

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Приборы для измерения показателей качества электрической энергии «Прорыв»

#### Назначение средства измерений

Приборы для измерения показателей качества электрической энергии «Прорыв» (далее по тексту - приборы) предназначены для измерения и регистрации характеристик напряжения, силы тока, активной, реактивной и полной мощности, а также временных характеристик и показателей качества электрической энергии в соответствии с ГОСТ 32145-2013, ГОСТ 32144-2013, ГОСТ 30804.4.30-2013, класс А, в однофазных и трехфазных (трех- и четырехпроводных) электрических сетях и системах электроснабжения с номинальной частотой 50 Гц.

#### Описание средства измерений

Принцип действия приборов основан на аналого-цифровом преобразовании мгновенных значений входных сигналов напряжения и тока с последующим вычислением значений измеряемых параметров из полученного массива.

Прибор представляет собой моноблок, на передней панели которого расположены разъемы для подключения прибора к контролируемой электрической сети и три индикатора. На задней панели приборов расположены клемма заземления, разъем питания, разъем подключения прибора к внешней ЭВМ, разъем для подключения внешней активной антенны (GPS/ГЛОНАСС), может быть расположен разъем для подключения Ethernet (опционно).

Приборы имеют восемь модификаций (моделей): «Прорыв-КЭ-А», «Прорыв-КЭ-А Е», «Прорыв-КЭ-А И», «Прорыв-КЭ-А ЕИ», «Прорыв-Т-А», «Прорыв-Т-А Е», «Прорыв-Т-А И» и «Прорыв-Т-А ЕИ». Модификации различаются между собой конструктивным исполнением, а также видами измеряемых величин.

Приборы измеряют ПКЭ, включая измерения длительности и глубины быстрых изменений напряжения, и электроэнергетические характеристики согласно таблице 2 и записывают результаты в память. Приборы модификаций «Прорыв-КЭ-А И», «Прорыв-КЭ-А ЕИ», «Прорыв-Т-А И» и «Прорыв-Т-А ЕИ» измеряют импульсное напряжение амплитудой от 0,7 кВ до 6,0 кВ и производят запись импульсного напряжения с частотой дискретизации 20 МГц с длительностью записи до 2,5 мс.

Память приборов представляет собой энергонезависимое оперативное устройство. Продолжительность записи информации не менее 30 суток.

Информация из энергонезависимой памяти считывается во внешнюю ЭВМ, где производится ее последующая обработка. При анализе данных используется программное обеспечение «ПРОРЫВ». Программное обеспечение позволяет производить загрузку с приборов измеренных значений показателей качества электрической энергии, стирание результатов ранее проведенных измерений, ввод информации о месте измерений, просмотр произвольно выбранного временного участка измерений, сохранение результатов с привязкой к времени измерений в файл, формирование и распечатку протоколов измерений.

Приборы предназначены как для автономной работы, так и для использования в составе автоматизированных информационно-измерительных систем, в том числе в модулях измерительных автоматизированной информационно-измерительной системы безопасности электрической энергии (АИИС БЭЭ).

Приборы могут производить подстройку текущего времени под время «Национальной шкалы координированного времени Российской Федерации UTC (SU)» в соответствии с требованиями ГОСТ 30804.4.30-2013, класс А.

Приборы при отключении питающей фазы сети переменного тока будут продолжать непрерывные измерения только при работе от источников бесперебойного питания ИБП-1. Источник бесперебойного питания ИБП-1 обеспечивает непрерывную работу приборов типа «Прорыв» в автономном режиме в течение не менее трёх часов.

Приборы обеспечивают непрерывное измерение и запоминание показателей качества электрической энергии в течение не менее месяца.

Приборы обеспечивают сохранение измеренных показателей качества электрической энергии при отключении питания в течение неограниченного времени.

Приборы в зависимости от модификации имеют следующее обозначение:

| Тип приборов  | Прорыв-Х-А | Х |
|---|------------|---|
| Обозначение модификации:  |            |   |
| «КЭ» измерение параметров напряжения  |            |   |
| «Т» измерение параметров напряжения, тока и мощности                        |            |   |
| Класс «А» по ГОСТ 30804-2013  |            |   |
| Отсутствие символа – базовое исполнение                                     |            |   |
| «Е» – базовое исполнение + опция Ethernet                                   |            |   |
| «И» – базовое исполнение + опция измерения импульсов напряжения             |            |   |
| «ЕИ» – базовое исполнение + опция Ethernet + измерения импульсов напряжения |            |   |



«Прорыв-КЭ-А Х»



«Прорыв-Т-А Х»

Общий вид передней панели приборов для измерения показателей качества электрической энергии «Прорыв» (модификации «Прорыв-КЭ-А Х» и «Прорыв-Т-А Х»)



«Прорыв-Х-А»

Место пломбирования



«Прорыв-КЭ-А Е»

Общий вид задней панели приборов для измерения показателей качества электрической энергии «Прорыв» (модификации «Прорыв-Х-А» и «Прорыв-Х-А Е»)

### Программное обеспечение

Приборы имеют внешнее программное обеспечение (ПО). Характеристики ПО приведены в таблице 1.

