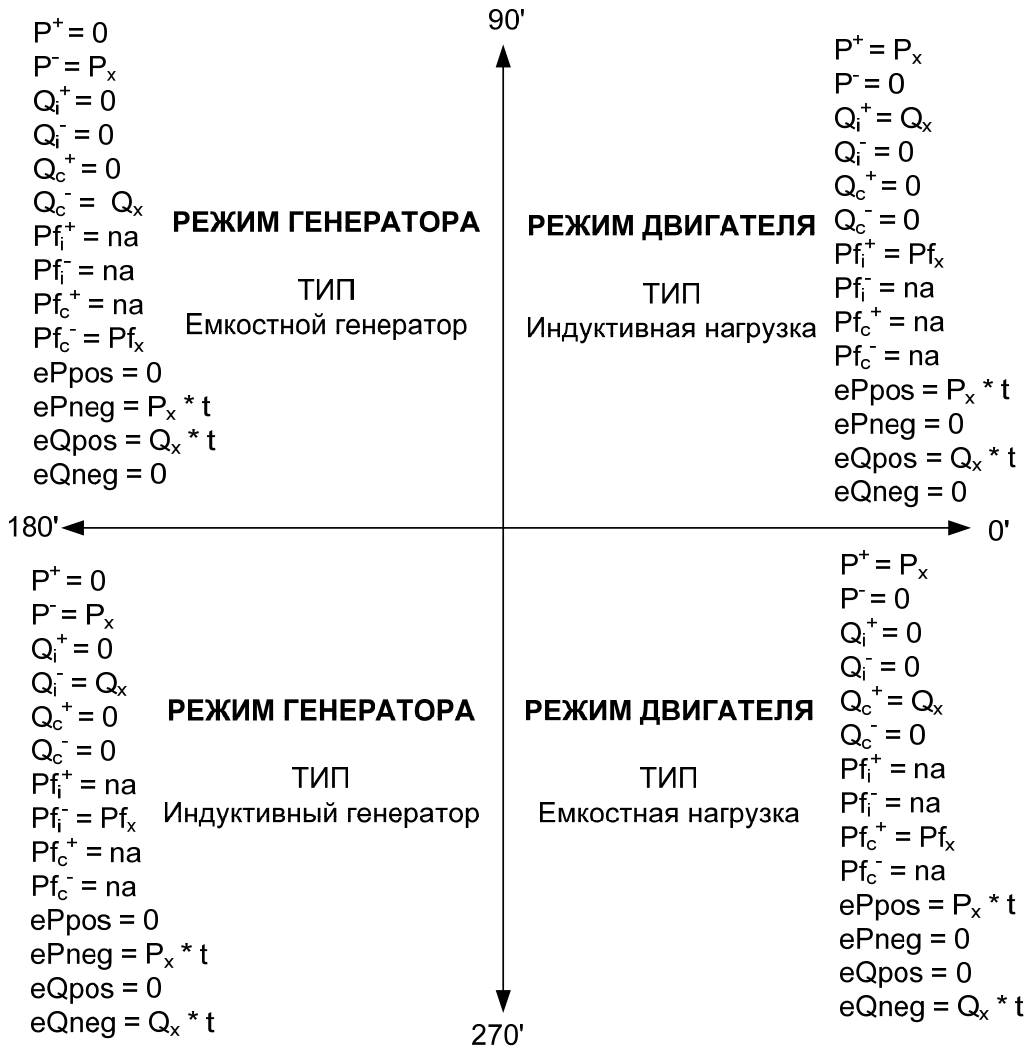


Рисунок 1: Диаграмма двигатель – генератор и индуктивная – емкостная фаза – полярность.

5.1.15 Снимок формы сигнала

В процессе измерения PowerQ4 позволяет сделать снимок формы сигнала. Данная функция особенно важна для сохранения характеристик при проявлении отклонений в сети. Прибор сохраняет во внутренней памяти 10 периодов выборок, которые позже могут быть просмотрены в СПИСКЕ ПАМЯТИ (см. раздел 3.11) или с помощью ПО PowerView.
Каждый снимок формы сигнала сохраняет:

- Все отображаемые параметры для конкретного типа соединения (для получения более подробной информации обратитесь к разделу 4.3);
- 10 периодов (1024 выборки) всех измеряемых параметров.

5.1.16 Пусковые токи

Регистрация пускового тока предназначена для анализа пульсаций напряжения и тока, которые возникают при включении двигателя или другого потребителя большой мощности. Измеряются значения $I_{½Rms}$ за 10 мс (половина периода) и средние значения за каждый заданный интервал.

