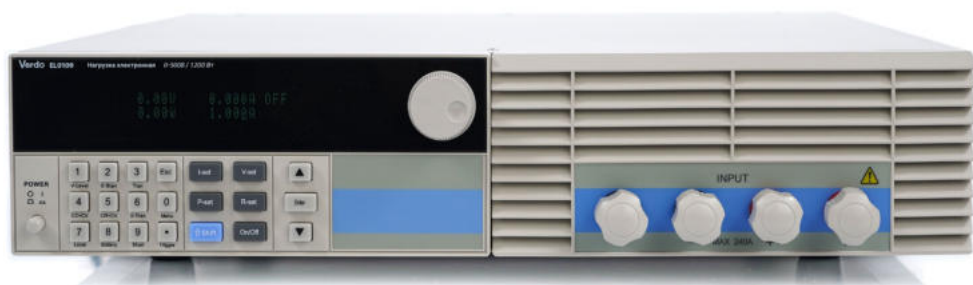


# Verdo ELOxxx

## Нагрузки электронные программируемые



Руководство пользователя



# Содержание

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| <b>1.Обзор</b>                                | 4  |
| 1.1.Функции                                   | 4  |
| <b>2.Технические характеристики</b>           | 6  |
| 2.1.Основные технические характеристики       | 6  |
| 2.2.Условия окружающей среды                  | 17 |
| <b>3.Ознакомление с прибором</b>              | 18 |
| 3.1.Самотестирование при включении питания    | 18 |
| 3.2.Действия при возникновении неисправностей | 19 |
| 3.3.Управление с передней панели              | 21 |
| 3.4.Стандартный дисплей                       | 23 |
| 3.5.Указания по использованию клавиатуры      | 23 |
| 3.6.Работа с меню                             | 24 |
| <b>4.Работа с панелью управления</b>          | 29 |
| 4.1.Основной режим работы                     | 29 |
| 4.2.Режим динамического тестирования          | 44 |
| 4.3.Управление входом                         | 55 |
| 4.4. Диапазон работы электронной нагрузки     | 55 |
| 4.5. Функции защиты                           | 57 |
| 4.6.Функция дистанционного измерения          | 59 |
| 4.7.Тестирование батареи                      | 62 |
| 4.8.Протокол связи                            | 64 |
| 4.9.Дистанционное управление                  | 84 |
| <b>5.Приложение</b>                           | 88 |
| 5.1.Приложение А: Методика проверки           | 88 |

Перед началом работ, пожалуйста, прочтите данное руководство по эксплуатации (далее - РЭ)! Оно содержит важные указания и данные, соблюдение которых обеспечит правильное функционирование прибора нагрузки электронные программируемые Verdo EL0100 (далее — электронные нагрузки) и обеспечит надежные результаты измерений.

Изготовитель оставляет за собой право вносить конструктивные изменения, связанные с улучшением технических и потребительских качеств, вследствие чего в РЭ возможны незначительные расхождения между текстом, эксплуатационной документацией и изделием, не влияющие на качество, работоспособность, надежность и долговечность прибора.

# 1. Обзор

Нагрузки электронные программируемые постоянного тока VERDO серии используют в своём составе высокопроизводительные микросхемы, обеспечивают высокую скорость и высокую точность (базовая скорость нарастания тока составляет 2,5 А/мкс). Серия электронных нагрузок VERDO имеет широкое применение в промышленности (тестирование аккумуляторов для сотовых телефонов, аккумуляторов электрических транспортных средств, импульсных источников питания, линейных источников питания и др.).

## 1.1. Функции

- Шесть высокоскоростных режимов работы: CC, CR, CV, CW, CC+CV, CR+CV.
- Защита от перегрузки по току, перенапряжению, перегрузке по мощности, перегреву и переполюсовке.
- Яркий двустрочный дисплей.
- Интеллектуальная система охлаждения автоматически активируется в зависимости от изменения температуры окружающей среды.
- Настройка времени плавного пуска, активация источника питания в соответствии с заданным значением напряжения.
- Тестирование аккумуляторных батареи и короткого замыкания.
- Возможность проведения динамических испытаний по переднему и заднему фронтам.
- Поддержка внешнего запуска.
- Выходная клемма внешнего терминала контроля осциллограммы тока.
- Поддержка дистанционной компенсации напряжения и хранения нескольких данных.

- Самотестирование при включении, программная калибровка и монтаж в стандартную стойку.
- Редактирование сигналов произвольной формы в функции списка.
- Режим для тестирования драйвера питания светодиода (не для всех моделей).
- Интерфейсы RS232/RS485/USB.

## 2. Технические характеристики

### 2.1. Основные технические характеристики

Основные технические характеристики показаны в таблицах ниже.

Таблица 2.1 - Идентификационные данные встроенного ПО

| Идентификационные данные                           | Значение |
|----------------------------------------------------|----------|
| Идентификационное наименование ПО                  | -        |
| Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже | V3.5     |
| Цифровой идентификатор ПО                          | -        |

Таблица 2.2 - Метрологические характеристики в режиме воспроизведений напряжения и силы постоянного тока, электрической мощности постоянного тока

| Модификация  | Диапазон воспроизведений напряжения постоянного тока, В | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока, мВ | Диапазон воспроизведений силы постоянного тока, А | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведений силы постоянного тока, мА | Диапазон воспроизведений электрической мощности постоянного тока, Вт | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведений электрической мощности постоянного тока, мВт |
|--------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VERDO EL0101 | от 0,1 до 150,0                                         | $\pm(0,0003 \cdot U_{\text{в}} + 30)$                                                      | от 0 до 30                                        | $\pm(0,0003 \cdot I_{\text{в}} + 15)$                                                | от 20 до 150                                                         | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{в}} + 150)$                                                                   |
| VERDO EL0102 | от 0,1 до 150,0                                         | $\pm(0,0003 \cdot U_{\text{в}} + 30)$                                                      | от 0 до 30                                        | $\pm(0,0003 \cdot I_{\text{в}} + 15)$                                                | от 30 до 300                                                         | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{в}} + 300)$                                                                   |
| VERDO EL0103 | от 0,1 до 500,0                                         | $\pm(0,0003 \cdot U_{\text{в}} + 100)$                                                     | от 0 до 15                                        | $\pm(0,0003 \cdot I_{\text{в}} + 7,5)$                                               | от 30 до 300                                                         | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{в}} + 300)$                                                                   |
| VERDO EL0104 | от 0,1 до 150,0                                         | $\pm(0,0003 \cdot U_{\text{в}} + 30)$                                                      | от 0 до 60                                        | $\pm(0,0003 \cdot I_{\text{в}} + 30)$                                                | от 30 до 300                                                         | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{в}} + 300)$                                                                   |
| VERDO EL0105 | от 0,1 до 500,0                                         | $\pm(0,0003 \cdot U_{\text{в}} + 100)$                                                     | от 0 до 30                                        | $\pm(0,0003 \cdot I_{\text{в}} + 15)$                                                | от 30 до 300                                                         | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{в}} + 300)$                                                                   |
| VERDO EL0106 | от 0,1 до 150,0                                         | $\pm(0,0003 \cdot U_{\text{в}} + 30)$                                                      | от 0 до 120                                       | $\pm(0,001 \cdot I_{\text{в}} + 60)$                                                 | от 60 до 600                                                         | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{в}} + 600)$                                                                   |
| VERDO EL0107 | от 0,1 до 500,0                                         | $\pm(0,0003 \cdot U_{\text{в}} + 250)$                                                     | от 0 до 30                                        | $\pm(0,0003 \cdot I_{\text{в}} + 15)$                                                | от 60 до 600                                                         | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{в}} + 600)$                                                                   |
| VERDO EL0108 | от 0,1 до 150,0                                         | $\pm(0,0003 \cdot U_{\text{в}} + 30)$                                                      | от 0 до 200                                       | $\pm(0,001 \cdot I_{\text{в}} + 120)$                                                | от 120 до 1200                                                       | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{в}} + 1200)$                                                                  |
|              |                                                         |                                                                                            | св. 200 до 240                                    | $\pm(0,004 \cdot I_{\text{в}} + 120)$                                                |                                                                      |                                                                                                         |
| VERDO EL0109 | от 0,1 до 500,0                                         | $\pm(0,0003 \cdot U_{\text{в}} + 250)$                                                     | от 0 до 60                                        | $\pm(0,0003 \cdot I_{\text{в}} + 30)$                                                | от 120 до 1200                                                       | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{в}} + 1200)$                                                                  |

|                 |                    |                               |                   |                               |                   |                               |
|-----------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| VERDO<br>EL0110 | от 0,1<br>до 150,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 30)$  | от 0 до<br>200    | $\pm(0,001 \cdot I_B + 120)$  | от 180 до<br>1800 | $\pm(0,001 \cdot P_B + 1800)$ |
|                 |                    |                               | св. 200<br>до 240 | $\pm(0,004 \cdot I_B + 120)$  |                   |                               |
| VERDO<br>EL0111 | от 0,1 до<br>500,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 250)$ | от 0 до<br>120    | $\pm(0,001 \cdot I_B + 60)$   | от 180 до<br>1800 | $\pm(0,001 \cdot P_B + 1800)$ |
| VERDO<br>EL0112 | от 0,1<br>до 150,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 30)$  | от 0<br>до 200    | $\pm(0,001 \cdot I_B + 120)$  | от 240<br>до 2400 | $\pm(0,001 \cdot P_B + 2400)$ |
|                 |                    |                               | св. 200<br>до 240 | $\pm(0,004 \cdot I_B + 120)$  |                   |                               |
| VERDO<br>EL0113 | от 0,1<br>до 500,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 250)$ | от 0<br>до 120    | $\pm(0,001 \cdot I_B + 60)$   | от 240<br>до 2400 | $\pm(0,001 \cdot P_B + 2400)$ |
| VERDO<br>EL0114 | от 0,1<br>до 150,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 30)$  | от 0<br>до 200    | $\pm(0,0015 \cdot I_B + 480)$ | от 300<br>до 3000 | $\pm(0,001 \cdot P_B + 3000)$ |
|                 |                    |                               | св. 200<br>до 480 | $\pm(0,003 \cdot I_B + 480)$  |                   |                               |
| VERDO<br>EL0115 | от 0,1<br>до 150,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 30)$  | от 0<br>до 200    | $\pm(0,001 \cdot I_B + 120)$  | от 360<br>до 3600 | $\pm(0,001 \cdot P_B + 3600)$ |
|                 |                    |                               | св. 200<br>до 240 | $\pm(0,004 \cdot I_B + 120)$  |                   |                               |
| VERDO<br>EL0116 | от 0,1<br>до 500,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 250)$ | от 0<br>до 120    | $\pm(0,001 \cdot I_B + 60)$   | от 360<br>до 3600 | $\pm(0,001 \cdot P_B + 3600)$ |
| VERDO<br>EL0117 | от 0,1<br>до 150,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 30)$  | от 0<br>до 200    | $\pm(0,0015 \cdot I_B + 480)$ | от 360<br>до 3600 | $\pm(0,001 \cdot P_B + 3600)$ |
|                 |                    |                               | св. 200<br>до 480 | $\pm(0,003 \cdot I_B + 480)$  |                   |                               |
| VERDO<br>EL0118 | от 0,1<br>до 150,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 30)$  | от 0 до<br>200    | $\pm(0,001 \cdot I_B + 120)$  | от 600<br>до 6000 | $\pm(0,001 \cdot P_B + 6000)$ |
|                 |                    |                               | св. 200<br>до 240 | $\pm(0,004 \cdot I_B + 120)$  |                   |                               |
| VERDO<br>EL0119 | от 0,1<br>до 500,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 250)$ | от 0<br>до 120    | $\pm(0,001 \cdot I_B + 60)$   | от 600<br>до 6000 | $\pm(0,001 \cdot P_B + 6000)$ |

|                 |                    |                               |                   |                               |                   |                               |
|-----------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| VERDO<br>ELO120 | от 0,1<br>до 500,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 100)$ | от 0<br>до 200    | $\pm(0,001 \cdot I_B + 120)$  | от 600<br>до 6000 | $\pm(0,001 \cdot P_B + 6000)$ |
|                 |                    |                               | св. 200<br>до 240 | $\pm(0,004 \cdot I_B + 120)$  |                   |                               |
| VERDO<br>ELO121 | от 0,1<br>до 600,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 75)$  | от 0<br>до 120    | $\pm(0,001 \cdot I_B + 96)$   | от 600<br>до 6000 | $\pm(0,001 \cdot P_B + 6000)$ |
| VERDO<br>ELO122 | от 0,1<br>до 150,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 30)$  | от 0<br>до 200    | $\pm(0,0015 \cdot I_B + 480)$ | от 600<br>до 6000 | $\pm(0,001 \cdot P_B + 6000)$ |
|                 |                    |                               | св. 200<br>до 480 | $\pm(0,003 \cdot I_B + 480)$  |                   |                               |
| VERDO<br>ELO201 | от 0,1 до<br>150,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 30)$  | от 0 до<br>30     | $\pm(0,0003 \cdot I_B + 15)$  | от 20 до<br>200   | $\pm(0,001 \cdot P_B + 200)$  |
| VERDO<br>ELO202 | от 0,1 до<br>150,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 30)$  | от 0 до<br>30     | $\pm(0,0003 \cdot I_B + 15)$  | от 30 до<br>300   | $\pm(0,001 \cdot P_B + 300)$  |
| VERDO<br>ELO203 | от 0,1 до<br>500,0 | $\pm(0,0003 \cdot U_B + 100)$ | от 0 до 15        | $\pm(0,0003 \cdot I_B + 7,5)$ | от 30 до<br>300   | $\pm(0,001 \cdot P_B + 300)$  |



**Примечание:**  $U_B$  – воспроизведенное значение напряжения постоянного тока, В;  
 $I_B$  – воспроизведенное значение силы постоянного тока, А;

Таблица 2.3 - Метрологические характеристики в режиме воспроизведений электрического сопротивления постоянному току

| Диапазон воспроизведений электрического сопротивления постоянному току, Ом | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведений электрического сопротивления постоянному току, Ом                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| от 100,000 до 999,99                                                       | Для модификаций:<br>VERDO EL0103,<br>VERDO EL0105,<br>VERDO EL0107,<br>VERDO EL0109,<br>VERDO EL0111,<br>VERDO EL0113,<br>VERDO EL0116,<br>VERDO EL0119,<br>VERDO EL0120,<br>VERDO EL0121,<br>VERDO EL0203 | Для модификаций:<br>VERDO EL0101,<br>VERDO EL0102,<br>VERDO EL0104,<br>VERDO EL0106,<br>VERDO EL0108,<br>VERDO EL0110,<br>VERDO EL0112,<br>VERDO EL0114,<br>VERDO EL0115,<br>VERDO EL0117,<br>VERDO EL0118,<br>VERDO EL0122,<br>VERDO EL0201,<br>VERDO EL0202 |
|                                                                            | $\pm(0,001 \cdot R_v + 10)$                                                                                                                                                                                | $\pm(0,002 \cdot R_v + 25)$                                                                                                                                                                                                                                   |



**Примечание:**  $R_v$  – значение электрического сопротивления, воспроизведенное нагрузкой, Ом. \* – диапазоны показаний: от 0,03 до 99,99 Ом; от 1000,00 до 9999,99 Ом.