Внешнее ПО (программа «ПРОРЫВ») устанавливаемое на персональный компьютер, выполняет функции математической обработки и представления измерительной информации, предусматривает различные экранные формы для отображения в удобном виде

значений параметров (текущих и архивных, измеренных и вычисленных), их систематизации, выполнения настроек и является метрологически значимым. Метрологические характеристики приборов нормированы с учетом влияния ПО.

Таблица 1

| Идентификационные данные (признаки)            | Значение                         |
|--|----------------------------------|
| Идентификационное наименование ПО              | «ПРОРЫВ»                         |
| Номер версии (идентификационный номер ПО)      | Не ниже 6.0                      |
| Цифровой идентификатор ПО                      | f31c38a358e28122940d1ccbb27da09d |
| Другие идентификационные данные (если имеются) | –                                |

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

### Метрологические и технические характеристики

Номинальное значение измеряемого фазного/междуфазного напряжения  $U_{ном}$ :

- $220/(220 \cdot \sqrt{3})$  В;
- $(100/\sqrt{3})/100$  В.

Номинальное значение измеряемого среднеквадратического значения силы тока  $I_{ном}$  определяется подключенными токоизмерительными клещами и может составлять:

- 5 А;
- 250 А;
- 800 А;
- 3000 А.

Номинальное значение частоты электропитания  $f_{ном}$ :

- 50 Гц

Таблица 2

| Измеряемый показатель качества электрической энергии                           | Диапазон измерений  | Пределы допускаемой погрешности:<br>- абсолютной $\Delta$ ;<br>- относительной $\delta$ , %<br>- приведенной $\gamma$ , % | Модификация     |
|--|---------------------|---|-----------------|
| Среднеквадратическое значение фазного/междуфазного напряжения $U$ , В          | от 20 до 330        | $\pm 0,1$ ( $\gamma$ )  | все модификации |
| Установившееся отклонение напряжения $dU_{\gamma}$ , %                         | от минус 20 до 20   | $\pm 0,2$ ( $\Delta$ )  | все модификации |
| Положительное отклонение напряжения $dU_{+}$ , %                               | от 0 до 50          | $\pm 0,01$ ( $\Delta$ )   | все модификации |
| Отрицательное отклонение напряжения $dU_{-}$ , %                               | от 0 до 90          | $\pm 0,01$ ( $\Delta$ )   | все модификации |
| Частота переменного тока $f$ , Гц  | от 42,5 до 57,5     | $\pm 0,01$ ( $\Delta$ )   | все модификации |
| Отклонение частоты $\Delta f$ , Гц   | от минус 7,5 до 7,5 | $\pm 0,01$ ( $\Delta$ )   | все модификации |
| Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности $K_{2U}$ , % | от 0 до 25          | $\pm 0,15$ ( $\Delta$ )   | все модификации |
| Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности $K_{0U}$ , %  | от 0 до 25          | $\pm 0,15$ ( $\Delta$ )   | все модификации |