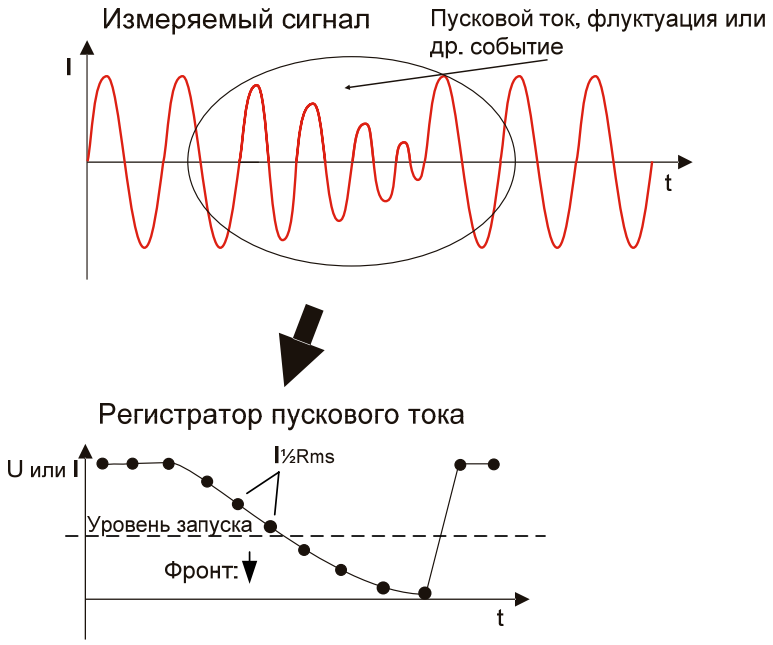
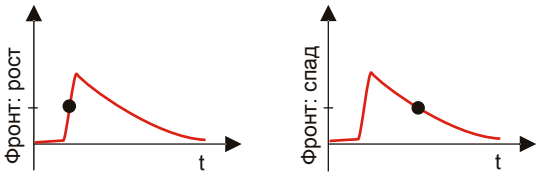


Рисунок 5.10: Пусковой ток (форма сигнала и СКЗ).

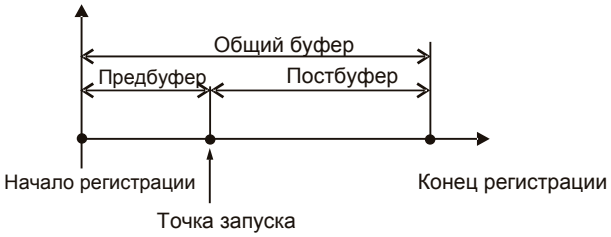
Регистрация пускового тока начинается, когда происходит предварительно настроенный запуск. Буфер памяти разделен на предбуфер (измеренные значения до точки запуска) и постбуфер (измеренные значения после точки запуска).

Срабатывание



Вход: I_1, I_2, I_3, I_N - каналы запуска
Уровень: предустановленное ИСКВ
Фронт: рост / спад

Предбуфер и постбуфер



Пред-/постбуфер: 20 / 80 % общего буфера
Предбуфер рассматривается как негативное время

Рисунок 5.11: Запуск пускового тока.

5.2 Обзор стандарта EN 50160

Стандарт EN 50160 определяет, описывает и классифицирует основные характеристики напряжения в точках подключения потребителей общественных распределительных сетей низкого и среднего напряжения при нормальных условиях работы. В стандарте приведены пределы или значения характеристик напряжения, которые ожидаются во всей общественной распределительной сети, и не описываются стандартные ситуации, с которыми обычно сталкиваются отдельные пользователи сети.
Обзор предельных значений согласно EN 50160 представлен в таблице ниже.

Таблица 5.5: Обзор стандарта EN 50160

Характеристика напряжения сети	**Допустимые пределы**	**Период интегри-рования**	**Период наблюдения**	**Допустимое процентное содержание**
Частота сети	49.5 … 50.5 Гц 47.0 … 52.0 Гц	10 сек	1 неделя	99,5 % 100 %
Отклонения напряжения сети, U_{Nom}	230 В ± 10 %	10 мин	1 неделя	95 %
	230 В +10 % -15 %			100 %
Фликер Plt	Plt ≤ 1	2 часа	1 неделя	95 %
Провалы напряжения (≤ 1 мин)	От 10 до 1000 раз (менее 85% от U_{Nom})	10 мс	1 год	100 %

Краткие прерывания (≤ 3 мин)	10 … 100 раз (менее 1% от U_{Nom})	10 мс	1 год	100 %
Случайные длительные прерывания (> 3 мин)	10 … 50 раз (менее 1% от U_{Nom})	10 мс	1 год	100 %
Несимметрия напряжения u-	0 … 2 %, иногда 3%	10 мин	1 неделя	95 %
Суммарный коэффициент гармонических составляющих, THD_U	8 %	10 мин	1 неделя	95 %
Гармоники напряжения, Uh_n	См. Таблица 5.6	10 мин	1 неделя	95 %

5.2.1 Частота сети

Номинальная частота напряжения сети должна быть 50 Гц, для систем с синхронным подключением к сопряженной системе. При нормальных условиях работы среднее значение основной частоты, измеренное за 10 сек, должно быть внутри диапазона:
50 Гц ± 1 % (49,5 Гц ... 50,5 Гц) в течение 99,5 % года;
50 Гц + 4 % / - 6 % (т.е. 47 Гц ... 52 Гц) в течение 100 % года.

5.2.2 Отклонения напряжения сети

При нормальных условиях работы, во время каждого периода в течение 1 недели 95 % всех 10-минутных средних значений U_{Rms} напряжения сети должно быть внутри диапазона U_{Nom} ± 10 %, и все значения U_{Rms} напряжения сети должны быть внутри диапазона U_{Nom} + 10 % / - 15 %.