Таблица 2.4 - Метрологические характеристики в режиме измерений напряжения и силы постоянного тока, электрической мощности постоянного тока

| Модификация  | Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, мВ | Диапазон измерений силы постоянного тока, А | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока, мА | Диапазон измерений электрической мощности постоянного тока, Вт | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений электрической мощности постоянного тока, мВт |
|--------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VERDO EL0101 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 \cdot U_{\text{изм}} + 45)$                                             | от 0 до 30                                  | $\pm(0,0003 \cdot I_{\text{изм}} + 24)$                                        | от 20 до 150                                                   | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{изм}} + 150)$                                                           |
| VERDO EL0102 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 \cdot U_{\text{изм}} + 45)$                                             | от 0 до 30                                  | $\pm(0,0003 \cdot I_{\text{изм}} + 24)$                                        | от 30 до 300                                                   | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{изм}} + 300)$                                                           |
| VERDO EL0103 | от 0,1 до 500,0                                   | $\pm(0,00015 \cdot U_{\text{изм}} + 250)$                                            | от 0 до 15                                  | $\pm(0,0003 \cdot I_{\text{изм}} + 12)$                                        | от 30 до 300                                                   | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{изм}} + 300)$                                                           |
| VERDO EL0104 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 \cdot U_{\text{изм}} + 45)$                                             | от 0 до 60                                  | $\pm(0,0003 \cdot I_{\text{изм}} + 48)$                                        | от 30 до 300                                                   | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{изм}} + 300)$                                                           |
| VERDO EL0105 | от 0,1 до 500,0                                   | $\pm(0,00015 \cdot U_{\text{изм}} + 250)$                                            | от 0 до 30                                  | $\pm(0,0003 \cdot I_{\text{изм}} + 24)$                                        | от 30 до 300                                                   | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{изм}} + 300)$                                                           |
| VERDO EL0106 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 \cdot U_{\text{изм}} + 45)$                                             | от 0 до 120                                 | $\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 96)$                                         | от 60 до 600                                                   | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{изм}} + 600)$                                                           |
| VERDO EL0107 | от 0,1 до 500,0                                   | $\pm(0,00015 \cdot U_{\text{изм}} + 250)$                                            | от 0 до 30                                  | $\pm(0,0003 \cdot I_{\text{изм}} + 24)$                                        | от 60 до 600                                                   | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{изм}} + 600)$                                                           |
| VERDO EL0108 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 \cdot U_{\text{изм}} + 45)$                                             | от 0 до 200                                 | $\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 120)$                                        | от 120 до 1200                                                 | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{изм}} + 1200)$                                                          |
|              |                                                   |                                                                                      | св. 200 до 240                              | $\pm(0,004 \cdot I_{\text{изм}} + 120)$                                        |                                                                |                                                                                                   |
| VERDO EL0109 | от 0,1 до 500,0                                   | $\pm(0,00015 \cdot U_{\text{изм}} + 250)$                                            | от 0 до 60                                  | $\pm(0,0003 \cdot I_{\text{изм}} + 48)$                                        | от 120 до 1200                                                 | $\pm(0,001 \cdot P_{\text{изм}} + 1200)$                                                          |

|                 |                    |                                    |                   |                                  |                   |                                   |
|-----------------|--------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| VERDO<br>ELO110 | от 0,1<br>до 150,0 | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 45)  | от 0<br>до 200    | $\pm(0,001 \cdot$<br>Изм + 120)  | от 180<br>до 1800 | $\pm(0,001 \cdot$<br>Ризм + 1800) |
|                 |                    |                                    | св. 200<br>до 240 | $\pm(0,004 \cdot$<br>Изм + 120)  |                   |                                   |
| VERDO<br>ELO111 | от 0,1<br>до 500,0 | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 250) | от 0<br>до 120    | $\pm(0,001 \cdot$<br>Изм + 96)   | от 600<br>до 6000 | $\pm(0,001 \cdot$<br>Ризм + 6000) |
| VERDO<br>ELO112 | от 0,1<br>до 150,0 | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 45)  | от 0<br>до 200    | $\pm(0,001 \cdot$<br>Изм + 120)  | от 240<br>до 2400 | $\pm(0,001 \cdot$<br>Ризм + 2400) |
|                 |                    |                                    | св. 200<br>до 240 | $\pm(0,004 \cdot$<br>Изм + 120)  |                   |                                   |
| VERDO<br>ELO113 | от 0,1<br>до 500,0 | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 250) | от 0<br>до 120    | $\pm(0,001 \cdot$<br>Изм + 96)   | от 240<br>до 2400 | $\pm(0,001 \cdot$<br>Ризм + 2400) |
| VERDO<br>ELO114 | от 0,1 до<br>150,0 | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 45)  | от 0<br>до 200    | $\pm(0,0015 \cdot$<br>Изм + 480) | от 300<br>до 3000 | $\pm(0,001 \cdot$<br>Ризм + 3000) |
|                 |                    |                                    | св. 200<br>до 480 | $\pm(0,003 \cdot$<br>Изм + 480)  |                   |                                   |
| VERDO<br>ELO115 | от 0,1<br>до 150,0 | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 45)  | от 0 до<br>200    | $\pm(0,001 \cdot$<br>Изм + 120)  | от 360<br>до 3600 | $\pm(0,001 \cdot$<br>Ризм + 3600) |
|                 |                    |                                    | св. 200<br>до 240 | $\pm(0,004 \cdot$<br>Изм + 120)  |                   |                                   |
| VERDO<br>ELO116 | от 0,1<br>до 500,0 | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 250) | от 0<br>до 120    | $\pm(0,001 \cdot$<br>Изм + 96)   | от 360<br>до 3600 | $\pm(0,001 \cdot$<br>Ризм + 3600) |
| VERDO<br>ELO117 | от 0,1<br>до 150,0 | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 45)  | от 0<br>до 200    | $\pm(0,0015 \cdot$<br>Изм + 480) | от 360<br>до 3600 | $\pm(0,001 \cdot$<br>Ризм + 3600) |
|                 |                    |                                    | св. 200<br>до 480 | $\pm(0,003 \cdot$<br>Изм + 480)  |                   |                                   |
| VERDO<br>ELO118 | от 0,1<br>до 150,0 | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 45)  | от 0<br>до 200    | $\pm(0,001 \cdot$<br>Изм + 120)  | от 600<br>до 6000 | $\pm(0,001 \cdot$<br>Ризм + 6000) |
|                 |                    |                                    | св. 200<br>до 240 | $\pm(0,004 \cdot$<br>Изм + 120)  |                   |                                   |
| VERDO<br>ELO119 | от 0,1 до<br>500,0 | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 250) | от 0<br>до 120    | $\pm(0,001 \cdot$<br>Изм + 96)   | от 600<br>до 6000 | $\pm(0,001 \cdot$<br>Ризм + 6000) |
| VERDO<br>ELO120 | от 0,1 до<br>500,0 | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 250) | от 0<br>до 200    | $\pm(0,001 \cdot$<br>Изм + 120)  | от 600<br>до 6000 | $\pm(0,001 \cdot$ Ризм +<br>6000) |
|                 |                    |                                    | св. 200<br>до 240 | $\pm(0,004 \cdot$<br>Изм + 120)  |                   |                                   |
| VERDO<br>ELO121 | от 0,1 до<br>600,0 | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 75)  | от 0<br>до 120    | $\pm(0,0005$<br>Изм + 192)       | от 600<br>до 6000 | $\pm(0,001 \cdot$<br>Ризм + 6000) |

|                 |                      |                                    |                   |                                   |                   |                                   |
|-----------------|----------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| VERDO<br>EL0122 | от 0,1 /<br>до 150,0 | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 45)  | от 0<br>до 200    | $\pm(0,0015 \cdot$<br>лизм + 480) | от 600<br>до 6000 | $\pm(0,002 \cdot$<br>Ризм + 9000) |
|                 |                      |                                    | св. 200<br>до 480 | $\pm(0,003 \cdot$<br>лизм + 480)  |                   |                                   |
| VERDO<br>EL0201 | от 0,1<br>до 150,0   | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 45)  | от 0<br>до 30     | $\pm(0,0003 \cdot$<br>лизм + 24)  | от 20<br>до 200   | $\pm(0,001 \cdot$<br>Ризм + 200)  |
| VERDO<br>EL0202 | от 0,1<br>до 150,0   | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 45)  | от 0<br>до 30     | $\pm(0,0003 \cdot$<br>лизм + 24)  | от 30<br>до 300   | $\pm(0,001 \cdot$<br>Ризм + 300)  |
| VERDO<br>EL0203 | от 0,1<br>до 500,0   | $\pm(0,00015 \cdot$<br>Уизм + 250) | от 0<br>до 15     | $\pm(0,0003 \cdot$<br>лизм + 12)  | от 30<br>до 300   | $\pm(0,001 \cdot$<br>Ризм + 300)  |

 **Примечание:** Уизм – измеренное значение напряжения постоянного тока, В;  
лизм – измеренное значение силы постоянного тока, А;  
Ризм – измеренное значение электрической мощности постоянного тока, Вт

Таблица 2.5 - Технические характеристики

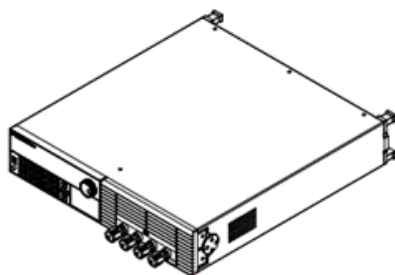
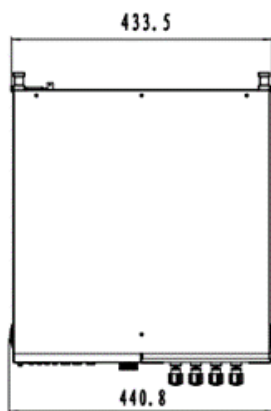
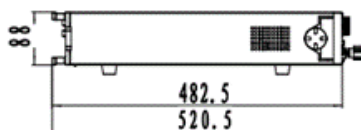
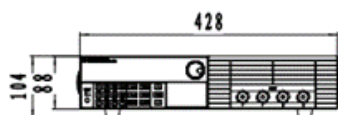
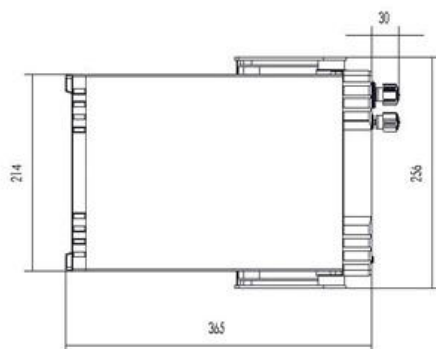
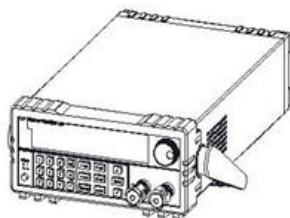
| Наименование характеристики                                                                        | Значение        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Параметры электрического питания:                                                                  |                 |
| номинальное напряжение переменного тока, В<br>номинальная частота переменного тока, Гц             | 220<br>50       |
| для модификаций VERDO EL0106, VERDO EL0107, VERDO EL0108, VERDO EL0109                             | 214×108×365     |
| для модификаций VERDO EL0106, VERDO EL0107, VERDO EL0108, VERDO EL0109                             | 428×103,5×453,5 |
| для модификаций VERDO EL0110, VERDO EL0111, VERDO EL0112, VERDO EL0113, VERDO EL0114               | 207×428×453,5   |
| для модификаций VERDO EL0115, VERDO EL0116, VERDO EL0117, VERDO EL0118, VERDO EL0119, VERDO EL0120 | 489,5×357×538,5 |
| для модификаций VERDO EL0121, VERDO EL0122                                                         | 408×428×453,5   |
| Масса, кг, не более:                                                                               |                 |
| для модификаций VERDO EL0101, VERDO EL0102, VERDO EL0103, VERDO EL0104, VERDO EL0105               | 3,5             |
| для модификаций VERDO EL0106, VERDO EL0107, VERDO EL0108, VERDO EL0109                             | 17,6            |
| для модификаций VERDO EL0110, VERDO EL0111, VERDO EL0112, VERDO EL0113, VERDO EL0114               | 31,6            |

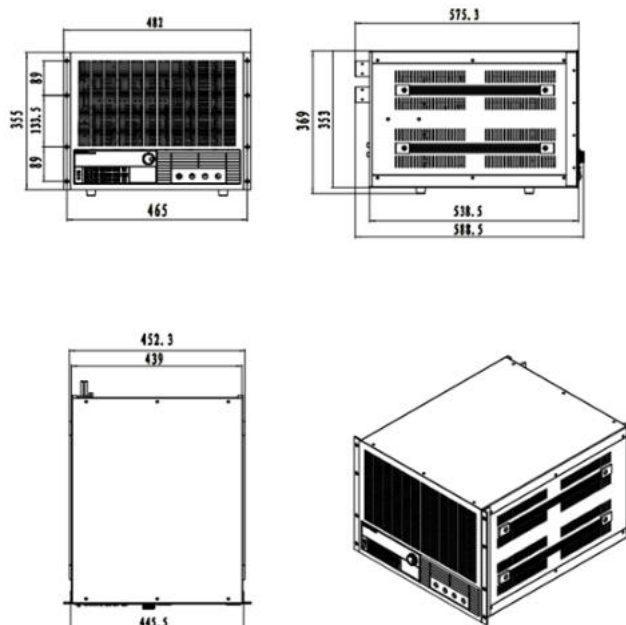
|                                                                                                                                |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| для модификаций VERDO EL0115, VERDO EL0116, VERDO EL0117, VERDO EL0118, VERDO EL0119, VERDO EL0120, VERDO EL0121, VERDO EL0122 | 70               |
| для модификаций VERDO EL0201, VERDO EL0202, VERDO EL0203                                                                       | 2,8              |
| Условия эксплуатации:                                                                                                          |                  |
| температура окружающей среды, °C                                                                                               | от 0 до +40      |
| относительная влажность при температуре +25 °C, %                                                                              | до 90            |
| атмосферное давление, кПа                                                                                                      | от 84,0 до 106,0 |

Таблица 2.6 - Показатели надежности

| Наименование характеристики   | Значение |
|-------------------------------|----------|
| Средний срок службы, лет      | 8        |
| Средняя наработка на отказ, ч | 15000    |

Габаритные размеры указаны электронных нагрузок указаны на чертежах ниже. Модели VERDO EL0101, VERDO EL0102, VERDO EL0103, VERDO EL0104, VERDO EL0105, VERDO EL0201, VERDO EL0202, VERDO EL0203 снабжены рукояткой для переноски. При желании её можно демонтировать.





## 2.2. Условия окружающей среды

Таблица 2.7 - Условия эксплуатации

| Параметр                                                                                                           | Значение                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Напряжение сети переменного тока                                                                                   | 220 В, 50 Гц                             |
| Условия эксплуатации:                                                                                              |                                          |
| температура окружающей среды, °C<br>относительная влажность при температуре +25 °C, %<br>атмосферное давление, кПа | от 0 до +40<br>до 90<br>от 84,0 до 106,0 |
| Температура хранения                                                                                               | -20 °C – 70 °C                           |

## 3. Ознакомление с прибором

### 3.1. Самотестирование при включении питания

Убедитесь, что электронная нагрузка пришла в полной комплектации.

Комплект поставки:

- Нагрузка электронная программируемая VERDO – 1 шт.
- Кабель питания – 1 шт.
- Руководство по эксплуатации – 1 шт.

Проверьте правильность подключения электронной нагрузки.