| Измеряемый показатель качества электрической энергии  | Диапазон измерений   | Пределы допускаемой погрешности:<br>- абсолютной $\Delta$ ;<br>- относительной $\delta$ , %<br>- приведенной $\gamma$ , % | Модификация   |
|---|--|---|---|
| Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения $K_U$ , %   | от 0 до 25   | $\pm 0,05$ ( $\Delta$ )<br>при $K_U < 1,0$ %  | все модификации   |
|   |  | $\pm 5$ ( $\delta$ )<br>при $K_U \geq 1,0$ %  | все модификации   |
| Коэффициент n-ой (n- от 2 до 50) гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$ , %   | от 0 до 25   | $\pm 0,05$ ( $\Delta$ )<br>при $K_{U(n)} < 1,0$ %   | все модификации   |
|   |  | $\pm 5$ ( $\delta$ )<br>при $K_{U(n)} \geq 1,0$ %   | все модификации   |
| Коэффициент m-ой (m- от 2 до 49) интергармонической составляющей напряжения $K_{Uig(m)}$ , %  | от 0 до 25   | $\pm 0,05$ ( $\Delta$ )<br>при $K_{Uig(m)} < 1,0$ %   | все модификации   |
|   |  | $\pm 5$ ( $\delta$ )<br>при $K_{Uig(m)} \geq 1,0$ %   | все модификации   |
| Угол фазового сдвига между основными гармоническими составляющими входных напряжений $\varphi_U$ , °  | от минус 180 до 180  | $\pm 1$ ( $\Delta$ )  | все модификации   |
| Кратковременная доза фликера $P_{st}$ , отн. ед.  | от 0,2 до 10   | $\pm 5$ ( $\delta$ )  | все модификации   |
| Длительная доза фликера $P_{lt}$ , отн. ед.   | от 0,2 до 10   | $\pm 5$ ( $\delta$ )  | все модификации   |
| Длительность провала напряжения $\Delta t_{п}$ , с  | от 0,01 до 60  | $\pm 0,01$ ( $\Delta$ )   | все модификации   |
| Глубина провала напряжения $dU_{пр}$ , %  | от 10 до 100   | $\pm 0,1$ ( $\Delta$ )  | все модификации   |
| Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{перU}$ , с  | от 0,01 до 60  | $\pm 0,01$ ( $\Delta$ )   | все модификации   |
| Остаточное напряжение $U_{res}$ , В   | от 10 до 200   | $\pm 0,1$ ( $\gamma$ )  | все модификации   |
| Длительность прерывания напряжения $\Delta t_{пр}$ , с  | от 0,01  | $\pm 0,01$ ( $\Delta$ )   | все модификации <sup>1)</sup>                                       |
| Среднеквадратическое значение силы переменного тока $I$ , А<br>- при $I_{ном} = 5$ А ( $I_{мин} = 0,01$ А)<br><br>- при $I_{ном} = 250$ А ( $I_{мин} = 10$ А)<br>- при $I_{ном} = 800$ А ( $I_{мин} = 50$ А)<br>- при $I_{ном} = 3000$ А ( $I_{мин} = 250$ А) | от $I_{мин}$ до $2 \cdot I_{ном}$<br><br>от $I_{мин}$ до $1,2 \cdot I_{ном}$ | $\pm 0,1$ ( $\gamma$ )  | «Прорыв-Т-А»<br>«Прорыв-Т-А Е»<br>«Прорыв-Т-А И»<br>«Прорыв-Т-А ЕИ» |
| Коэффициент искажения синусоидальности кривой тока (суммарный коэффициент гармонических составляющих тока) $K_I$ , %  | от 0 до 25   | $\pm 0,15$ ( $\Delta$ )<br>при $K_I < 3,0$ %  | «Прорыв-Т-А»<br>«Прорыв-Т-А Е»<br>«Прорыв-Т-А И»<br>«Прорыв-Т-А ЕИ» |
|   |  | $\pm 5$ ( $\delta$ )<br>при $K_I \geq 3,0$ %  |   |
| Коэффициент n-й (n- от 2 до 50) гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$ , %  | от 0 до 25   | $\pm 0,15$ ( $\Delta$ )<br>при $K_{I(n)} < 3,0$ %   | «Прорыв-Т-А»<br>«Прорыв-Т-А Е»<br>«Прорыв-Т-А И»<br>«Прорыв-Т-А ЕИ» |
|   |  | $\pm 5$ ( $\delta$ )<br>при $K_{I(n)} \geq 3,0$ %   |   |