5.2.3 Провалы напряжения (индикативные значения)

При нормальных условиях работы ожидаемое количество провалов напряжения в год может быть от нескольких десятков до тысячи. Большинство провалов напряжения имеют длительность менее 1 секунды и остаточное напряжение выше 40 %. Однако иногда могут возникать провалы напряжения с большей глубиной и длительностью. В некоторых местах провалы напряжения с остаточным напряжением от 85 % до 90 % от U_{Nom} появляются очень часто в результате включения нагрузок в сеть пользовательской электроустановки.

5.2.4 Краткие прерывания напряжения сети

При нормальных условиях работы в течение года может возникать от нескольких десятков до нескольких сотен кратких прерываний напряжения сети. Длительность примерно 70 % кратких прерываний составляет менее одной секунды.

5.2.5 Длительные прерывания напряжения сети

При нормальных условиях работы в течение года частота возникновения случайных длительных прерываний (более 3 минут) может составлять менее 10 или до 50, в зависимости от места эксплуатации.

5.2.6 Несимметрия напряжения сети

При нормальных условиях работы, во время каждого периода в течение 1 недели, 95 % всех 10-минутных средних СКЗ значений напряжения (основной частоты) обратной последовательности сети должно быть в диапазоне от 0 % до 2 % от

напряжения (основной частоты) прямой последовательности. В некоторых местах, где в большинстве присутствуют однофазные или двухфазные сети пользовательской электроустановки, на трехфазных питающих терминалах может возникать несимметрия до 3 %.

5.2.7 Гармоники и THD напряжения

При нормальных условиях работы, во время каждого периода длительностью 1 неделя, 95 % всех 10-минутных средних значений каждой гармоники напряжения должно быть менее или равно значению, приведенному в таблице ниже.
Кроме того, значения THD_U напряжения сети (включая все гармоники до 40-й) должны быть менее или равны 8 %.

Таблица 5.6: Значения отдельных гармоник напряжения сети

Нечетные гармоники				**Четные гармоники**	
Не кратные 3		**Кратные 3**			
Порядок	**Относ. напряжение (U_{Nom})**	**Порядок**	**Относ. напряжение (U_{Nom})**	**Порядок**	**Относ. напряжение (U_{Nom})**
5	6,0 %	3	5,0 %	2	2,0 %
7	5,0 %	9	1,5 %	4	1,0 %
11	3,5 %	15	0,5 %	6..24	0,5 %
13	3,0 %	21	0,5 %		
17	2,0 %				
19	1,5 %				
23	1,5 %				
25	1,5 %				

5.2.8 Фликеры

При нормальных условиях работы, во время любого периода в течение 1 недели, длительная доза фликера, вызванная колебанием напряжения, должна быть $P_{lt} \leq 1$ в течение 95 % времени.

5.2.9 Настройка регистратора PowerQ4 для анализа по EN 50160

Прибор PowerQ4 способен проводить анализ по стандарту EN 50160 всех параметров, описанных в предыдущих разделах. Для упрощения процедуры в приборе PowerQ4 для этого имеется предопределенная конфигурация регистратора (EN510160). По умолчанию все параметры тока (СК3, THD и т.д.) также включены в анализ, что дает дополнительную информацию для анализа. Кроме того, во время анализа качества напряжения пользователь одновременно может регистрировать другие параметры, такие как, мощность, энергию и гармоники тока.
Чтобы регистрировать события напряжения во время регистрации, в регистраторе должна быть активирована опция Акт. события: Вкл. Описание настроек событий напряжения см. в пункте 3.12.2.

Рисунок 5.12: Предопределенная конфигурация регистратора EN50160.

После завершения регистрации, анализ по EN 50160 выполняется в программе PowerView. Для получения более подробной информации прочтите руководство по эксплуатации ПО PowerView.

6 Технические характеристики

6.1 Общие характеристики

Диапазон рабочих температур:	-10 °C … +50 °C.
Диапазон температур хранения:	-20 °C … +70 °C.
Макс. относит. влажность:	95 % (0 °C … 40 °C), неконденсирующийся.
Степень загрязнения:	2.
Класс защиты:	двойная изоляция.
Категория перенапряжения:	КАТ IV / 600 В; КАТ III / 1000 В.
Степень защиты:	IP 42.
Размеры:	(220 x 115 x 90) мм.
Масса (без принадлежностей):	0,65 кг.
Дисплей:	Графический ЖК дисплей с подсветкой, 320 x 200 точек.
Память:	Флэш-память объемом 8 МБ.
Батареи:	6 x 1,2 В перезаряжаемых NiMh батарей, размера AA. Обеспечивают работу прибора до 15 часов *.
Внешнее электропитание постоянного тока:	12 В, 1 А мин.
Макс. потребляемая мощность:	150 мА – без батарей; 1 А – во время зарядки батарей.
Номинальное время заряда:	4 часа *.
Передача данных:	USB 1.0: Стандартный порт USB, тип B 2400 бод … 921600 бод. RS232: 8-пин., тип PS/2 2400 бод … 115200 бод.

* Время заряда и время работы приведены для батарей с номинальной емкостью 2500 мА·ч.

6.2 Измерения

Примечание: Чтобы достичь разрешения и погрешности, указанных в данном разделе, полученные данные должны быть просмотрены посредством ПО PowerView (Снимок формы сигнала или Просмотр в режиме реального времени). Разрешение, отображаемое на дисплее PowerQ4, уменьшено из-за ограниченного пространства на дисплее и расширенного обзора отображаемых измерений (увеличенный шрифт на дисплее и расстояния между измерениями).