Таблица 3.1

| Процедура                                                   | Надпись на дисплее                     | Описание                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Включите электронную нагрузку                            | SYSTEM SELF TEST<br>Vxxx               | Электронная нагрузка включается, и на панели отображается номер версии прошивки.                               |
| 2. Подождите 1 секунду после включения                      | EPROM ERROR                            | Повреждение EEPROM или потеря данных во время последнего сеанса отключения питания.                            |
|                                                             | ERROR CAL. DATA                        | Потеря данных EEPROM                                                                                           |
| 3. Подождите еще 2 секунды после того, как произошла ошибка | xxxxxxxV xxxxxxxA<br>xxxxxxxW xxxxxxxX | Отображает фактические значения входного напряжения и тока, а также фактические значения мощности и настройки. |

### 3.2. Действия при возникновении неисправностей

Если электронная нагрузка постоянного тока не включается, определить проблему помогут следующие действия по устранению неполадок.

1. Убедитесь, что кабель питания подключен правильно, а выключатель питания переведен в положение ON (ВКЛ).
2. Проверьте настройку напряжения питания на задней панели. Есть два напряжения, которые могут питать нагрузку постоянного тока: 110 В или 220 В. Убедитесь, что правильная настройка напряжения была выбрана вручную для вашего региона.
3. Проверьте предохранитель нагрузки постоянного тока. Если электронная нагрузка не работает во время работы при включении питания, следующий тест поможет вам решить проблемы, с которыми вы можете столкнуться.

Если предохранитель перегорел, замените другой предохранитель со следующими характеристиками.

Таблица 3.2

| Модель                                                                                                         | Технические характеристики предохранителей (110 В переменного тока) | Технические характеристики предохранителей (220 В переменного тока) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| VERDO EL0101, VERDO EL0102, VERDO EL0103, VERDO EL0104, VERDO EL0105, VERDO EL0201, VERDO EL0202, VERDO EL0203 | T0,5A 250 В                                                         | T0,3 А 250 В                                                        |
| VERDO EL0106, VERDO EL0107, VERDO EL0108, VERDO EL0109                                                         | T1.25A 250В                                                         | T2,5 А 250 В                                                        |

|                                                                      |              |             |
|----------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|
| VERDO EL0110, VERDO EL0111, VERDO EL0112, VERDO EL0113, VERDO EL0114 | T2,5 A 250 B | T1.25A 250B |
| VERDO EL0115, VERDO EL0116, VERDO EL0117, VERDO EL0118, VERDO EL0119 | T2,5 A 250 B | T1.25A 250B |
| VERDO EL0120, VERDO EL0121, VERDO EL0122                             | T2,5 A 250 B | T1.25A 250B |

#### 4. Замените предохранитель

Откройте пластиковую крышку на задней панели электронной нагрузки постоянного тока плоской отверткой. (См. Рис. 3.1) и найдите предохранитель. Затем замените неисправный предохранитель на новый



Рисунок 3.1 - Расположение предохранителя

### 3.3. Управление с передней панели

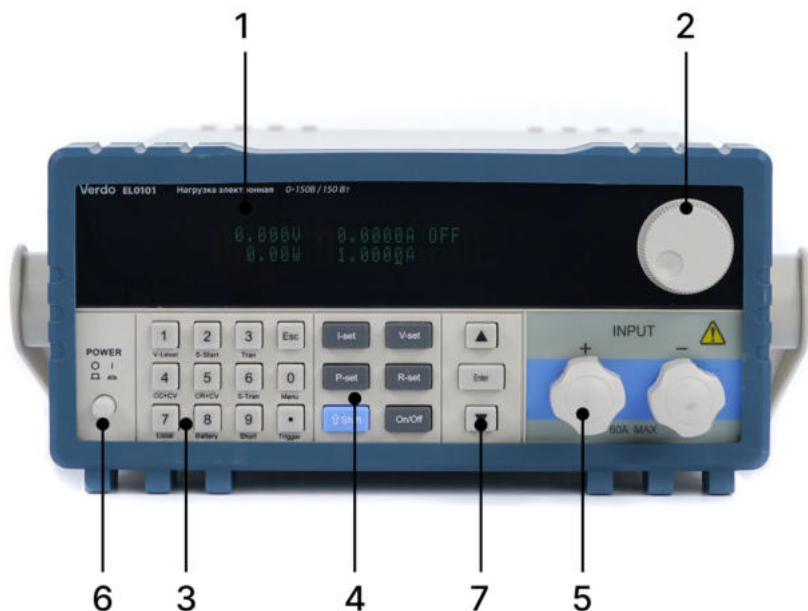


Рисунок 3.2 - Передняя панель

1. Экран
2. Рукоятка настроек
3. Цифровая клавиатура 0-9, клавиша ESC, клавиша дополнительных функций
4. Кнопка настройки режимов тока, напряжения, мощности, сопротивления (I-set, V-set, P-set, R-set, Shift и On/Off), прокрутка меню и опций
5. Входные клеммы
6. Выключатель питания прибора
7. Клавиши вверх-вниз, клавиша Enter
8. Органы управления на передней панели аналогичная для всех электронных нагрузок.

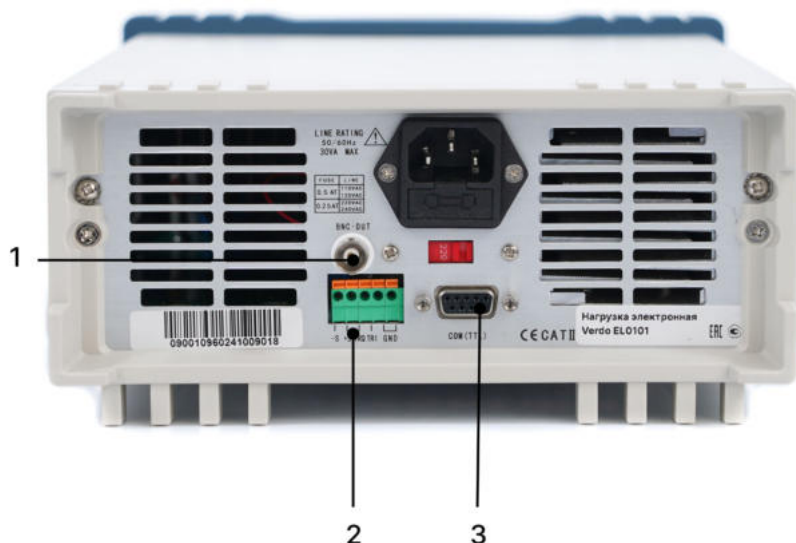


Рисунок 3.3. - Задняя панель

1. Выходной разъём BNC для измерения полного диапазона тока, что соответствует выходу 0-10 В (в данный разъём можно подключить осциллограф для просмотра динамических сигналов).
2. Контакты дистанционных измерителей и триггер для входного/выходного интерфейса.
3. 9-контактный разъём D-sub многофункциональный коммуникационный интерфейс для последовательных шин RS232, RS485 и USB (с дополнительным кабелем преобразования M133 D Sub 9 в USB).  
Не подключайте кабель M131 со стандартным напряжением RS-232 к другим разъёмам. Это может привести к повреждению прибора и не покрывается гарантией.

### 3.4. Стандартный дисплей

Стандартный дисплей прибора приведен ниже.



Рисунок 3.4 - Стандартный дисплей

### 3.5. Указания по использованию клавиатуры

Таблица 3.3 - Описание клавиш

| Клавиша | Описание                                                          |
|---------|-------------------------------------------------------------------|
| 1 - 9   | T0,5A 250 В                                                       |
| Esc     | Клавиша Esc (позволяет выйти из любого рабочего состояния/режима) |
| I-Set   | Переключение в режим CC<br>Настройка постоянного тока             |
| V-Set   | Переключение в режим CV<br>Настройка постоянного напряжения       |
| P-Set   | Переключение в режим CR<br>Настройка постоянного сопротивления    |
| R-Set   | Переключение в режим CR<br>Настройка постоянного сопротивления    |

|        |                                                                                                                                                                            |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Shift  | Многоцелевая клавиша<br>Используется в сочетании с другими клавишами для выполнения различных функций и приложений (например: shift+0/клавиша Menu запускает функцию меню) |
| On/Off | Включение/выключение электронной нагрузки постоянного тока                                                                                                                 |
| ▲      | Прокрутка вверх пунктов меню                                                                                                                                               |
| ▼      | Варианты меню прокрутки вниз                                                                                                                                               |
| Enter  | Клавиша подтверждения настроек                                                                                                                                             |

### 3.6. Работа с меню

Нажмите клавиши **Shift+Menu** для доступа к функции меню, и на экране отобразятся пункты меню. Выберите пункты меню, нажав клавиши ▲ и ▼ или вращая ручку, а затем нажмите клавишу **Enter**, чтобы войти в нужный пункт меню. Также можете нажать клавишу **Esc**, чтобы вернуться к последнему меню. Описание работы с меню прибора показано в таблице ниже.

Таблица 3.4

| MENU   |              |                                                                                                                                                                                  |
|--------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CONFIG |              |                                                                                                                                                                                  |
|        | INPUT RECALL | Сбрасывает настройки нагрузки в то же состояние, в котором использовалась последний раз при выключении; или в выключенном состоянии, когда электронная нагрузка снова включается |
|        | ON           | Сохраняет те же настройки при выключении электронной нагрузки постоянного тока                                                                                                   |

|  |               |                                                                                                               |
|--|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | OFF           | Переводит выходной сигнал в состояние выключено, когда нагрузка включена. Нагрузка будет работать в режиме СС |
|  | KEY SOUND SET | Настройка звуков клавиатуры                                                                                   |
|  | ON            | Озвучивание клавиш                                                                                            |
|  | OFF           | Отключение озвучивания клавиш                                                                                 |
|  | CONNECT MODE  | Режим подключения                                                                                             |
|  | MAXTIDLEXING  | Мультирежим                                                                                                   |
|  | SEPARATE      | Одиночный режим                                                                                               |
|  | BAUDRATE SET  | Установка скорости передачи данных                                                                            |
|  | 2400          |                                                                                                               |
|  | 9600          |                                                                                                               |
|  | 14400         |                                                                                                               |
|  | 28800         |                                                                                                               |
|  | 57600         |                                                                                                               |
|  | 115200        |                                                                                                               |
|  | COMM.PARITY   | Настройка режима чётности                                                                                     |
|  | NONE          | Нет                                                                                                           |
|  | EVEN          | Чётный                                                                                                        |
|  | ODD           | Нечётный                                                                                                      |
|  | ADDRESS SET   | Установка адреса                                                                                              |
|  | 1~200         | Адрес – число в диапазоне 1-200.                                                                              |

|                   |                 |                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | KEY LOCK SET    | Установка пароля для разблокировки клавиатуры (когда установлено значение 0 или pull, пароль не устанавливается)                                                                                  |
|                   | EXIT            | Выход                                                                                                                                                                                             |
| <b>SYSTEM SET</b> |                 |                                                                                                                                                                                                   |
|                   | MAX CURRENT SET | Установка максимального тока. 3 А, нагрузка находится в высоком диапазоне тока. В противном случае она находится в низком диапазоне тока.                                                         |
|                   | MAX VOLTAGE SET | Установка максимального напряжения. Если максимальное установленное напряжение выше 20В, нагрузка находится в высоком диапазоне напряжения. В противном случае, она находится в низком диапазоне. |
|                   | MAX POWER SET   | Установка максимальной мощности.                                                                                                                                                                  |
|                   | TERMINAL SEL    | Выбор входной клеммы                                                                                                                                                                              |
|                   | FRONT           | Выбор входной клеммы на передней панели                                                                                                                                                           |
|                   | BACK            | Выбор входной клеммы на задней панели                                                                                                                                                             |
|                   | EXIT            | Выход                                                                                                                                                                                             |
| <b>LIST</b>       |                 |                                                                                                                                                                                                   |
|                   | LOAD LIST       | Выбор списка 1-8                                                                                                                                                                                  |
|                   | EDIT LIST       | Редактировать список                                                                                                                                                                              |
|                   | MINIMUM TIME    | Редактировать минимальное время (0,02-1310,7 мс)                                                                                                                                                  |
|                   | LIST MODE       | Режим вывода списка                                                                                                                                                                               |
|                   | CONTINUOUS      | Непрерывный режим                                                                                                                                                                                 |
|                   | END HOLD        | Сохранение последнего уровня выходного напряжения после успешного завершения всей последовательности измерений                                                                                    |

|                  |                |                                                                                 |
|------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                  | END RESET      | Сохраняйте отключенное состояние загрузки после успешного выполнения всех шагов |
|                  | STEP LENGTH    | Длина шага (1 - 200)                                                            |
|                  | STEP n         | 1 – вся длина шага                                                              |
|                  | CURRENT        | Установка тока                                                                  |
|                  | TIME           | Длительность                                                                    |
|                  | EXIT           | Выход                                                                           |
| <b>AUTO TEST</b> |                |                                                                                 |
|                  | LOAD AUTO TEST | Выбор файлов автоматического тестирования 1 - 8                                 |
|                  | EDIT AUTO TEST | Редактирование файлов автоматических тестов                                     |
|                  | STEP LENGTH    | Установка длины шага                                                            |
|                  | STEP n         | Шаг n                                                                           |
|                  | WORK MODE      | Рабочий режим                                                                   |
|                  | LOAD OFF MODE  | Нагрузка выключена                                                              |
|                  | CC MODE        | Режим стабилизации выходного тока                                               |
|                  | CV MODE        | Режим стабилизации напряжения                                                   |
|                  | CP MODE        | Режим стабилизации мощности                                                     |
|                  | CR MODE        | Режим стабилизации сопротивления                                                |
|                  | SHORT MODE     | Режим короткого замыкания                                                       |
|                  | TEST MODE      | Тестовый режим                                                                  |
|                  | TEST CURRENT   | Испытательный ток                                                               |
|                  | TEST VOLTAGE   | Испытательное напряжение                                                        |
|                  | TEST POWER     | Тестовая мощность                                                               |

|             |                 |                                                          |
|-------------|-----------------|----------------------------------------------------------|
|             | TEST RESI       | Испытательное сопротивление                              |
|             | DELAY TIME      | Установка времени задержки (0.2 – 25,5 с)                |
|             | INPUT xxxx      | Введите желаемые параметры, например: режим CC, 1A       |
|             | MINIMUM xxxx    | Введите минимальный нижний предел                        |
|             | MAXIMUM xxxx    | Введите максимальный верхний предел                      |
|             | SETUP AUTO TEST | НАСТРОЙКА АВТОТЕСТА                                      |
|             | TRIGGER         | Выбор выходного сигнала триггера                         |
|             | WHEN PASS       | Срабатывание один раз при прохождении теста              |
|             | WHEN FAIL       | Однократное срабатывание при неудачном прохождении теста |
|             | WHEN TEST END   | Вывод триггера инициируется по окончании теста           |
|             | DISABLE         | Отключение вывода триггера                               |
|             | OUTPUT          | Выбор выходных электрических характеристик               |
|             | PULSE           | Импульсный выход                                         |
|             | LEVEL           | Уровень выходного напряжения                             |
|             | EXIT            | Выход                                                    |
| <b>EXIT</b> |                 | <b>Выход</b>                                             |

## 4. Работа с панелью управления

### 4.1. Основной режим работы

Для электронных нагрузок предусмотрено шесть режимов работы:

1. Режим стабилизации выходного тока (CC)
2. Режим стабилизации выходного напряжения (CV)
3. Режим постоянного сопротивления (CR)
4. Режим постоянной мощности (CW)
5. Переключение постоянного тока в режим постоянного напряжения (CC+CV)
6. Переключение постоянного сопротивления в режим постоянного напряжения (CR+CV)

#### 4.1.1 Режим стабилизации выходного тока (CC).

В этом режиме электронная нагрузка постоянного тока будет синхронизироваться по току в соответствии с запрограммированным значением независимо от входного напряжения. Пожалуйста, обратитесь к диаграмме 4.1. Если максимальное значение тока испытуемого источника питания ниже установленного значения постоянного тока, электронная нагрузка может не перестроиться автоматически на эти уровни. Соответственно, постоянный ток и напряжение испытуемого источника питания нужно уменьшить.