| Измеряемый показатель качества электрической энергии  | Диапазон измерений  | Пределы допускаемой погрешности:<br>- абсолютной $\Delta$ ;<br>- относительной $\delta$ , %<br>- приведенной $\gamma$ , % | Модификация   |
|---|---|---|---|
| Коэффициент m-й (m- от 2 до 49) интергармонической составляющей тока $K_{Iig(m)}$ , %   | от 0 до 25  | $\pm 0,15 (\Delta)$<br>при $K_{Iig(m)} < 3,0$ %   | «Прорыв-Т-А»<br>«Прорыв-Т-А Е»<br>«Прорыв-Т-А И»                    |
|   |   | $\pm 5 (\delta)$<br>при $K_{Iig(m)} \geq 3,0$ %   | «Прорыв-Т-А ЕИ»   |
| Угол фазового сдвига между основными гармоническими составляющими входных токов $\varphi_I$ , °   | от минус 180 до 180   | $\pm 1 (\Delta)$  | «Прорыв-Т-А»<br>«Прорыв-Т-А Е»<br>«Прорыв-Т-А И»<br>«Прорыв-Т-А ЕИ» |
| Фазовый угол между составляющими тока и напряжения $\varphi_{UI}$ , °   | от минус 180 до 180   | $\pm 1 (\Delta)$  | «Прорыв-Т-А»<br>«Прорыв-Т-А Е»<br>«Прорыв-Т-А И»<br>«Прорыв-Т-А ЕИ» |
| Полная электрическая мощность в заданной полосе частот $S(f)$ , ВА:<br>- при $I_{НОМ} = 5$ А<br><br>- при $I_{НОМ} = 250$ А<br>- при $I_{НОМ} = 800$ А<br>- при $I_{НОМ} = 3000$ А      | от $(I_{мин} \cdot U)$<br>до $(2 \cdot I_{НОМ} \cdot U)$<br><br>от $(I_{мин} \cdot U)$<br>до<br>$(1,2 \cdot I_{НОМ} \cdot U)$ | $\pm 1,0 (\gamma)$  | «Прорыв-Т-А»<br>«Прорыв-Т-А Е»<br>«Прорыв-Т-А И»<br>«Прорыв-Т-А ЕИ» |
| Активная электрическая мощность в заданной полосе частот $P(f)$ , Вт:<br>- при $I_{НОМ} = 5$ А<br><br>- при $I_{НОМ} = 250$ А<br>- при $I_{НОМ} = 800$ А<br>- при $I_{НОМ} = 3000$ А    | от $(I_{мин} \cdot U)$<br>до $(2 \cdot I_{НОМ} \cdot U)$<br><br>от $(I_{мин} \cdot U)$<br>до<br>$(1,2 \cdot I_{НОМ} \cdot U)$ | $\pm 1,0 (\gamma)$  | «Прорыв-Т-А»<br>«Прорыв-Т-А Е»<br>«Прорыв-Т-А И»<br>«Прорыв-Т-А ЕИ» |
| Реактивная электрическая мощность в заданной полосе частот $Q(f)$ , вар:<br>- при $I_{НОМ} = 5$ А<br><br>- при $I_{НОМ} = 250$ А<br>- при $I_{НОМ} = 800$ А<br>- при $I_{НОМ} = 3000$ А | от $(I_{мин} \cdot U)$<br>до $(2 \cdot I_{НОМ} \cdot U)$<br><br>от $(I_{мин} \cdot U)$<br>до<br>$(1,2 \cdot I_{НОМ} \cdot U)$ | $\pm 1,0 (\gamma)$  | «Прорыв-Т-А»<br>«Прорыв-Т-А Е»<br>«Прорыв-Т-А И»<br>«Прорыв-Т-А ЕИ» |
| Информационные сигналы в электрической сети, % от $U_{НОМ}$   | от 0 до 15  | $\pm 0,1 (\gamma)$  | все модификации   |

<sup>1)</sup> При работе от источника бесперебойного питания ИБП-1.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений интервалов времени (хода часов) при отсутствии синхронизации с «Национальной шкалой координированного времени Российской Федерации UTC (SU)» составляют  $\pm 6 \cdot 10^{-6}$  ( $\pm 0,5$  с/сут).

Пределы допускаемой дополнительной температурной погрешности приборов при измерении параметров, приведенных в таблице 2 составляют 1/2 предела допускаемой основной погрешности на каждые 10 °С изменения температуры окружающей среды.

Пределы допускаемой дополнительной температурной погрешности измерений интервалов времени (хода часов) составляет  $\pm 6 \cdot 10^{-6}$  ( $\pm 0,5$  с/сут) на каждые  $10^\circ\text{C}$  изменения температуры окружающей среды.

Входное сопротивление по измерительным входам напряжения не менее 800 кОм.

Входное сопротивление по измерительным входам тока не более 2 МОм.

Электропитание приборов осуществляется напряжением переменного тока в диапазоне от 85 В до 265 В и частотой в диапазоне от 45 Гц до 55 Гц.

Средний срок службы прибора не менее 10 лет.

Приборы имеют наработку на отказ не менее 70000 часов.

Габаритные размеры не более:

- длина –  $(183 \pm 5)$  мм;
- ширина –  $(109 \pm 5)$  мм;
- высота –  $(35 \pm 5)$  мм.

Масса прибора  $(0,4 \pm 0,1)$  кг.

Нормальные условия применения:

- нормальное значение температуры окружающего воздуха плюс  $20^\circ\text{C}$ . Допускаемые отклонения от нормального значения  $\pm 5^\circ\text{C}$ ;
- нормальная область значений относительной влажности воздуха от 30 до 80 %;
- нормальная область значений атмосферного давления от 84 до 106 кПа;
- нормальное значение напряжения питающей сети переменного тока  $U_{\text{ном}} 220$  В.