6.2.1 Общие характеристики

Макс. входное напряжение (Фаза – Нейтраль):	1000 $В_{СКЗ}$
Макс. входное напряжение (Фаза – Фаза):	1730 $В_{СКЗ}$
Входной импеданс Фаза – Нейтраль:	6 МОм
Входной импеданс Фаза – Фаза:	6 МОм
АЦП	16-битн. 8 каналов, Синхронная дискретизация.
Эталонная температура	23 °C ± 2 °C
Воздействие температуры	60 частей на миллион /°C

ПРИМЕЧАНИЕ: У прибора 3 диапазона напряжения. Диапазон должен быть установлен в соответствии с номинальным напряжением сети, как показано в нижеприведенной таблице.

Номин. фазное напряжение: U_{Nom}	Рекомендуемый диапазон напряжения
50 В … 110 В	Диапазон напряжения 1: 50 В … 110 В (L-N)
110 В … 240 В	Диапазон напряжения 2: 110 В … 240 В (L-N)
240 В … 1000 В	Диапазон напряжения 3: 240 В … 1000 В (L-N)

Номин. межфазное напряжение: U_{Nom}	Рекомендуемый диапазон напряжения
86 В … 190 В	Диапазон напряжения 1: 89 В … 190 В (L-L)
190 В … 414 В	Диапазон напряжения 2: 190 В … 414 В (L-L)
415 В … 1730 В	Диапазон напряжения 3: 240 В … 1730 В (L-L)

ПРИМЕЧАНИЕ: Убедитесь, что во время измерения и регистрации все зажимы напряжения подсоединены. Неподключенные зажимы напряжения восприимчивы к электромагнитным помехам и могут вызвать ложное срабатывание триггера событий. Рекомендуется неиспользуемые зажимы напряжения подключить к входу напряжения нейтрали.

6.2.2 Фазное напряжение

U_{pRms}, p: [1, 2, 3, 4, N]

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность	Пик-фактор
Диапазон 1: 20 $В_{СКЗ}$ … 150,0 $В_{СКЗ}$	10 мВ	±0,2%·U_{RMS}	1,5 мин.
Диапазон 2: 50 $В_{СКЗ}$ … 360 $В_{СКЗ}$	100 мВ		
Диапазон 3: 200 $В_{СКЗ}$ … 1500 $В_{СКЗ}$			
U_{RMS} – измеренное СКЗ напряжения			

$U_{pRms(1/2)}$ p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC (пост. + перем.)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность	Пик-фактор
Диапазон 1: 20 $В_{СКЗ}$ … 150,0 $В_{СКЗ}$	10 мВ	±0,5%·U_{RMS}	1,5 мин.
Диапазон 2: 50 $В_{СКЗ}$ … 360 $В_{СКЗ}$			
Диапазон 3: 200 $В_{СКЗ}$ … 1500 $В_{СКЗ}$			
U_{RMS} – измеренное СКЗ напряжения			

Cf_{Up}, p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC (пост. + перем.)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность
1 … 2,5	0,01	±5%·Cf_U
Cf_U – измеренное значение пик-фактора напряжения		

U_{pPk}: p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC (пост. + перем.)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность
Диапазон 1: 20 $В_{пик}$ … 255 $В_{пик}$	100 мВ	±0,5%·U_{Pk}
Диапазон 2: 50 $В_{пик}$ … 510 $В_{пик}$		±0,5%·U_{Pk}
Диапазон 3: 200 $В_{пик}$ … 2250 $В_{пик}$		±0,5%·U_{Pk}
U_{Pk} – измеренное пиковое значение напряжения		

6.2.3 Линейное напряжение

U_{pgRms}, pg: [12, 23, 31], AC+DC (пост. + перем.)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность	Пик-фактор
Диапазон 1: 20 $В_{СКЗ}$ … 260 $В_{СКЗ}$	100 мВ	±0.25%·U_{RMS}	1,5 мин.
Диапазон 2: 47 $В_{СКЗ}$ … 622 $В_{СКЗ}$			
Диапазон 3: 346 $В_{СКЗ}$ … 2600 $В_{СКЗ}$			
U_{RMS} – измеренное СКЗ напряжения			

$U_{pRms(1/2)}$ pg: [12, 23, 31], AC+DC (пост. + перем.)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность	Пик-фактор
Диапазон 1: 20 $В_{СКЗ}$ … 260 $В_{СКЗ}$	10 мВ	±0.5%·U_{RMS}	1,5 мин.
Диапазон 2: 47 $В_{СКЗ}$ … 622 $В_{СКЗ}$			
Диапазон 3: 346 $В_{СКЗ}$ … 2600 $В_{СКЗ}$			
U_{RMS} – измеренное СКЗ напряжения			

Cf_{Upg}, pg: [12, 23, 31], AC+DC (пост. + перем.)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность
1 … 2,5	0,01	±5%·Cf_U
Cf_U – измеренное значение пик-фактора напряжения		

U_{pgPk}, pg: [12, 23, 31], AC+DC (пост. + перем.)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность
Диапазон 1: 20 $В_{пик}$ … 442 $В_{пик}$	100 мВ	±0.5%·U_{Pk}
Диапазон 2: 47 $В_{пик}$ … 884 $В_{пик}$		
Диапазон 3: 346 $В_{пик}$ … 3700 $В_{пик}$		
U_{Pk} – измеренное пиковое значение напряжения		

6.2.4 Ток

Входной импеданс: 100 кОм.