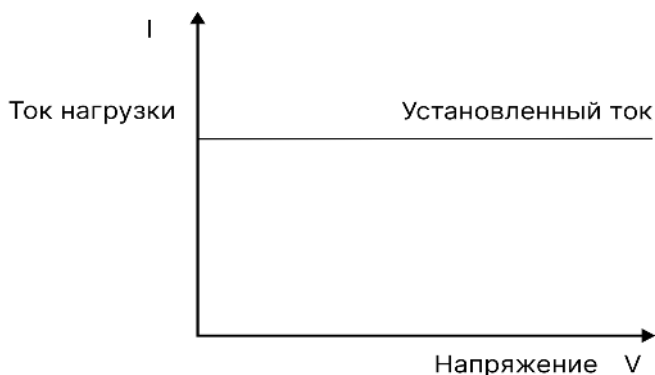


Рисунок 4.1 - Режим стабилизации выходного тока

#### 4.1.1.1. Настройка стандартного режима стабилизации постоянного тока

Нажмите клавишу I-SET, после чего на дисплее отобразится STANDARD CURR=xxxxxxxA, постоянное текущее значение. Нажмите цифровые клавиши и десятичную запятую, чтобы ввести желаемое текущее значение постоянного тока, а затем нажмите клавишу Enter для подтверждения настройки. Электронная нагрузка постоянного тока теперь будет находиться в стандартном режиме постоянного тока.

Если нагрузка находится в состоянии OFF, то в правом верхнем углу дисплея появится слово OFF. Нажмите клавишу On/Off, чтобы изменить входное состояние загрузки на состояние ON (ВКЛ). Теперь надписи CC или Unreg будут отображаться в правом верхнем углу дисплея. Отображение CC означает, что нагрузка была успешно настроена с ожидаемым значением постоянного тока; если отображается Unreg, нагрузка не может самостоятельно подстроиться под введенное значение постоянного тока. Пожалуйста, проверьте, правильно ли подключен и включен ли тестируемый источник питания. Также убедитесь, что желаемое значение постоянного тока находится в пределах диапазона тестируемого источника питания.

Если вы хотите точно настроить значение постоянного тока, поверните ручку энкодера, чтобы отрегулировать значение. Вращение по часовой стрелке увеличит значение, а вращение против часовой стрелки уменьшит значение.

Примечание: если значение постоянного тока, которое вы хотите установить, выходит за пределы максимального значения постоянного тока нагрузки постоянного тока, текущее значение перестанет увеличиваться, даже если вы продолжите вращать

ручку энкодера по часовой стрелке. На этом этапе в правом нижнем углу экрана будет отображаться установленное вами постоянное текущее значение. Если курсор подчеркивает одну конкретную цифру в этой числовой последовательности, эта цифра требует корректировки. Если необходимо внести изменения конкретной цифры, нажмите на ручку поворотного энкодера. При каждом нажатии на поворотный энкодер курсор будет перемещаться вперед к предыдущей цифре.

#### 4.1.1.2 Режим подключения и отключения нагрузки между двумя заданными пределами

Режим подключения и отключения нагрузки CC может защитить тестируемый блок питания от повреждений. Когда напряжение тестируемого источника питания начинает увеличиваться, нагрузка автоматически перестраивается в режим холостого хода, затем нагрузка настраивается на текущее значение установленного испытываемого устройства, когда напряжение испытываемого устройства увеличивается до уровня напряжения нагрузки ONSET. Когда напряжение тестируемого источника питания начинает снижаться до значения OFFSET, нагрузка снова автоматически перестраивается в состояние холостого хода. Если значение напряжения ONSET выше, чем напряжение разгрузки OFFSET, нагрузка может избежать повреждения тестируемого источника питания.

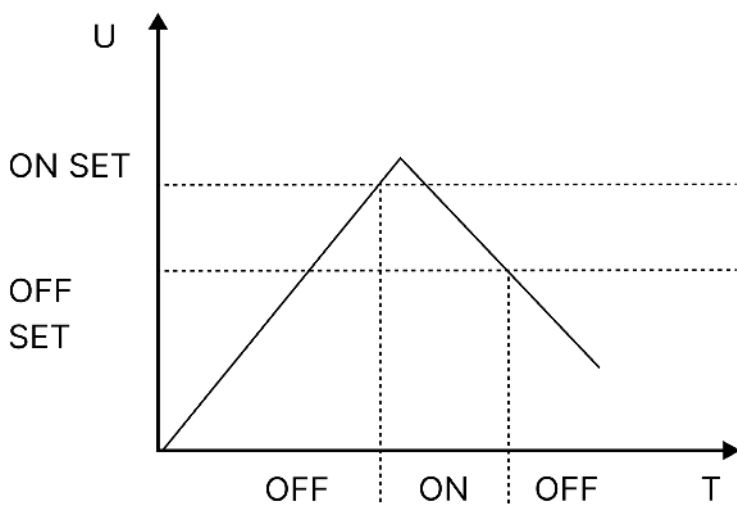


Рисунок 4.2 - Режим подключения и отключения нагрузки

В стандартном режиме стабилизации постоянного тока последовательное нажатие клавиш Shift+1(V\_Level) переводит электронную нагрузку постоянного тока в режим подключения и отключения нагрузки CC. Когда на дисплее отображается надпись ONSET VOLT=xxxxxxxV, указывающая на текущее напряжение нагрузки, используйте цифровые клавиши и десятичную запятую для ввода желаемого значения напряжения нагрузки, затем нажмите клавишу Enter для подтверждения настройки. Теперь на дисплее будет отображаться надпись OFFSET VOLT=xxxxxxxV, указывающая на текущий уровень напряжения разгрузки. Нажмите цифровые клавиши и клавишу с десятичной запятой, чтобы ввести желаемое значение напряжения разгрузки, а затем нажмите клавишу Enter для подтверждения настройки. Соответственно, электронная нагрузка постоянного тока автоматически перейдет в режим подключения и отключения нагрузки между двумя заданными пределами.

Если нагрузка выключена, то в правом верхнем углу экрана будет отображаться слово OFF. Нажмите клавишу - On/Off, чтобы изменить состояние ввода обратно на ON. Затем в правом верхнем углу дисплея появится слово CC\_UN или Unreg. CC\_UN означает, что нагрузка была успешно установлена на ожидаемое значение постоянного тока; Unreg означает, что нагрузка не смогла автоматически отрегулироваться на желаемое значение постоянного тока. Пожалуйста, убедитесь, что тестируемый источник питания правильно подключен и включен; убедитесь, что установленное напряжение в норме и выбранное значение постоянного тока находится в пределах диапазона UUT.

Последовательно нажимайте клавиши Shift+1(V\_Level), и электронная нагрузка постоянного тока вернется в стандартный режим постоянного тока.

#### **4.1.1.3 Режим плавного запуска при стабилизации выходного тока**

Режим плавного запуска CC позволяет электронной нагрузке постоянного тока функционировать как индуктивная нагрузка, имитируя значение индуктивности, которое прямо пропорционально времени нарастания плавного пуска. В этом режиме тестируемый блок питания может избежать повреждения при ударе током.

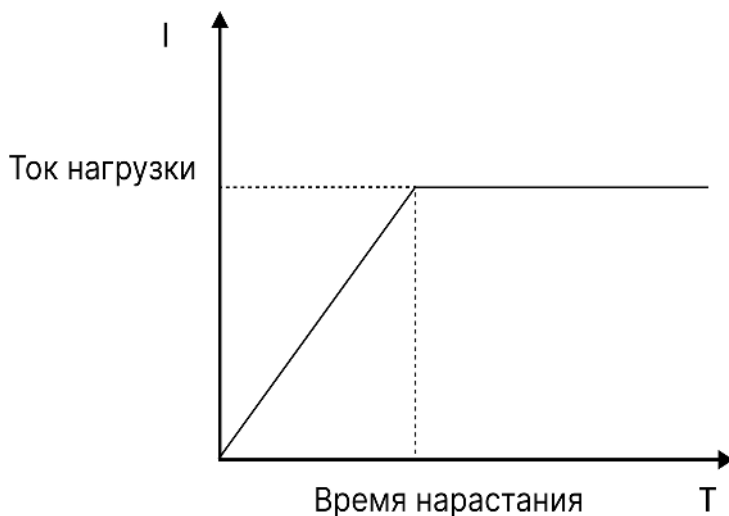


Рисунок 4.3 - Режим тока плавного запуска

В стандартном режиме СС последовательное нажатие клавиш Shift+2(S\_Start) переводит нагрузку в режим СС с плавным запуском. Когда на дисплее отображается значение Rising TM= xxxxxxxxvmS, указывающее текущее время нарастания, используйте цифровые клавиши и ключ десятичной запятой, чтобы ввести текущее желаемое время нарастания. Затем нажмите клавишу Enter для подтверждения настройки, и нагрузка перейдет в режим плавного запуска СС.

Если нагрузка выключена, то в правом верхнем углу дисплея будет отображаться слово OFF. Нажмите клавишу On/Off, чтобы изменить состояние ввода на ON(ВКЛ). Затем в правом верхнем углу дисплея будет отображаться слово CC\_S или Unreg. Отображение CC\_S означает, что нагрузка работает с желаемым значением СС; надпись Unreg на дисплее означает, что нагрузка не смогла самостоятельно подстроиться под нужное значение СС. Убедитесь, что тестируемый источник питания правильно подключен и включен; убедитесь, что выбранное значение - СС находится в пределах диапазона UUT. При последовательном нажатии клавиш Shift+2(S\_Start) режим работы вернется к стандартному режиму СС.



**Примечание:** время нарастания регулируется автоматически и устанавливается кратным 20 мкс.

## 4.1.1.4 Переключение режима постоянного тока в режим постоянного напряжения



Рисунок 4.4 - Переключение режима постоянного тока в режим постоянного напряжения

В стандартном режиме постоянного тока нажмите клавиши Shift+4 (CC+CV), чтобы войти в режим переключения постоянного тока на постоянное напряжение. Когда на дисплее отображается CC TO CV VOLT=xxxxxxxV, указывающее текущее значение постоянного напряжения, нажмите цифровые клавиши и клавишу с десятичной запятой, чтобы ввести желаемое значение постоянного напряжения, а затем нажмите клавишу Enter для подтверждения. Теперь нагрузка перейдет из режима постоянного тока в режим постоянного напряжения.

Если нагрузка выключена (OFF), то в правом верхнем углу дисплея будет отображаться слово OFF. Нажмите клавишу ON/OFF, чтобы изменить состояние ввода на ON(ВКЛ). В правом верхнем углу дисплея будет отображаться комбинация CC+CV или Unreg. Когда отображается CC+CV, электронная нагрузка постоянного тока была успешно установлена на желаемое значение CC; отображение Unreg означает, что нагрузка не смогла подстроиться под выбранное значение CC. Убедитесь, что тестируемый прибор правильно подключен и включен. Кроме того, убедитесь, что уровень напряжения в норме.

В режиме загрузки и разгрузки постоянного тока нажатие клавиш Shift+4 (CC+CV) вернет нагрузку в стандартный режим постоянного тока.

#### 4.1.2 Режим работы с постоянным сопротивлением (CR)

В этом режиме электронная нагрузка постоянного тока будет синхронизироваться с током, линейно пропорциональным входному напряжению, масштабированному в соответствии с запрограммированным сопротивлением. Пожалуйста, обратитесь к Рисунку 4.5.

**Примечание:** когда напряжение тестируемого устройства установлено слишком высоким, а сопротивление слишком низким, либо тестируемый блок будет потреблять избыточный ток и будет поврежден, либо электронная нагрузка постоянного тока не сможет автоматически отрегулировать на постоянное сопротивление, и нагрузка пострадает от повреждений из-за превышения тока.

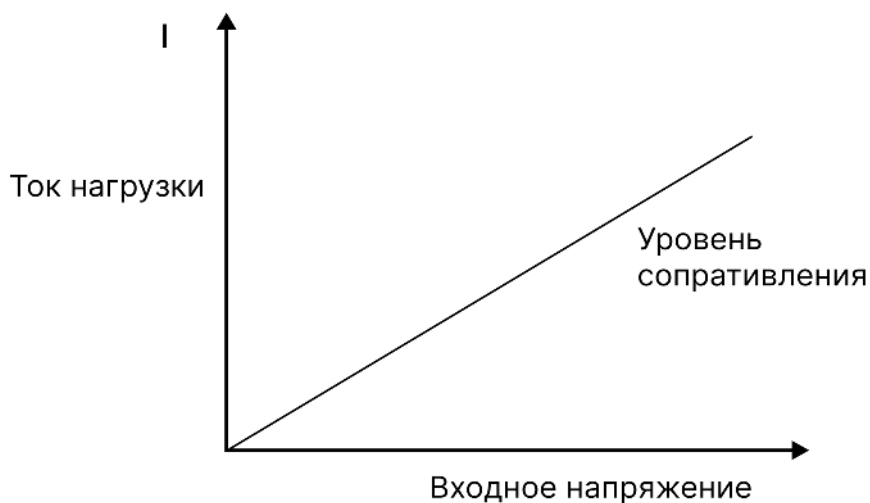


Рисунок 4.5 - Режим постоянного сопротивления

#### 4.1.2.1 Настройка стандартного режима постоянного сопротивления

При нажатии клавиши R-SET на дисплее отобразится надпись STANDARD RESI=xxxxxxxΩ, указывающая на текущее постоянное сопротивление. Чтобы перевести электронную нагрузку постоянного тока в стандартный режим постоянного сопротивления, нажмите цифровые клавиши и клавишу с десятичной запятой для выбора желаемых значений. После выбора значений нажмите клавишу Enter для подтверждения настройки.

Если нагрузка находится в режиме OFF, в правом верхнем углу дисплея будет отображаться слово OFF. Нажмите клавишу On/Off, чтобы изменить состояние ввода на On. Теперь в правом верхнем углу дисплея будет отображаться либо CR, либо Unreg. CR означает, что нагрузка была успешно установлена на ожидаемое постоянное значение сопротивления; надпись Unreg означает, что нагрузка не смогла отрегулироваться на желаемое постоянное значение сопротивления. Убедитесь, что тестируемый блок подключен правильно и включен; убедитесь, что выбранное значение сопротивления находится в пределах выходного тока тестируемого источника питания, чтобы он мог получить ожидаемое сопротивление для управления нагрузкой постоянного тока.

Если вам нужно отрегулировать значение постоянного сопротивления, поверните ручку энкодера, чтобы изменить значение. Вращение по часовой стрелке увеличивает значение, в то время как вращение против часовой стрелки уменьшает значение. Теперь в правом нижнем углу дисплея отображается установленное постоянное значение сопротивления, но если мигает курсор, это означает, что установленное число, нуждается в дальнейшей корректировке. Когда пользователи хотят отрегулировать или точно настроить точность, просто нажмите на ручку поворотного энкодера. При каждом щелчке энкодер поворачивается, курсор перемещается влево или вправо на экране.