Допускаемые отклонения от нормального значения  $\pm 2$  %;

- нормальное значение частоты питающей сети 50,0 Гц. Допускаемые отклонения от нормального значения  $\pm 2,3$  Гц.

- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения и тока не более 5 %;
- порядок следования фаз: А, В, С.

Рабочие условия применения:

- температура окружающего воздуха: от минус 40 до плюс  $55^\circ\text{C}$ ;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- относительная влажность воздуха, не более: 90 % при  $30^\circ\text{C}$ .

### Знак утверждения типа

наносится на заднюю панель корпуса приборов «Прорыв» в виде наклейки, на титульный лист формуляра и руководства по эксплуатации типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Комплектность приборов «Прорыв» приведена в таблице 3.

Таблица 3

| Наименование  | Обозначение              | Количество, шт. |
|---|--------------------------|-----------------|
| Прибор для измерения показателей качества электрической энергии | Прорыв                   | 1               |
| Кабель электропитания   | -                        | 1               |
| Кабель соединительный   | -                        | 4               |
| Зажим типа «крокодил»   | -                        | 4               |
| Внешняя активная антенна (GPS/ГЛОНАСС)                          | -                        | 1               |
| Клещи токоизмерительные <sup>1)</sup>                           | Fluke i800 <sup>2)</sup> | 4               |

| Наименование                | Обозначение   | Количество, шт. |
|-----------------------------|---------------|-----------------|
| Руководство по эксплуатации | КЭ.004.004 РЭ | 1               |
| Формуляр                    | КЭ.004.004 ФО | 1               |
| Программное обеспечение     | -             | 1               |
| Руководство пользователя    | -             | 1               |
| Методика поверки            | КЭ.004.004 МП | 1               |
| Упаковочная коробка         | -             | 1               |

<sup>1)</sup> Клещами токоизмерительными комплектуются только приборы модификаций «Прорыв-Т-А», «Прорыв-Т-А И», «Прорыв-Т-А Е» и «Прорыв-Т-А ЕИ».

<sup>2)</sup> Возможна комплектация приборов другими типами токоизмерительных клещей, тип и количество которых определяется при заказе.

## Поверка

осуществляется по документу КЭ.004.004 МП «Приборы для измерения показателей качества электрической энергии «Прорыв». Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМС» в июне 2014 года.

Основные средства поверки: калибратор электрической мощности Fluke 6100В (г.р. №51159-12); генератор сигналов специальной формы AFG-73051 (г.р. №53065-13); частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/3R (г.р. № 32869-06); трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5; диапазон измерения силы тока 5...5000 А/5 А, кл.т. 0,05; прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1К», (г.р. №29123-05).

## Сведения о методиках (методах) измерений

приводятся в руководстве по эксплуатации КЭ.004.004 РЭ.

## Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к приборам для измерения показателей качества электрической энергии «Прорыв»

1. ГОСТ 30804.4.30-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии».

2. ГОСТ 30804.4.7-2008 «Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемым к ним техническим средствам».

3. ГОСТ Р 51317.4.15-2012 «Совместимость технических средств электромагнитная. Фликерметр. Технические требования и методы испытаний».

4. ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

5. ГОСТ 32145-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

6. ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия».

7. ГОСТ 14014-91 «Приборы и преобразователи измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний».

8. ГОСТ Р 8.655-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений показателей качества электрической энергии. Общие технические требования».

9. ГОСТ Р 8.689-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений показателей качества электрической энергии. Методы испытаний».

10. ГОСТ 12.2.091-2002 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования».

11. ГОСТ Р 51522.1-2011 «Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования и методы испытаний».

12. ТУ 4222-003-12863479-2014 «Приборы для измерения показателей качества электрической энергии «Прорыв». Технические условия».

### **Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

- при выполнении работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям.

#### **Изготовитель**

ООО Научно-производственное предприятие «Прорыв» (ООО НПП «Прорыв»)

Адрес: 185035, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Андропова, 10

Тел.: (8142) 78 49 89

E-mail: [proryv@karelia.ru](mailto:proryv@karelia.ru)

<http://proryvnpp.ru>

#### **Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)

Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д.46

Тел./факс: (495)437-55-77 / 437-56-66;

E-mail: [office@vniims.ru](mailto:office@vniims.ru), [www.vniims.ru](http://www.vniims.ru)

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМС» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30004-13 от 26.07.2013 г.

Заместитель Руководителя Федерального  
агентства по техническому регулированию  
и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

«        »

2014 г.