I_{pRms}, p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC (пост. + перем.)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность	Пик-фактор
Диапазон 1: 50.0 $мВ_{СКЗ}$ … 200 $мВ_{СКЗ}$	100 мкВ	±0,25%·U_{RMS}	1,5 мин.
Диапазон 2: 50.0 $мВ_{СКЗ}$ … 2 $В_{СКЗ}$		±0,25%·U_{RMS}	
U_{RMS} – СКЗ напряжения, измеренное на токовом входе			

Пиковое значение I_{pPk}, I_{NPk}, p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC (пост. + перем.)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность
Диапазон 1: 50 $мВ_{пик}$ … 280 $мВ_{пик}$	100 мкВ	±2%·U_{Pk}
Диапазон 2: 50 $мВ_{пик}$ … 3 $В_{пик}$		±2%·U_{Pk}
U_{Pk} – пиковое значение напряжения, измеренное на токовом входе		

$I_{p½\,Rms}$, p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC (пост. + перем.)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность	Пик-фактор

Диапазон 1: 20.0 $мВ_{СКЗ}$ … 200 $мВ_{СКЗ}$	100 мкВ	±1%·U_{RMS}	1,5 мин.
Диапазон 2: 20. $мВ_{СКЗ}$ … 2 $В_{СКЗ}$		±1%·U_{RMS}	
U_{RMS} – СКЗ напряжения, измеренное на токовом входе			

Пик-фактор Cf_{Ip} p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC (пост. + перем.)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность
1 … 10	0,01	±5%·Cf_I
Cf_I – измеренное значение пик-фактора тока		

Погрешность тока с токовыми клещами

Токовые клещи		Диапазон измерения	Суммарная погрешность тока
A 1033	1000 A	20 A … 1000 A	±1,3%·I_{RMS}
A 1227	3000 A	300 A … 6000 A	±1,5%·I_{RMS}
	300 A	30 A … 600 A	±1,5%·I_{RMS}
	30 A	3 A … 60 A	±1,5%·I_{RMS}
A 1122	5 A	100 мА … 5 A	±1,3%·I_{RMS}
I_{RMS} – измеренное СКЗ тока			

Примечание: Суммарная погрешность рассчитывается по формуле:

$$ПогрешностьСИСТЕМЫ = 1,15 \cdot \sqrt{Погрешность\ PowerQ4^2 + Погрешность\ Клещей^2}$$

6.2.5 Частота

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность
10,00 Гц … 70,00 Гц	2 мГц	± 10 мГц

6.2.6 Измерение фликеров

Тип фликера	Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность*
P_{lt1min}	0,4 … 4	0,001	±5%·P_{lt1min}
P_{st}	0,4 … 4	0,001	±5%·P_{st}
P_{lt}	0,4 … 4	0,001	±5%·P_{lt}
P_{lt1min} – измеренное значение кратковременной дозы фликера (1 минута) P_{st} – измеренное значение кратковременной дозы фликера (10 минут) P_{lt} - измеренное значение длительной дозы фликера (2 часа)			

Гарантирована только в диапазоне частот 49 … 51 Гц.

6.2.7 Мощность

		Диапазон измерения (Вт, вар, ВА)	Разрешение	Погрешность
Активная мощность P**	Без клещей	0,000 к … 999,9 М	4 емр*	±0,5%·P
	С гибкими клещами А 1227 (3000 А)	0,000 к … 999,9 к		±1,5%·P
	С клещами А 1033 (1000 А)	000,0 к … 999,9 к		±1,3%·P
Реактивная мощность Q***	Без клещей	0,000 к … 999,9 М	4 емр	±0,5%·Q
	С гибкими клещами А 1227	0,000 к … 999,9 к		±1,5%·Q
	С клещами А 1033 (1000 А)	000,0 к … 999,9 к		±1,3%·Q
Полная мощность S****	Без клещей	0,000 к … 999,9 М	4 емр	±0,5%·S
	С гибкими клещами А 1227	0,000 к … 999,9 к		±1,5%·S
	С клещами А 1033 (1000 А)	000,0 к … 999,9 к		±1,3%·S
P – измеренное значение активной мощности Q – измеренное значение реактивной мощности S – измеренное значение полной мощности				

**емр – единица младшего разряда.*

***Погрешность действительна, если cos φ ≥ 0.80, I ≥ 10 % I_{Nom} и U ≥ 80 % U_{Nom}*

****Погрешность действительна, если sin φ ≥ 0.50, I ≥ 10 % I_{Nom} и U ≥ 80 % U_{Nom}*

*****Погрешность действительна, если cos φ ≥ 0.50, I ≥ 10 % I_{Nom} и U ≥ 80 % U_{Nom}*

6.2.8 Коэффициент мощности (Pf)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность
-1,00 … 1,00	0,01	±0,02

6.2.9 Коэффициент сдвига фаз (Cos φ)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность
0,00 … 1,00	0,01	±0,02