#### 4.1.2.2 Режим подключения и отключения нагрузки с постоянным сопротивлением

В стандартном режиме постоянного сопротивления нажмите клавиши Shift+1(V\_Level), чтобы войти режим в подключения и отключения нагрузки с постоянным сопротивлением. Когда на дисплее отображается ONSET VOLT=xxxxxxxV, это указывает на текущее состояние напряжения нагрузки. Нажатие цифровых клавиш и клавиши с десятичной запятой приведет к вводу желаемого напряжения нагрузки. Нажатие клавиши Enter подтвердит настройку. Далее дисплей отобразит OFFSET VOLT=xxxxxxxV, указывая на необходимость установки смещенного напряжения. Нажатие цифровых клавиш и клавиши с десятичной запятой установит желаемое

напряжение смещения, теперь нажмите клавишу Enter, чтобы подтвердить настройку. Теперь электронная нагрузка постоянного тока будет находиться в подключения и отключения нагрузки с постоянным сопротивлением.

Если нагрузка выключена (OFF), то в правом верхнем углу дисплея будет отображаться значение OFF. Нажмите клавишу On/Off, чтобы изменить состояние ввода на ON (ВКЛ). Теперь в правом верхнем углу дисплея будет отображаться либо CR\_UN, либо Unreg. CR\_UN означает, что нагрузка была успешно установлена на желаемое значение постоянного сопротивления; Unreg означает, что нагрузка не может принять установленное значение постоянного сопротивления. Убедитесь, что тестируемый блок питания правильно подключен и включен; убедитесь, что напряжение в норме, а выходной ток тестируемого устройства находится в диапазоне, в котором может приводиться в действие электронная нагрузка постоянного тока.

Нажмите клавиши Shift+1(V\_Level), и электронная нагрузка постоянного тока перейдет в стандартный режим постоянного сопротивления.

#### 4.1.2.3 Переключение постоянного сопротивления в режим постоянного напряжения

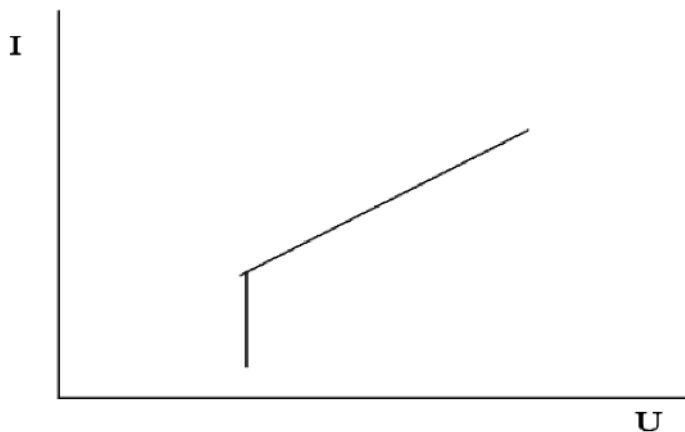


Рисунок 4.6 - Переход из режима постоянного сопротивления в режим постоянного напряжения

Переключаясь из режима постоянного сопротивления в режим постоянного напряжения, тестируемый блок питания может избежать повреждений.

В стандартном режиме постоянного тока нажмите клавиши Shift+5 (CR+CV),

чтобы войти в режим переключения постоянного тока в режим постоянного напряжения. Когда на дисплее отображается соотношение CR к CV VOLT=xxxxxxxV, он показывает текущее значение постоянного напряжения, которое установлено. Нажмите цифровые клавиши и клавишу с десятичной запятой, чтобы ввести желаемое постоянное значение напряжения, и нажмите клавишу Enter, чтобы подтвердить настройку. В этом режиме нагрузка будет переключаться с постоянного сопротивления на постоянное заданное напряжение.

Если нагрузка выключена (OFF), то в правом верхнем углу дисплея будет отображаться OFF. Нажмите клавишу On/Off, чтобы изменить состояние ввода на ВКЛ. Тогда в правом верхнем углу дисплея будет отображаться либо CR+CV, либо Unreg. CR+CV означает, что нагрузка была успешно установлена с выбранным значением постоянного сопротивления; Unreg означает, что нагрузка постоянного тока не может принять входное постоянное значение сопротивления. Пожалуйста, убедитесь, что тестируемый блок питания правильно подключен и включен; Убедитесь, что напряжение в норме.

Последовательное нажатие клавиш Shift+5 (CR+CV) вернет нагрузку постоянного тока в стандартный режим постоянного сопротивления.

### 4.1.3 Режим работы с постоянным напряжением (CV)

В этом режиме электронная нагрузка постоянного тока будет пытаться генерировать достаточный ток и синхронизироваться с напряжением источника испытуемого устройства с запрограммированным значением. Пожалуйста, обратитесь к Рисунок 4.7



**Примечание:** Если напряжение тестируемого источника питания меньше установленного значения напряжения или входной ток превышает максимальный ток, который может выдержать нагрузка постоянного тока, нагрузка не сможет синхронизироваться с установленным значением напряжения.

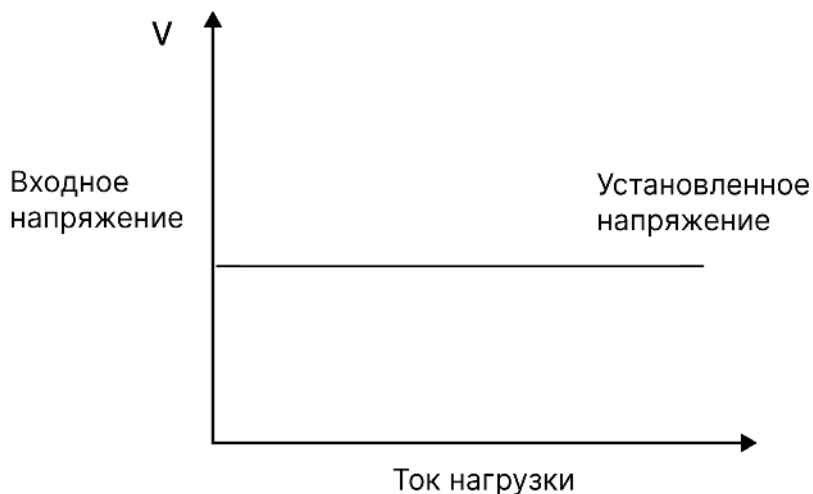


Рисунок 4.7 - Режим постоянного напряжения

#### 4.1.3.1 Настройка стандартного режима постоянного напряжения

Нажатие клавиши  $V$ -SET - отобразит `STANDARD VOLT=xxxxxxxV` с указанием текущего значения постоянного напряжения в поле настройки. Здесь введите желаемое постоянное значение напряжения, а затем нажмите Enter. Теперь нагрузка постоянного тока будет находиться в стандартном режиме постоянного напряжения.

Если нагрузка выключена (OFF), то в правом верхнем углу дисплея будет отображаться OFF. Нажмите клавишу On/Off, чтобы изменить состояние ввода на ON (ВКЛ). Теперь в правом верхнем углу дисплея будет отображаться либо CV, либо Unreg. CV означает, что нагрузка постоянного тока была успешно установлена с желаемым постоянным значением напряжения; Unreg означает, что нагрузка не может принять выбранное постоянное значение напряжения. Убедитесь, что драйвер - LED правильно подключен и включен; убедитесь, что напряжение светодиодного драйвера в норме и что его выходной ток не превышает максимального тока, который может принять электронная нагрузка постоянного тока.

Чтобы отрегулировать постоянное значение напряжения, поверните ручку энкодера в правом верхнем углу дисплея на передней панели, чтобы отрегулировать настройки значений. Вращение по часовой стрелке для увеличения значения и вращение против часовой стрелки уменьшает значение.



**Примечание:** если значение постоянного напряжения, которое вы хотите установить, выходит за пределы максимальной возможности постоянного напряжения нагрузки постоянного тока, текущее значение остановится на его верхнем конце и не увеличится, несмотря на продолжающееся вращение ручки энкодера. После выбора правильного значения в правом нижнем углу дисплея отображается установленное постоянное значение напряжения. Если под одной из цифр появится мигающий курсор, это потребует дополнительной настройки. Если пользователи хотят отрегулировать точность, нажатие на ручку энкодера приведет к изменению. При каждом нажатии на ручку энкодера курсор будет перемещаться на следующую цифровую позицию, влево или вправо.

#### 4.1.3.2 Режим подключения и отключения нагрузки при постоянном напряжении

С теорией работы на режиме нагрузки и разгрузки постоянного напряжения можно ознакомиться на Рисунке - 4.8

В стандартном режиме постоянного напряжения нажмите клавиши Shift+1(V\_Level), чтобы войти в режим постоянной нагрузки и разгрузки CV. Когда на дисплее отображается надпись ONSET VOLT=xxxxxxxV, указывающая на текущее напряжение нагрузки, нажмите цифровые клавиши и клавишу с десятичной запятой, чтобы ввести желаемое значение напряжения нагрузки, а затем нажмите клавишу Enter для подтверждения. Теперь на экране отображается надпись OFFSET VOLT=xxxxxxxV, указывающая текущее напряжение смещения. Нажмите цифровые клавиши и клавишу с десятичной запятой, чтобы ввести желаемое значение напряжения смещения, а затем нажмите клавишу Enter для подтверждения. Теперь электронная нагрузка постоянного тока перейдет в режим подключения и отключения нагрузки при постоянном напряжении.

Если нагрузка выключена (OFF), то в правом верхнем углу дисплея будет отображаться OFF. Нажмите клавишу On/Off, чтобы изменить состояние ввода на ON (ВКЛ). Тогда в правом верхнем углу дисплея будет отображаться либо CV\_UN, либо Unreg. CV\_UN означает, что нагрузка была успешно настроена с желаемым постоянным значением напряжения; Unreg означает, что нагрузка не может принять желаемое постоянное значение напряжения. Убедитесь, что тестируемый блок питания правильно подключен и включен. Также убедитесь, что установленное напряжение в норме и что максимальный выходной ток тестируемого устройства не превышает диапазон максимального тока, который может поглотить нагрузка постоянного тока.

Из режима загрузки и разгрузки постоянного напряжения нажмите клавиши Shift+1(V\_Level), и нагрузка вернется в стандартный режим постоянного напряжения.

#### 4.1.3.4 Режим постоянного напряжения плавного пуска

Режим постоянного напряжения плавного пуска позволяет электронной нагрузке постоянного тока работать как конденсационная нагрузка, имитируя электрическую мощность, которая прямо пропорциональна времени нарастания плавного пуска. В этом режиме тестируемый светодиодный драйвер позволит избежать повреждений от удара током.

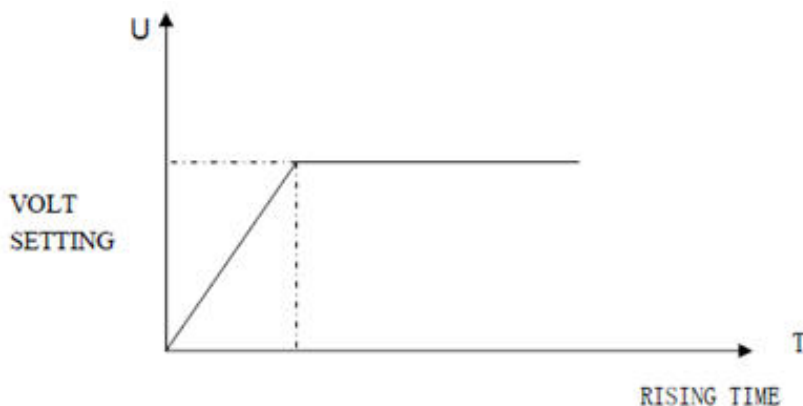


Рисунок 4.8 - Режим постоянного напряжения плавного пуска

При нажатии клавиш Shift+2 (S\_Start) в стандартном режиме постоянного напряжения нагрузка постоянного тока перейдет в режим плавного пуска постоянного напряжения. На дисплее будет отображаться RISING TM=xxxxxxxxvmS с указанием текущего установленного времени нарастания. Нажмите цифровые клавиши и клавишу с десятичной запятой, чтобы ввести желаемое время нарастания, а затем нажмите клавишу Enter, чтобы подтвердить настройку. Теперь нагрузка постоянного тока будет находиться в режиме плавного пуска постоянного напряжения.

Если входное состояние OFF, то в правом верхнем углу дисплея VFD будет указано OFF. Нажмите клавишу ON/OFF, чтобы изменить состояние ввода на ON (ВКЛ).. Теперь в правом верхнем углу дисплея будет отображаться либо CV\_S, либо Unreg. CV\_S означает, что нагрузка была успешно настроена с желаемым постоянным значением напряжения; Unreg означает, что нагрузка постоянного тока не может принять выбранное постоянное значение напряжения. Убедитесь, что тестируемый светодиодный драйвер правильно подключен и включен; также убедитесь, что максимальный выходной ток светодиодного драйвера находится в диапазоне максимального тока, который может выдержать нагрузка постоянного тока.

В режимах загрузки и разгрузки постоянного напряжения нажмите клавиши Shift+2(S\_Start), и нагрузка постоянного тока вернется к стандартному режиму постоянного напряжения.



**Примечание:** Установленное время нарастания будет автоматически регулироваться как установленное значение, округленное до целого числа, умноженного на 20 мкс..

#### 4.1.4 Режим работы постоянной мощности (CW)

В этом режиме электронные нагрузки постоянного тока будут потреблять заданную постоянную мощность. Пожалуйста, обратитесь к диаграмме 4.9. По мере увеличения входного напряжения нагрузки входной ток нагрузки будет уменьшаться с линейным шагом. Соответственно, значение мощности нагрузки ( $=V * I$ ) будет оставаться постоянным при настройке мощности.

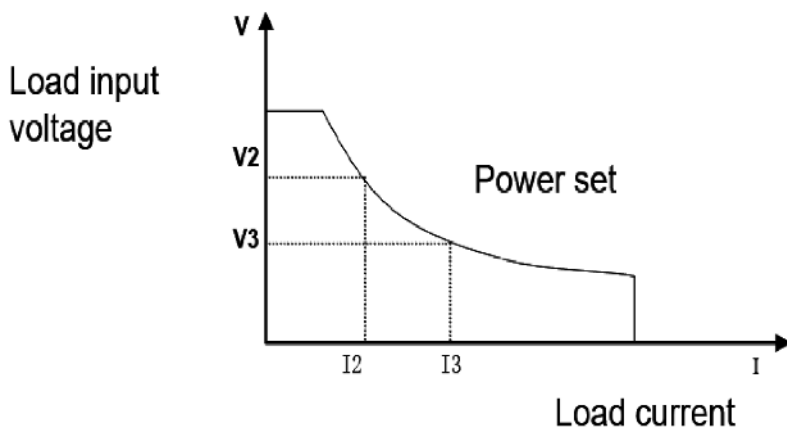


Рисунок 4.9 - Режим постоянной мощности

##### 4.1.4.1 Настройка стандартного режима постоянной мощности

Нажмите клавишу P-SET, и на панели привода отобразится надпись STANDARD POWER=xxxxxxxW, указывающая на экран выбора постоянной мощности. Нажмите цифровые клавиши и десятичную запятую, чтобы ввести желаемое постоянное

значение мощности, затем нажмите клавишу Enter . Теперь нагрузка постоянного тока будет находиться в стандартном режиме постоянной мощности.

Если нагрузка выключена (OFF), в правом верхнем углу панели будет отображаться слово OFF. Нажмите клавишу ON/OFF, чтобы изменить состояние ввода на ON (ВКЛ). Теперь в правом верхнем углу дисплея будет отображаться либо CW, либо Unreg. CW означает, что нагрузка постоянного тока была успешно настроена с желаемым постоянным значением мощности; Unreg означает, что нагрузка постоянного тока не может принять выбранное постоянное значение мощности. Убедитесь, что тестируемый светодиодный драйвер правильно подключен и включен; убедитесь, что напряжение светодиодного драйвера в норме и что его максимальный выходной ток находится в пределах указанного диапазона нагрузки постоянного тока или на пороге пониженного тока.

Чтобы точно настроить постоянное значение мощности, поверните ручку энкодера, чтобы отрегулировать желаемое значение. Вращение по часовой стрелке увеличивает значение, а вращение против часовой стрелки уменьшает желаемое значение. Теперь в правом нижнем углу дисплея отображается установленное значение постоянной мощности. Если под какой-либо цифрой появляется мигающий курсор, требуется дополнительная настройка. Для внесения дополнительных изменений/доработок используйте поворотную ручку энкодера. Он также функционирует как клавиша ввода для изменения настроек нагрузки постоянного тока. При каждом нажатии клавиши поворотного энкодера курсор будет перемещаться вперед к следующей позиции цифры.

#### **4.1.4.2 Режим подключения и отключения нагрузки при постоянной мощности**

С общими принципами работы режима подключения и отключения нагрузки при постоянной мощности можно ознакомиться на рисунке 4.2.

В стандартном режиме постоянной мощности нажмите клавишу Shift+1(V\_Level), чтобы войти в режим постоянной нагрузки и разгрузки. Когда на дисплее отображается ONSET VOLT=xxxxxxxV , это указывает текущее напряжение нагрузки постоянного тока. Чтобы ввести другое напряжение нагрузки, используйте цифровые клавиши селектора и ключ с десятичной запятой для изменения желаемого значения напряжения нагрузки. Затем нажмите клавишу Enter , чтобы подтвердить настройку. Далее на экране будет отображаться OFFSET VOLT=xxxxxxxV, указывающее текущее напряжение разгрузки нагрузки постоянного тока. Нажмите клавиши цифрового селектора и клавишу с десятичной запятой, чтобы ввести желаемое значение напряжения, а затем нажмите клавишу Enter для подтверждения. Теперь нагрузка

будет находиться в режиме подключения и отключения нагрузки при постоянной мощности

Если нагрузка выключена (OFF), то в правом верхнем углу дисплея будет отображаться OFF. Нажмите клавишу ON/OFF, чтобы изменить состояние ввода на ON (ВКЛ). Теперь в правом верхнем углу дисплея будет отображаться либо CW\_UN, либо Unreg. CW\_UN означает, что нагрузка постоянного тока была успешно настроена с желаемым постоянным значением мощности; Unreg означает, что нагрузка постоянного тока не приняла желаемое постоянное значение мощности. Пожалуйста, убедитесь, что тестируемый светодиодный драйвер правильно подключен и включен; убедитесь, что его напряжение в норме, а выходной ток находится в пределах диапазона тока, который может иметь выбранная мощность нагрузки постоянного тока при удержании.

В режимах нагрузки и разгрузки постоянной мощности нажмите клавиши Shift+1(V\_Level), и нагрузка постоянного тока вернется к стандартному режиму постоянной мощности.

## 4.2. Режим динамического тестирования

Режим динамического тестирования позволяет электронной нагрузке постоянного тока периодически переключаться между двумя заданными уровнями нагрузки. Эта функция может быть использована для проверки переходных характеристик тестируемого светодиодного драйвера.

Функцию динамического тестирования можно включать и выключать нажатием  клавиш «+  » на передней панели. Перед включением режима динамического тестирования все параметры, связанные с операцией динамического тестирования, должны быть установлены нажатием  клавиш +  , в том числе: Значение А, Время импульса А, Время нарастания от значения А до значения В, Значение В, Время импульса В, Время падения от значения В до значения А и режим работы динамического контроля. Существует три режима работы динамического контроля: непрерывный, импульсный и триггерный.

### 4.2.1 Непрерывный режим (CONTINUOUS)

В этом режиме при включении операции динамического испытания электронный блок постоянного тока будет периодически переключаться между значениями А и В.

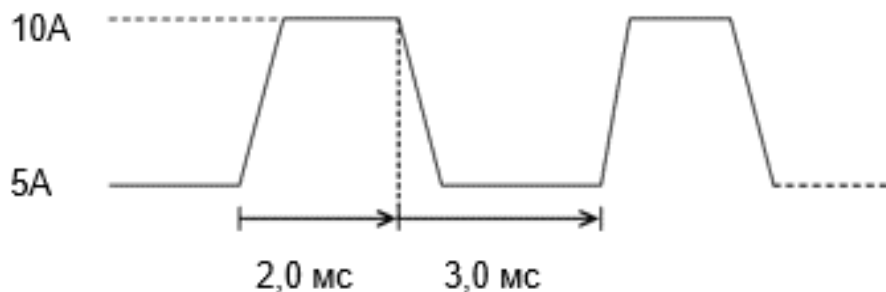


Рисунок 4.10 - Режим непрерывной работы

#### 4.2.2 Импульсный режим (PULSE)

В этом режиме, когда работа динамического испытания включена, электронная нагрузка постоянного тока переключится на значение В при получении одного сработавшего импульсного сигнала, затем зафиксирует время импульса (TWD) значения В, после чего электронная нагрузка постоянного тока вернется к значению А.

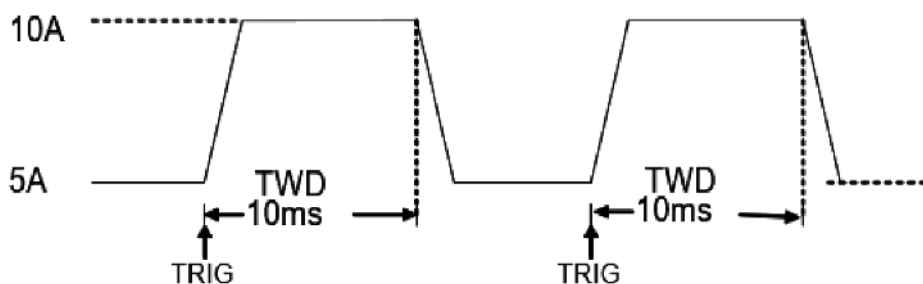


Рисунок - 4.11 Импульсный режим работы

#### 4.2.3 Режим запуска (TRIGGER)

В этом режиме, когда работа динамического испытания включена, электронная нагрузка постоянного тока будет переключаться между значением А и значением В после получения сигнала запуска.

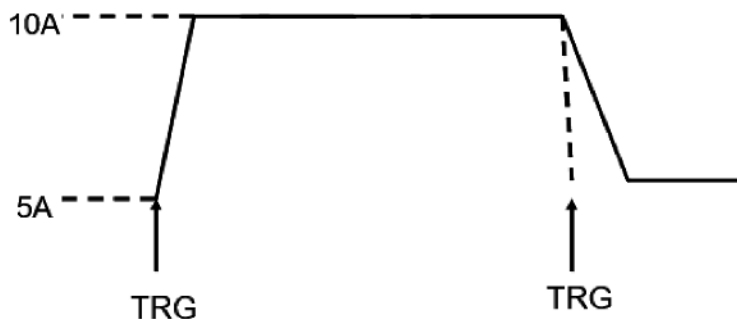


Рисунок - 4.12 Режим работы триггера

#### 4.2.4 Настройка параметров операции динамического тестирования

Нажмите клавиши Shift+6(S\_Tran), и на дисплее электронной нагрузки постоянного тока отобразится LEVEL A CURR=xxxxxxxmA, указывающий текущее значение A. Используйте цифровые клавиши и десятичную запятую для выбора текущего желаемого значения, а затем нажмите клавишу Enter для подтверждения настройки.

Когда на дисплее нагрузки отображается WIDTH A TM=xxxxxxxmS, он указывает текущее время длительности текущего набора для значения A.. С помощью цифровых клавиш и десятичной запятой введите желаемое время продолжительности, затем нажмите клавишу Enter для подтверждения.

Когда на дисплее нагрузки постоянного тока отображается RISING TM=xxxxxxxmS, он показывает текущее время нарастания, установленное от значения A до значения B. Используйте цифровые и десятичные клавиши, чтобы ввести желаемое время нарастания, и нажмите клавишу Enter для подтверждения.

Далее на дисплее нагрузки постоянного тока отображается LEVEL B CURR=xxxxxxxmA, который указывает текущее значение настройки B. Используйте числовую и десятичную запятую для ввода текущего требуемого значения и нажмите клавишу Enter для подтверждения.

Когда на панели дисплея появляется WIDTH B TM=xxxxxxxmS, он указывает на текущий интервал длительности для установленного значения B. Чтобы ввести другое значение для текущего, нажмите клавиши с цифрами и десятичной запятой, чтобы ввести желаемый период длительности, а затем нажмите клавишу Enter для подтверждения.

Затем на дисплее нагрузки постоянного тока отображается FALLING TM=xxxxxxxxmS, которое указывает текущее время спада, установленное в настоящее время между значением В и значением А. Чтобы изменить это значение, используйте цифровой и десятичный ключи, чтобы ввести желаемое время спада, и нажмите клавишу Enter для подтверждения.

После того, как все эти параметры будут установлены, на панели электронной нагрузки постоянного тока отобразится настройка триггера TRANMODE CONTINUOUS/TRANMODE PULSE / TRNMODE, указывая на то, что устройство в данный момент готово к каждому из 3 режимов работы динамического тестирования. Выберите нужный динамический режим работы, нажав клавиши вверх ▲ или вниз ▼, а затем нажав клавишу Enter для подтверждения.

## **4.2.5 Управление формой сигнала**

### **4.2.5.1 Прямоугольная волна**

При установке в непрерывном режиме, когда время нарастания и время спада равны нулю, выходная волна является прямоугольной. Выходная частота будет обратно пропорциональна сумме длительностей импульсов тока А и тока В. Поскольку минимальная точность всего временного интервала установлена на уровне 20 мкс, электронная нагрузка постоянного тока может считывать прямоугольный сигнал с максимальной частотой 25 кГц при 50% коэффициенте заполнения.

### **4.2.5.2 Треугольные импульсы**

При установке в непрерывном режиме, когда интервал времени тока А и тока В равен нулю, выходная волна представляет собой треугольную волну. Выходная частота будет обратно пропорциональна сумме времен нарастания и спада. Поскольку минимальная точность всего временного интервала установлена на уровне 20 мкс, электронная нагрузка постоянного тока может считывать треугольную волну с максимальной частотой 25 кГц. Поскольку восходящий и спадающий фронт треугольной волны расположены в интервале 20 мкс, идеальный угол треугольной волны будет обратно пропорционален ее выходной частоте. В экстремальных ситуациях треугольная волна может функционировать как прямоугольная волна.

Существует от 0 до 100 различных шагов точности, масштабируемых в соответствии с различными установленными временами подъема и спада.

#### 4.2.5.3 Трапецеидальный импульс

Если установлено в непрерывном режиме динамического испытания и все четыре параметра времени, которые должны быть установлены по отдельности, больше нуля, выходная волна является трапецевидной волной. Она имеет те же частотные характеристики, что и треугольный импульс.

#### 4.2.6 Управление триггером

В режиме работы динамического испытания управление запуском инициируется при установке импульсного или триггерного режима. Доступны три режима срабатывания:

- запуск с клавиатуры  
Нажмите клавиши Shift+Trigger, чтобы запустить электронную загрузку постоянного тока.
- TTL  
Подайте мощный импульс с постоянным временем более 5 мс, чтобы инициировать сквозные клеммы запуска на задней панели электронной нагрузки постоянного тока.
- управления с ПК  
ПК подает команду на электронную нагрузку постоянного тока

#### 4.2.7 Функция списка

1. Нажмите клавиши Shift+0, чтобы войти в меню, а затем используйте клавиши ▲ и ▼, чтобы перейти к СПИСКУ МЕНЮ, а затем нажмите Enter для подтверждения. Затем нажмите клавиши ▲ и ▼, чтобы перейти к меню EDIT LIST, а затем нажмите Enter для подтверждения. Затем нажмите клавиши ▲ и ▼, чтобы выбрать последовательный код, который необходимо установить, а затем нажмите Enter для подтверждения.
2. Когда на дисплее отображается MINIMUM TM= xxxxxx mS, он указывает на минимально необходимое время настройки. Поскольку это значение влияет на тонкую настройку и рабочую длину всех осциллограмм, тщательно выбирайте подходящие параметры. Затем нажмите Enter для подтверждения. Электронная нагрузка предлагает следующие три режима вывода: LIST CONTINUOUS, LIST END

HOLD и LIST END RESET. Нажмите клавиши ▲ и ▼, чтобы выбрать нужный режим вывода, и нажмите Enter.

LIST CONTINUOUS означает режим непрерывного вывода.

LIST END HOLD означает, что электронная загрузка сохранит последнее значение, установленное на последнем шаге, когда все шаги в одном наборе данных будут успешно выполнены.

LIST END RESET означает, что электронная загрузка будет сброшена в выключенный режим, когда все шаги, заданные в одном наборе данных, будут успешно завершены.

3. После нажатия Enter для подтверждения, на дисплее отображается STEP LENG=xxx, указывающая необходимую длину шага, которую необходимо установить. Нажмите цифровые клавиши, чтобы ввести желаемую длину шага, а затем нажмите Enter для подтверждения. Обратите внимание, что длина шага должна быть круглым числом от 1 ~ 200.
4. Когда на дисплее отображается STEP 1 CURR=xxxxxA, он указывает на требуемый ток, который необходимо установить на первом шаге. Используйте цифровые клавиши для ввода требуемого тока на первом шаге и нажмите Enter для подтверждения. Когда на дисплее отображается STEP 1 TM=xxxxx mS, он показывает текущую продолжительность первого шага. Нажмите цифровые клавиши, чтобы ввести желаемую текущую продолжительность на первом шаге, а затем нажмите Enter для подтверждения.
5. После того, как все шаги настройки были введены, на дисплее отобразится EDIT LIST, что означает возврат к началу функции списка. Если все шаги настройки не были отредактированы, на дисплее отобразится STEP n CURR=xxxxxA. Это означает, что значение шага N необходимо изменить. Внесите необходимые изменения, следуя инструкциям по эксплуатации на предыдущем шаге 4).

#### **4.2.7.1 Выполнение функции списка**

Нажмите клавиши Shift+0, чтобы войти в конфигурацию меню, а затем нажмите клавиши ▲ и ▼, чтобы перейти в MENU LIS, и нажмите Enter.. Теперь нажмите клавиши ▲ и ▼, чтобы перейти к LOAD LIST, и нажмите клавишу Enter. Затем нажмите клавиши ▲ и ▼, чтобы задать последовательный код функции списка, которую вы хотите выполнить, и нажмите клавишу Enter.

## 4.2.8 Функция автоматического тестирования

Электронная нагрузка постоянного тока обеспечивает функцию автоматического тестирования, в которой можно задать 8 параметров данных, максимум, и 50 шагов, которые могут быть изменены в каждом наборе данных. Каждый шаг может быть выбран из следующих шести режимов работы: режим выключенной нагрузки, режим постоянного тока, режим постоянного напряжения, режим постоянной мощности, режим постоянного сопротивления, режим короткого замыкания. Доступны четыре варианта сравнения: сравнение тока, сравнение напряжения, сравнение мощности и сравнение сопротивления. Более того, время задержки каждого шага также может варьироваться. Время задержки каждого шага составляет от 0,1 – 25,5 с, в зависимости от требуемой быстроты и точности. Когда каждый автоматический тест заканчивается, электронная нагрузка постоянного тока будет указывать на пройденный или непройденный результат. Нагрузка подаст сигнал тревоги, когда тестируемое изделие не пройдет тест. Функция запуска электронной нагрузки может быть установлена на передней панели: TRIGGE IN для уровня аппаратного напряжения на входе от клеммного разъема на задней панели и TRIGGER OUT для уровня напряжения на выходе от клеммного разъема на задней панели. Режим запуска может быть настроен как запуск по уровню напряжения или импульсный запуск и имеет 4 варианта выбора: запуск по прохождению, запуск по ошибке, запуск по завершению тестирования и запуск по отключению.