6.2.10 Энергия

		Диапазон измерения (Вт·ч, вар·ч, ВА·ч)	Разрешение	Погрешность
Активная энергия eP*	Без клещей	1 … 9 Г	12 емр	±0,5%·eP
	С гибкими клещами A 1227	1 … 9 Г		±1,4%·eP
	С клещами A 1033 (1000 A)	1 … 9 Г		±1,3%·eP
Реактивная энергия eQ**	Без клещей	1 … 9 Г	12 емр	±0,5%·eQ
	С гибкими клещами A 1227	1 … 9 Г		±1,4%·eQ
	С клещами A 1033 (1000 A)	1 … 9 Г		±1,3%·eQ
Полная энергия eS***	Без клещей	1 … 9 Г	12 емр	±0,5%·eS
	С гибкими клещами A 1227	1 … 9 Г		±1,4%·eS
	С клещами A 1033 (1000 A)	1 … 9 Г		±1,3%·eS
eP – измеренное значение активной энергии eQ – измеренное значение реактивной энергии eS – измеренное значение полной энергии				

**Погрешность действительна, если cos φ ≥ 0.80, I ≥ 10 % I_{Nom} и U ≥ 80 % U_{Nom}*
***Погрешность действительна, если sin φ ≥ 0.50, I ≥ 10 % I_{Nom} и U ≥ 80 % U_{Nom}*
****Погрешность действительна, если cos φ ≥ 0.50, I ≥ 10 % I_{Nom} иU ≥ 80 % U_{Nom}*

6.2.11 Гармоники напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих (THD)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность
Uh_N < 3 % U_{Nom}	10 мВ	±0,15%·U_{Nom}
3 % U_{Nom} < Uh_N < 20 % U_{Nom}	10 мВ	±5%·Uh_N
U_{Nom} – номинальное напряжение (СКЗ) Uh_N – измеренное значение напряжения гармоники n – гармоническая составляющая 1ая … 50ая		

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность
0 % U_{Nom} < THD_U < 20 % U_{Nom}	0,1%	± 0,3%
U_{Nom} – номинальное напряжение (СКЗ)		

6.2.12 Гармоники тока и суммарный коэффициент гармонических составляющих (THD)

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность
Ih_n < 10 % I_{Nom}	10 мВ	±0,15%·I_{Nom}
10 % I_{Nom} < Ih_n < 100 %	10 мВ	±5%·Ih_N
I_{Nom} – номинальный ток (СКЗ) Ih_N – измеренное значение тока гармоники n – гармоническая составляющая 1ая … 50ая		

Диапазон измерения	Разрешение	Погрешность
0 % I_{Nom} < THD_I < 100 % I_{Nom}	0,1%	± 0,6%
100 % I_{Nom} < THD_I < 200 % I_{Nom}	0,1%	± 1,5%
I_{Nom} – номинальный ток (СКЗ)		

6.2.13 Несимметрия

	Диапазон несимметрии	Разрешение	Погрешность
u^- u^0	0,5 % … 5,0 %	0,1%	±0,15%
i^- i^0	0,0 % … 17 %	0,1%	±1%

6.2.14 Неопределенность времени и длительности

Неопределенность часов реального времени

Рабочий диапазон	Погрешность	
-20 °C … +70 °C	± 3.5 частей на миллион	0,3 сек в день
0 °C … +40 °C	± 2.0 частей на миллион	0,17 сек в день

Временная отметка и неопределенность длительности события и регистратора

	Диапазон измерения	Разрешение	Ошибка
Длительность события	30 мс … 7 дней	1 мс	± 1 период

6.3 Соответствие стандартам

6.3.1 Соответствие IEC 61557-12

Общие и основные характеристики

Функция оценки качества электроэнергии	-S	
Классификация в соответствии с 4.3	SD	Косвенное измерение тока и прямое измерение напряжения
	SS	Косвенное измерение тока и косвенное измерение напряжения
Температура	K50	
Влажность + высота	Стандартные	

Измеряемые параметры

Обозначение функции	Класс согласно IEC 61557-12	Диапазон измерения	Метод измерения IEC 61000-4-30 Класс
P	1	5 % … 200% I_{Nom} (1)	
Q	1	5 % … 200% I_{Nom} (1)	
S	1	5 % … 200% I_{Nom} (1)	
eP	1	5 % … 200% I_{Nom} (1)	
eQ	2	5 % … 200% I_{Nom} (1)	
eS	1	5 % … 200% I_{Nom} (1)	
PF	0,5	- 1 … 1	
f	0,02	10 Гц … 70 Гц	S
I, I_N	0,5	5% I_{Nom} … 200% I_{Nom}	S
U	0,2	20 В … 1000 В	S
P_{st},P_{lt}	5	0.4 … 4	S
$U_{dip,}$ U_{swl}	0,5	5 В … 1500 В	S
U_{int}	0,5	0 В … 100 В	A
u^-, u^0	0,2	0,5 % … 17 %	A
Uh_n	1	0 % … 20 % U_{Nom}	S
THD_u	1	0 % … 20 % U_{Nom}	S
Ih_n	1	0 % … 100 % I_{Nom}	A
THD_i	2	0 % … 100 % I_{Nom}	A

(1) – Диапазон измерения зависит от датчика тока. Однако согласно IEC 61557-12, если датчик тока имеет I_{Nom}, определенный как $I_{Nom} = k \cdot$ A/В, тогда диапазон измерения равен 2 % I_{Nom} … 200 % I_{Nom}.