### 4.2.8.1 Работа в режиме автоматического испытания

1. Нажмите клавиши Shift+0, чтобы войти в конфигурацию меню, а затем используйте клавиши ▲ и ▼, чтобы добраться до MENU AUTO TEST, и нажмите Enter для подтверждения. С помощью клавиш ▲ и ▼ перейдите в раздел EDIT AUTO TEST и нажмите Enter.. Теперь с помощью клавиш ▲ и ▼ выберите нужную последовательность шагов, а затем нажмите клавишу Enter.
2. Когда появится STEP LENG= XX, установите желаемую длину шага. С помощью цифровых клавиш введите длину шага и нажмите клавишу Enter. Примечание: длина шага должна быть круглым числом между 1 ~ 50.

На ШАГЕ 1 xxxxx MODE используйте клавиши ▲ и ▼ для выбора одного из следующих шести режимов работы, затем нажмите Enter.

Таблица 4.1

| Режим                    | Сообщения      | Описание                                                                              |
|--------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Выгрузка Режим           | LOAD OFF MODE" | Сравнивает напряжения в выключенном режиме                                            |
| Режим CC                 | "CC MODE"      | Выберите один из четырех типов сравнения: ток, напряжение, мощность или сопротивление |
| Режим CV                 | "CV MODE"      | Выберите один из четырех типов сравнения: ток, напряжение, мощность или сопротивление |
| Режим CP                 | "CP MODE"      | Выберите один из четырех типов сравнения: ток, напряжение, мощность или сопротивление |
| Режим CR                 | "CR MODE"      | Выберите один из четырех типов сравнения: ток, напряжение, мощность или сопротивление |
| Короткое замыкание Режим | "SHORT MODE"   | Сравнивает ток в режиме короткого замыкания                                           |

- На STEP 1 TEST xxxx можно выбрать один из четырех типов испытаний: ток, напряжение, мощность и сопротивление. С помощью клавиш ▲ и ▼ выберите один из четырех типов тестов и нажмите клавишу Enter . Если на предыдущем шаге, если был выбран либо режим выключения нагрузки, либо режим короткого замыкания, то электронная нагрузка пропустит шаг выше этого шага.
- При задержке  $T_M = xx.xS$ , указывающей время задержки для каждого шага, допустимый диапазон составляет от 0,1 – 25,5 сек. Чем меньше установленное значение, тем короче продолжительность теста.



**Внимание:** в некоторых случаях, если заданное значение слишком низкое, результат теста может быть некорректен, поскольку тест был завершен до того, как тестируемый источник питания достигнет своего статического состояния. Чтобы убедиться в достоверности результатов теста, выберите время задержки в пределах оптимальной длительности для достижения наилучших результатов. Рекомендуемое время задержки составляет 0,5 сек.



**Примечание:** верхний диапазон 25.5 с предварительно установлен в качестве тестового приостановленного режима. Установив время задержки любого определенного шага на уровне 25,5 с, нагрузка остановится и не перейдет к следующему шагу до тех пор, пока не будет получен сигнал запуска для продолжения теста. Сигнал запуска может быть подан либо с помощью аппаратного обеспечения на задней панели, либо с помощью клавиш Shift+Trigger или On/Off на дисплее.

5. Когда отображается INPUT xxxx=xxxxxx, он указывает на соответствующие значения тока, напряжения, мощности и сопротивления в рабочем режиме, которые были установлены. Используйте цифровые клавиши для ввода этих значений и нажмите Enter для подтверждения. Опять же, если на шаге 3 был выбран режим выключения нагрузки или режим короткого замыкания, электронная нагрузка постоянного тока пропустит этот шаг.
6. Когда появляется MINIMUM xxxx=xxxxxx, это указывает на нижнее предельное значение валидного тестового сравнения. Используйте цифровые клавиши для ввода значения и нажмите Enter для подтверждения. Когда на дисплее отображается MAXIMUM xxxx=xxxxxx, отображается верхнее предельное значение допустимого тестового сравнения. Используйте цифровые клавиши для ввода значения и нажмите Enter для подтверждения.

Когда на экране отображается EDIT AUTO TEST, все шаги, требующие ввода значений, уже выполнены. Электронная нагрузка постоянного тока вернется к функции автоматического тестирования. Но если не все шаги были выбраны правильно и введены значения, то будет выведен STEP n xxxxx MODE, указывающий на то, что необходимо ввести некоторые данные из режима N step.

#### 4.2.8.2 Настройка режима вывода триггера

Нажмите клавиши Shift+0 для входа в режим настройки меню, а с помощью клавиш ▲ и ▼ перейдите в меню MENU AUTO TEST и нажмите клавишу Enter. Прокрутите клавиши ▲ и ▼, чтобы перейти к SETUP AUTO TEST, и нажмите клавишу Enter. Электронная нагрузка постоянного тока будет находиться в режиме автоматического тестового триггерного выхода.

Существует 4 типа режимов вывода триггера, показанных в таблице ниже. С помощью клавиш ▲ и ▼ выберите нужный режим и нажмите клавишу Enter.

Таблица 4.2

| Сообщения на дисплее    | Описание                    |
|-------------------------|-----------------------------|
| "TRIGGER WHEN PSS"      | Результат пройденного теста |
| "TRIGGER WHEN FAIL"     | Результат теста не пройден  |
| "TRIGGER WHEN TEST END" | Тест завершен               |
| "TRIGGER DISABLE"       | Триггер отключен            |

Таблица 4.3

| Сообщения на дисплее | Описание                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| "OUTPUT LEVEL"       | При срабатывании уровень выходного напряжения будет изменяться с низкого на высокий до тех пор, пока не будет нажата клавиша или не поступит входной сигнал срабатывания, после чего уровень напряжения упадет до низкого. |
| "OUTPUT PLUSE"       | При срабатывании уровень выходного напряжения меняется с низкого на высокое и через 5 секунд автоматически падает до более низкого уровня                                                                                  |

#### 4.2.8.3 Выполнение функции автоматического тестирования

Используя обе клавиши Shift+0, перейдите к настройке меню, а затем нажмите клавиши ▲ и ▼, чтобы перейти к MENU AUTO TEST, и нажмите Enter. Прокрутите с помощью клавиш ▲ и ▼ и перейдите к LOAD AUTO TEST, а затем нажмите Enter. С помощью клавиш ▲ и ▼ выберите последовательный код для функции автоматического тестирования, которую вы хотите выполнить, затем нажмите клавишу Enter. В правом верхнем углу двухстрочного дисплея отображается AUT n, что означает, что будет инициирован автоматический тест n в списке. В правом нижнем углу отображается OFF D.

Если все настройки введены правильно, нажмите клавишу Вкл/Выкл, чтобы начать автоматическую проверку. Автоматическая проверка также может быть инициирована путем снижения уровня напряжения порта TRIG IN с длительностью более 5 мс. В тестовом режиме в правом нижнем углу дисплея будет отображаться WAIT или STAY, что означает, что электронная нагрузка постоянного тока ожидает начала испытания или остается в приостановленном режиме соответственно. Пожалуйста, повторно запустите его, чтобы тестирование продолжалось.

После завершения каждого теста в правом нижнем углу дисплея будет отображаться либо ПРОЙДЕНО, либо НЕ ПРОЙДЕНО. Если произойдет сбой, прозвучит зуммер. На этом этапе иницируйте следующий триггер или нажмите любую клавишу, чтобы освободить груз от индикации «прошел» или «не прошел».

После завершения автоматического теста нажмите клавиши ▲ и ▼, чтобы запустить режим тестирования с ручным управлением. При каждом однократном нажатии клавиш ▲ или ▼ электронная нагрузка постоянного тока возобновляет испытание предыдущего этапа или следующего шага в последовательности. Пользователи могут наблюдать за фактическим состоянием каждого шага. При нажатии кнопки ON/OFF или срабатывании триггера электронная нагрузка постоянного тока автоматически выйдет из режима испытания с ручным управлением и снова вернется в автоматический режим тестирования.

## 4.3. Управление входом

### 4.3.1 Работа при коротком замыкании (SHORT)

Электронная нагрузка постоянного тока может имитировать короткое замыкание на входе. Функцию короткого замыкания можно включить/выключить на передней панели нажатием клавиш Shift+9(Short). Работа при коротком замыкании не влияет на установленное значение тока. Когда операция короткого замыкания находится в выключенном состоянии, нагрузка вернется в исходное рабочее состояние.

Фактическое значение тока, которое потребляет нагрузка при работе при коротком замыкании, зависит от активного режима работы и диапазона тока нагрузки. В режимах CC, CW и CR максимальное значение тока короткого замыкания в 1,2 раза превышает диапазон тока. В режиме CV работа короткого замыкания идентична установке постоянного напряжения на 0 В.

### 4.3.2 Включение/ выключение входа

Когда входное состояние загрузки ON (ВКЛ), нажатие клавиши ON/OFF изменит состояние ввода на OFF (ВЫКЛ). Теперь правый верхний угол дисплея выключен. Когда входное состояние нагрузки выключено, нажатие клавиши ON/OFF (Вкл/Выкл) изменит состояние ввода на состояние ON (ВКЛ). Теперь в правом верхнем углу двухстрочного дисплея отображается надпись SHORT, указывающая на текущее состояние

## 4.4. Диапазон работы электронной нагрузки

Электронная нагрузка постоянного тока работает в следующем диапазоне номинального тока, номинального напряжения и номинальной мощности. Пожалуйста, обратитесь к Рисунку 13 и Рисунку 14.

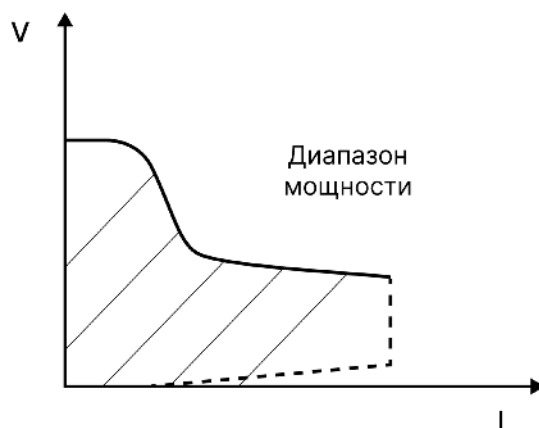


Рисунок - 4.13 Диапазон мощности электронной нагрузки

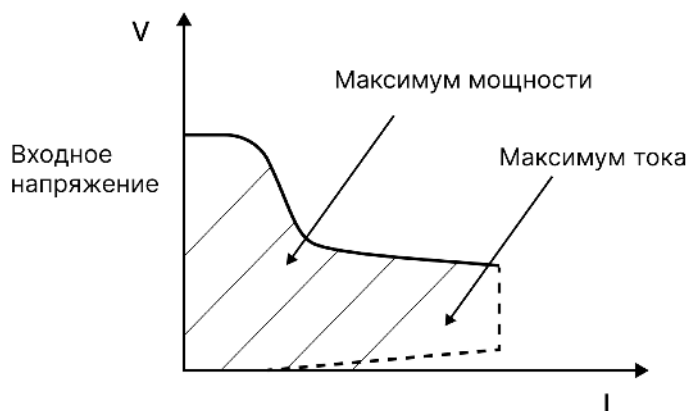


Рисунок - 4.14 Максимальное значение настройки программного обеспечения

## 4.5. Функции защиты

Электронная нагрузка постоянного тока имеет следующие функции защиты.

### 4.5.1 Защита от перенапряжения (OV)

Если входное напряжение превышает максимальный диапазон напряжения нагрузки, он автоматически отключит вход. Раздастся звуковой сигнал, и на дисплее отобразится сообщение Over Volt о превышении напряжения.

Максимальное значение напряжения электронной нагрузки постоянного тока можно установить, нажав обе клавиши Shift+0 (меню). Когда на дисплее появится надпись MENU SYSTEM SET, нажмите клавишу Enter для подтверждения. Теперь на дисплее отображается SYSTEM IMAX=xxxxxxxxxA. Используйте клавиши Вверх и Вниз для доступа к входу SYSTEM UMAX=xxxxxxxxxVsetting. Здесь максимальное предельное значение текущего напряжения отображается как 150 В. Ввод другого значения напряжения может быть выполнен с помощью как числового, так и десятичного ключей. Нажатие клавиши ESC выводит из режима Меню.



**Примечание:** Максимально допустимое входное напряжение электронной нагрузки постоянного тока M9712 составляет 150 В. При любом значении выше 150 В на входе нагрузка по умолчанию вернется к 150 В.

Кроме того, входное максимальное значение напряжения тесно связано с разрешением по напряжению. Если максимальное значение напряжения ниже 20 В, разрешение напряжения нагрузки составит 0,1 мВ; если установлено максимальное значение напряжения выше 20 В, то разрешение напряжения нагрузки составит всего 1 мВ.

### 4.5.2. Защита от перегрузки по току (OC)

Если входной ток превышает максимальный диапазон тока нагрузки, вход автоматически отключается. Раздастся звуковой сигнал, и на дисплее отобразится сообщение OVER CUR.

Максимальное текущее значение нагрузки можно установить, нажав обе клавиши

Shift+0 (Меню). Когда на дисплее появится надпись MENU SYSTEM SET, нажмите клавишу Enter для подтверждения. Теперь на дисплее отображается ввод настроек SYSTEM IMAx=xxxxxxxА. Здесь текущее максимальное значение тока отображается как 30 А. Ввод другого текущего значения может быть выполнен с помощью как числового, так и десятичного ключа. Нажатие клавиши ESC выводит из режима Menu (Меню).



**Примечание:** максимально допустимый входной ток электронной нагрузки постоянного тока M9712 составляет 30 А. Когда на входе указано любое значение выше 30 А, нагрузка по умолчанию вернется к 30 А. Кроме того, входящее максимальное значение тока тесно связано с текущим разрешением. Если установлено максимальное значение тока ниже 3 А, текущее разрешение нагрузки составит 0,01 мА; если установлено максимальное значение тока выше 3 А, то текущее разрешение нагрузки составит всего 0,1 мА.

### 4.5.3 Защита от перегрузки по мощности (OW)

Если входная мощность превышает максимальный диапазон мощности нагрузки, вход автоматически отключится. Раздастся звуковой сигнал, и на дисплее отобразится сообщение OVER POW

Нажмите любую клавишу, чтобы вернуть груз к нормальной работе. Примечание: если текущее состояние ввода OFF (ВЫКЛ), нажмите клавишу ON/OFF (ВКЛ/ВЫКЛ), чтобы нагрузка возобновила нормальную работу. Если проблема перегрузки не решена, на нагрузке будет продолжать отображаться сообщение OVER POW.

Максимальное значение мощности нагрузки можно установить, нажав обе клавиши Shift+0 (Меню). Когда на дисплее появится надпись MENU SYSTEM SET, нажмите клавишу Enter для подтверждения. Теперь на дисплее отображается вход настроек SYSTEM PMAx=xxxxxxxW. Здесь текущее максимальное значение мощности отображается как 300 Вт. Ввод другого текущего значения может быть выполнен с помощью как числового, так и десятичного ключа. Нажатие клавиши ESC выводит из режима Меню.