6.3.2 Соответствие IEC 61000-4-30

IEC 61000-4-30 Раздел и параметр	Параметр PowerQ4	Класс	Метод измерения - IEC 61000-4-30 Раздел	Неопределенность	Диапазон измерения(1)	Диапазон влияющей величины(2)	Метод объединения (3)
5.1 Частота	f	S	5.1.1	±10 мГц	10 Гц ~ 70 Гц	40 Гц … 70 Гц	Арифметич.
5.2 Магнитуда питания	U_{Rms}	S	5.2.1	±0.5%·U_{Nom}	10 %~150 % U_{Nom}	10 %~150 % U_{Nom}	СКЗ
5.3 Фликер	P_{st}	S	5.3.1	±5 %·P_{st}(4)	0,4 ~ 4,0	0 ~ 10	IEC 61000-4-15
5.4 Провалы и перенапряжения	U_{Dip}, U_{Swell} Длительность	S	5.4.1	±0.5 %·U_{Nom} ± 1 период	> 10 % U_{Nom} 1,5 периода ~ 7дней	–	–
5.5 Прерывания	U_{Int} Длительность	S	5.4.1	±0.5 %·U_{Nom} ± 1 период	< 150 % U_{Nom} 1,5 периода ~ 7дней	–	–
5.7 Несимметрия	u^-, u^0	A	5.7.1	±0,15 %	0,5 % ~5 %	0 % ~ 5 %	СКЗ
5.8 Гармоники напряжения	Uh_N	S	5.8.1	IEC 61000-4-7 Класс II	0 % … 20 % U_{Nom}	0% … 20% U_{Nom}	СКЗ
A.6.3 Магнитуда тока	I_{Rms}	S	A.6.3.1	±0.5%·I_{RMS}	2 % … 200 % I_{Nom}	2% … 200% I_{Nom}	СКЗ
A.6.4 Гармоники тока	Ih_n	A	A.6.5	IEC 61000-4-7 Класс II	0 % … 40 % I_{Nom}	0% … 40% I_{Nom}	СКЗ
A.6.4 Пусковой ток	$I_{½Rms}$	S	A.6.4.1	±1%·$I_{½RMS}$	2 % … 200 % I_{Nom}	–	–

(1) Прибор выполняет требования относительно неопределенности для сигналов внутри диапазона измерения.
(2) Прибор допускает сигналы в пределах диапазона влияющей величины без смещения измерений других параметров за пределы требуемого диапазона неопределенности и без повреждения прибора.
(3) Объединение по СКЗ – согласно IEC 61000-4-30, разделы 4.4 и 4.5, Объединение по среднему арифметическому – согласно разделу 0 данного руководства.
(4) Гарантирована только в диапазоне частот 49 … 51 Гц.

6.4 Обслуживание

6.4.1 Вставка батарей в прибор

1. Убедитесь, что адаптер электропитания / зарядное устройство и измерительные провода отключены и прибор выключен.
2. Вставьте батареи, как показано на нижеприведенном рисунке (вставляйте батареи правильно, иначе прибор не будет работать, а батареи могут разрядиться или повредиться).

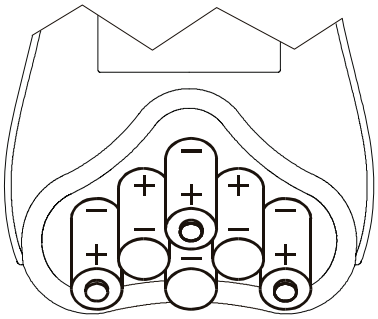


Рисунок 6.1: Размещение батарей

3. Поверните прибор экраном вниз, вверх нижней панелью (смотрите рисунок ниже) и закройте крышку отсека для батарей.

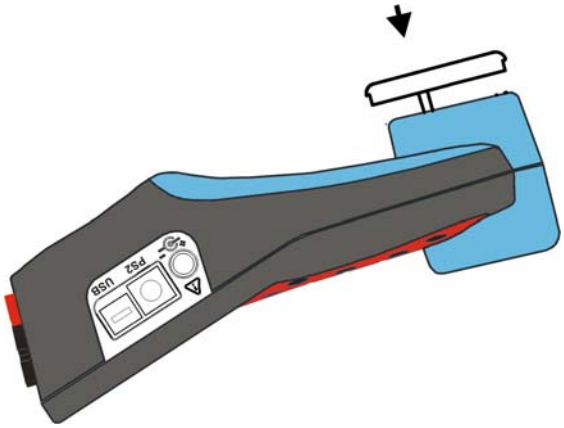


Рисунок 6.2: Закрытие крышки отсека для батарей

4. Закрутите винты на крышке отсека для батарей прибора.

Если прибор не будет использоваться в течение длительного периода времени, удалите все батареи из отсека для батарей. Приложенные батареи могут обеспечить работу прибора в течение приблизительно 15 часов.

⚠ Предупреждения!

- **Если необходимо заменить батареи, выключите прибор перед открытием крышки батарейного отсека.**

- **Внутри прибора присутствуют опасные напряжения. Перед открытием крышки батарейного отсека отсоедините все измерительные провода и кабель электропитания.**
- **Во избежание возможного пожара или удара электрическим током, используйте только адаптер электропитания / зарядное устройство, поставляемые производителем или дистрибьютором!**
- **Рекомендуется использовать перезаряжаемые NiMH батареи (размер AA). Время заряда и время работы приведены для батарей с номинальной емкостью 2100 мА·ч.**
- **Не используйте щелочные батареи, когда к прибору подключен адаптер электропитания / зарядное устройство, в противном случае они могут взорваться!**
- **Не используйте одновременно батареи различных типов, марок, дат изготовления или уровней заряда.**
- **При зарядке батарей впервые, необходимо заряжать батареи в течение, по крайней мере, 24 часа перед включением прибора.**

6.4.2 Батареи

В состав комплекта поставки прибора входят перезаряжаемые NiMh батареи (аккумуляторы). При необходимости замены батарей, на их место должны быть установлены аккумуляторы того же типа, что указано на метке в отсеке для батарей или описано в данном руководстве. Если необходимо заменить батареи, должны быть заменены все шесть элементов питания. Убедитесь, что батареи вставлены с правильной полярностью; неправильная полярность может повредить батареи и/или прибор. Должны существовать специальные экологические инструкции относительно переработки батарей, которые должны выполняться.

Меры предосторожности при зарядке новых или долго не использовавшихся батарей

Во время зарядки новых батарей или батарей, которые не использовались в течение длительного периода времени (более 3 месяцев), могут происходить непредсказуемые химические процессы. NiMH и NiCd батареи подвержены так называемому эффекту памяти. В результате, время работы прибора может быть значительно сокращено во время начальных циклов заряда / разряда.

В связи с этим рекомендуется:

- Полностью зарядить батареи.
- Полностью разрядить батареи (это может быть выполнено во время нормальной работы прибора).
- Повторите цикл заряда / разряда по крайней мере два раза (рекомендуются четыре цикла).

При использовании внешнего интеллектуального зарядного устройства один полный цикл заряда / разряда выполняется автоматически.

После выполнения данной процедуры восстанавливается нормальная емкость батарей. При этом время работы прибора будет соответствовать данным, приведенным в технических характеристиках.

Примечания

Зарядное устройство прибора представляет собой зарядное устройство группы элементов. Это означает, что во время зарядки батареи соединены последовательно, поэтому все батареи должны быть в одинаковом состоянии (с одинаковым уровнем заряда, одного типа и одной даты изготовления). Даже одна поврежденная батарея (или просто батарея другого типа) может привести к неправильному заряду всего комплекта батарей (нагреванию комплекта батарей, значительному уменьшению времени работы прибора).

Если после выполнения нескольких циклов заряда / разряда не достигнуто улучшение, должно быть проверено состояние каждой батареи в отдельности (путем сравнения напряжения батарей, проверки их в ячейке зарядного устройства и т.д.). Вероятно, что только некоторые из батарей повреждены.

Эффекты, описанные выше, не нужно путать с нормальным уменьшением емкости батареи со временем. Все перезаряжаемые батареи теряют часть своей емкости после неоднократно цикла заряда / разряда. Фактическое уменьшение емкости в связи с количеством циклов заряда зависит от типа батареи и указано в технических характеристиках, предоставляемых изготовителем батареи.

6.4.3 Питание от сети

⚠ Предупреждения

- Используйте только адаптер электропитания, поставляемый производителем.
- При использовании щелочных (не перезаряжаемых) батарей, отключите адаптер электропитания.

При использовании оригинального адаптера электропитания / зарядного устройства прибор полностью готов к эксплуатации сразу после включения. Одновременно заряжаются батареи, номинальное время заряда - 4 часа.
Батареи заряжаются всегда, когда адаптер электропитания / зарядное устройство подключен к прибору. Встроенная цепь защиты контролирует процедуру заряда и обеспечивает максимальный срок службы батарей.
Если в приборе отсутствуют батареи и зарядное устройство отключено в течение более 2 минут, настройки времени и даты будут сброшены.

6.4.4 Чистка

Для чистки поверхности прибора используйте мягкую ткань, слегка увлажненную мыльной водой или спиртом. После чистки оставьте прибор до его полного высыхания, прежде чем начать эксплуатацию.

- **Не используйте жидкости, основанные на бензине или углеводороде!**
- **Не проливайте чистящую жидкость на прибор!**

6.4.5 Периодическая калибровка

Для обеспечения корректных измерений, прибор должен подвергаться регулярной калибровке. Если прибор используется ежедневно, рекомендуемый интервал калибровки – шесть месяцев, в ином случае рекомендуемый интервал калибровки – 1 год.

6.4.6 Ремонт

Если необходим ремонт в течение или по истечении срока гарантийного обслуживания, свяжитесь с производителем или с дистрибьютором Metrel для получения дальнейшей информации.

6.4.7 Поиск и устранение неисправностей

Если при включении прибора нажата кнопка *Esc,* прибор не включится. Необходимо удалить батареи и вставить их обратно. После этого прибор включится в обычном режиме.

Адрес производителя:

METREL d.d.
Ljubljanska 77,
SI-1354 Horjul,
Словения

Тел: +(386) 1 75 58 200
Факс: +(386) 1 75 49 095
Email: metrel@metrel.si
http://www.metrel.si