#### **4.5.4 Обратная полярность ввода**

Если у электронной нагрузки постоянного тока изменена полярность входа, раздастся звуковой сигнал, и на дисплее отобразится сообщение REVERSE

#### **4.5.5 Защита от перегрева (OH)**

Когда температура внутренних компонентов питания превышает 80°C, автоматически срабатывает защита от перегрева. При загрузке отключится вход, раздастся звуковой сигнал, а на дисплее появится сообщение о перегреве.

### **4.6. Функция дистанционного измерения**

В режимах CV, CR и CP, если электронная нагрузка постоянного тока потребляет большой ток, в проверяемом источнике питания произойдет падение напряжения в кабелях/проводах, соединяющих его с клеммами BP нагрузки. Для обеспечения точности измерений на задней панели электронной нагрузки постоянного тока установлены дистанционные измерительные терминалы. Пользователи могут измерять напряжение на выходных клеммах тестируемого источника питания с помощью этих клеммных соединений на задней панели.

Функцию дистанционного измерения можно настроить, нажав обе клавиши Shift+0 (Меню). Перейдите в раздел MENU SYSTEM SET и нажмите клавишу Enter. Дисплей появится в точке SYSTEM IMAx=xxxxxxxxA. С помощью клавиш «Вверх» и «Вниз» прокрутите до пункта SYSTEM TERMINAL SEL и нажмите клавишу Enter. Существует только два варианта функции дистанционного измерения: TERMINAL SELECT FRONT или TERMINAL SELECT BACK. Используйте клавиши «Вверх» и «Вниз», чтобы сделать выбор. TERMINAL SELECT FRONT означает входные клеммы Bound Post (BP) на передней панели электронной нагрузки постоянного тока. Выбор АД отключит функцию дистанционного измерения на задней панели. TERMINAL SELECT BACK означает входные клеммы на задней панели. Выбор этих клемм на задней панели отключит функцию дистанционного измерения АД на передней панели нагрузки. После выбора дистанционного измерения нажмите клавишу Esc для выхода из режима меню.



**Примечание:** Любая из входных клемм на передней или задней панели может быть включена в любое время. Однако невозможно инициировать оба набора входных клемм одновременно. Если напряжение нагрузки близко к нулевой отметке и не изменяется вместе с сигналом, проверьте, чтобы проводной режим соответствовал параметрам функции дистанционного измерения.

На рисунке 4.15 приведены пусковые клеммы и измерительные клеммы.

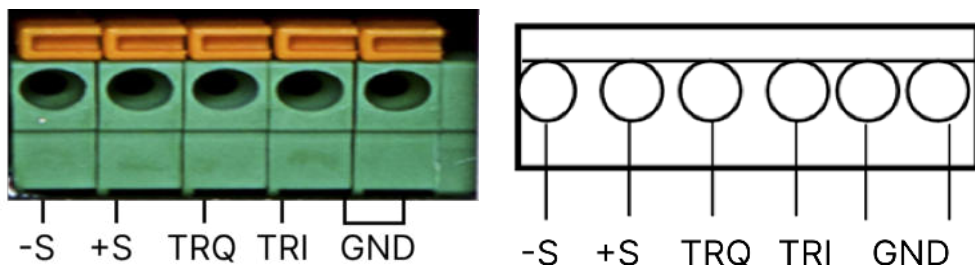
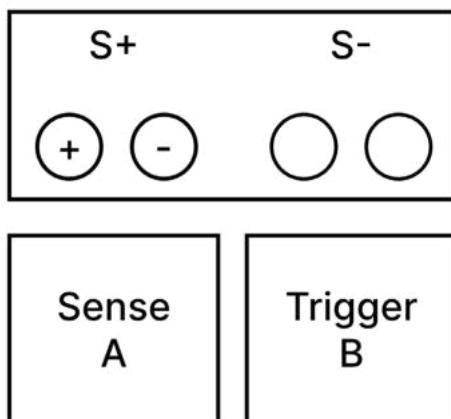


Рисунок - 4.15 Терминалы дистанционного измерения

- -S и +S – дистанционные измерительные терминалы;
- TRQ и TRI — это триггерные клеммы, последние две клеммы — заземляющие.

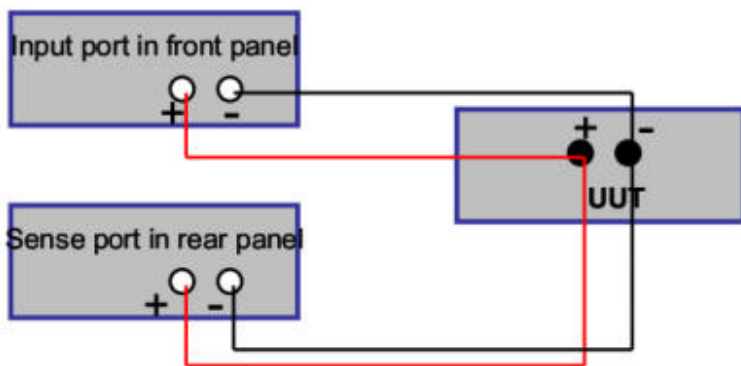
Выход источника питания будет отключен при тестировании изменения уровня напряжения от высокого к низкому от порта TRQ, который находится в режиме фиксации функции дистанционного управления. Будучи многофункциональным расширенным портом, порт TRI предназначен для будущего расширения.

Ниже показаны клеммы дистанционного измерения на задней панели прибора.



Ниже приведена схема подключения к дистанционному зондированию Земли:

### Wiring diagram for remote sense



## 4.7. Тестирование батареи

Эксперименты доказали, что электронная нагрузка постоянного тока является лучшим способом подтвердить работоспособность большинства аккумуляторов. При правильной настройке нагрузочных испытаний можно подтвердить кривую ожидаемого срока службы батареи. Электронные нагрузки в настоящее время могут использоваться для тестирования любого типа аккумулятора. Для аккумуляторов, встроенных в другое оборудование или размещенных в системах бесперебойного питания, крайне важно использовать электронную нагрузку постоянного тока для проверки срока службы аккумулятора. Поскольку батареи являются одними из самых надежных компонентов в таких системах, их следует периодически проверять с использованием электронной нагрузки постоянного тока на жизнеспособность и полезность.

### Тест на стабильность срока службы батареи

В режиме постоянного тока последовательная электронная нагрузка может проверить стабильность срока службы батареи, настроить нагрузку на контроль уровня напряжения. Когда напряжение батареи слишком низкое, последовательная электронная нагрузка определит, что батарея находится на заданном пороговом значении или на границе небезопасного состояния, и автоматически прекратит проверку. Когда нагрузка находится в тестовом режиме, вы можете видеть напряжение батареи, ток разряда батареи, электронику, мощность нагрузки и оставшуюся емкость батареи. Если нагрузка подключена через программное обеспечение ПК, то можно увидеть кривую разряда аккумулятора. Этот тест позволяет измерить надежность и оставшийся срок службы батареи. Поэтому важно провести тест до того, как батарея будет перезаряжена или заменена на более новую батарею.

### Операция:

- В стандартном режиме постоянного тока отрегулируйте значение тока нагрузки до того же значения тока разряда батареи, которое необходимо.
- Нажмите обе клавиши Shift+8(Battery) Когда на дисплее появится надпись END TEST VOLT= xxxxxxxxV, введите напряжение отключения и нажмите Enter, чтобы начать проверку стабильности срока службы батареи. Когда напряжение аккумулятора упадет до установленного напряжения выключения, нагрузка автоматически отключится.

- Нажмите клавиши On/Off, чтобы начать или приостановить проверку работоспособности аккумулятора.
- Нажмите обе клавиши Shift+8(Battery), чтобы выйти из режима проверки стабильности срока службы батареи.

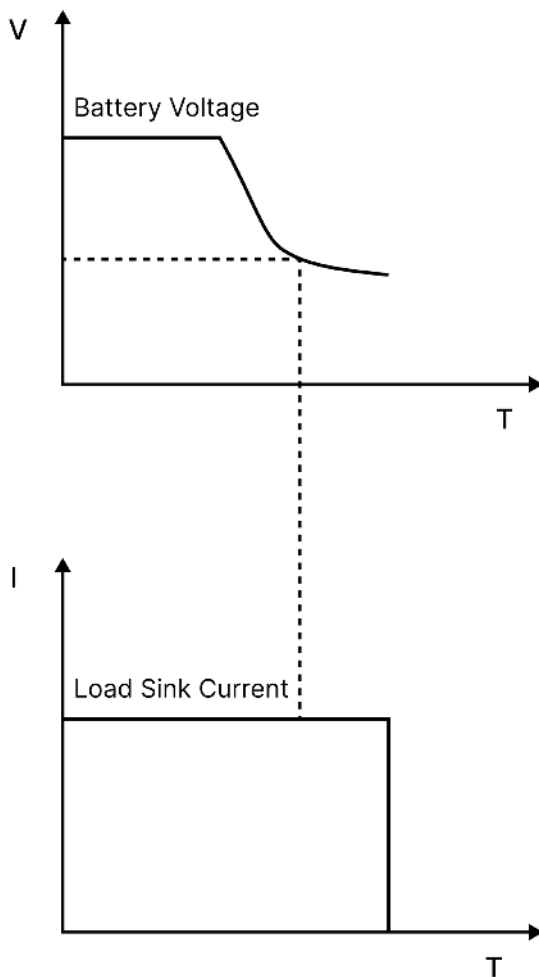


Рисунок 4.16 Расчет емкости аккумулятора

## 4.8. Протокол связи

### 4.8.1 Введение

Программируемые электронные нагрузки работают по протоколу Modbus. Фрейм данных состоит из следующих 4 частей:

| Адрес | Код функции | Данные | Проверка ошибок (CRC) |
|-------|-------------|--------|-----------------------|
|-------|-------------|--------|-----------------------|

Для обеспечения высокой надежности связи заданный шаг кадров должен быть более чем в 3,5 раза больше переходного времени одного битового байта. Другими словами, когда скорость связи составляет 9600 бод, время шага кадра должно быть установлено больше  $11 \times 3.5 / 9600 = 0.004 \text{с}$ .

Программируемые электронные нагрузки постоянного тока серии оснащены двусторонней асинхронной связью, с 1 фиксированным битом в качестве начального бита, 8 битами данных и 1 стоповым битом. Он поддерживает проверку без четности, проверку нечетной четности и проверку четной четности. Скорость связи может быть выбрана на уровне 2400, 9600, 14400, 28800, 57600, 115200 бод.

#### 1. Настройка дополнительных адресов и параметров связи.

Дополнительный адрес представляет собой один байт с 16 шестнадцатеричными системными данными; электронные нагрузки постоянного тока будут реагировать только на кадр данных запроса, который имеет тот же дополнительный адрес.

#### 2. Настройте дополнительный адрес.

Нажимайте обе клавиши Shift+0 последовательно, переходя в режим главного меню. Электронный дисплей нагрузки постоянного тока будет находиться в MENU CONFIG. Нажмите клавишу Enter для подтверждения. Используя меню CONFIG, клавиши -вверх и вниз ▲ ▼, прокрутите до CONFIG ADDRESS SET, затем нажмите Enter для подтверждения. Теперь в загрузке отобразится ADDRESS ADDR=xxx. Введите новый адрес с помощью цифровых клавиш и нажмите клавишу Enter еще раз для подтверждения.



**Примечание:** В качестве действительных дополнительных адресов будут приниматься только целые числа от 1 до 200.

### 3. Выберите режим проверки на уровне.

Нажимайте клавиши Shift+0 последовательно, переходя в режим главного меню. Электронная нагрузка постоянного тока XT 98XX теперь отображает MENU CONFIG. Нажмите клавишу Enter для подтверждения. В меню CONFIG используйте клавиши вверх и вниз ▲ и ▼, а затем прокрутите до CONFIG COMM. PARITY, и нажмите клавишу Enter. Теперь в загрузке будет отображаться сообщение COMM. ПАР ххх. На выбор предлагается три варианта: ЧЕТ, ЧЕТ и НЕТ. Введите числовое значение для режима четности с помощью клавиатуры и нажмите клавишу ENTER. Теперь для нагрузки установлен режим четности.

## 4.8.2 Настройка скорости

Последовательно нажимайте клавиши Shift+0, переводя его в режим Главного меню. Электронная нагрузка постоянного тока теперь отображает MENU CONFIG. Нажмите клавишу Enter для подтверждения. В меню CONFIG используйте клавиши вверх и вниз ▲ и ▼ и прокрутите до CONFIG BAUDRATE SET, затем нажмите Enter для подтверждения. Теперь в загрузке будет отображаться BUADRATE ххххх. DC Load предлагает вам шесть вариантов скорости передачи данных. Используйте клавиши вверх и вниз ▲ и ▼ для установки желаемой скорости связи от 2400, 9600, 14400, 28800, 57600 и 115200 бод.

## 4.8.3 Данные

В некоторых фреймах данных длина даты фиксирована, а в других фреймах данных длина не фиксирована. Согласно этому протоколу, все шестнадцатеричные данные и число с плавающей запятой фиксируются в старшем байте, а нефиксированные поля длины данных — в младшем байте. Кроме того, выходное значение силовой одиночной катушки должно быть либо 0×0000, либо 0xFF00. 0×0000 означает ВЫКЛ, а 0xFF00 означает ВКЛ. Все остальные значения недопустимы.

#### 4.8.4 Код функции

Коды функций представляют собой однобайтовое шестнадцатеричное число; существует 4 режима работы, а именно:

Таблица 4.4

| Код функции | Описание                                                             |
|-------------|----------------------------------------------------------------------|
| 0×01        | Считывание состояния катушки, считывание данных по битам             |
| 0×05        | Запись данных по битам                                               |
| 0×03        | Чтение данных по слову                                               |
| 0×10        | Предустановленные множественные регистры, записываем данные по слову |

#### 4.8.5 Проверка ошибок (CRC)

В нагрузках используется циклическая проверка избыточности (CRC). В поле CRC проверяется содержимое всего сообщения. Поле CRC состоит из двух байтов, содержащих 16-битное двоичное значение. Когда CRC добавляется к сообщению, сначала добавляется младший байт, за которым следует старший байт.

Порядок следующий:

1. Установите один шестнадцатеричный регистр CRC и присвойте ему начальное значение как 0xFFFF.
2. Сделайте бит хог первым байтом даты кадра и младшим 8 битом регистра CRC. Сохраните результат бита хог в регистре CRC.
3. Переместите регистр CRC правой кнопкой мыши на 1 байт и убедитесь, что самый младший бит установлен как 1. Если младший бит равен 1, то сделайте бит хог для регистра CRC и фиксированных данных 0xA001.
4. Повторите 8 раз.
5. Повторите шаги b, c и для следующего байта данных кадра до последнего байта.

6. Последний номер регистра CRC является последним результатом проверки четности. Поместите его в конец данных кадра, оставив младшие 8 бит в последнем и старшие 8 бит в первом.

## 4.8.6 Полный анализ кадра команды

### 1. Считывание состояния катушки (0×01).

Таблица 4.5 - Чтение примера запроса

| Имя поля                   | Длина байта | Пример значения |
|----------------------------|-------------|-----------------|
| Адрес ведомого             | 1           | 1~200           |
| Код функции                | 1           | 0×01            |
| Количество байт            | 1           | 1~2             |
| Данные (Состояние катушки) | n           |                 |
| Проверка ошибок CRC        | 2           |                 |

Таблица 4.6 - Чтение состояния, пример нормального ответа

| Имя поля                   | Длина байта | Пример значения |
|----------------------------|-------------|-----------------|
| Адрес ведомого             | 1           | 1~200           |
| Код функции                | 1           | 0×01            |
| Количество байт            | 1           | 1~2             |
| Данные (Состояние катушки) | n           |                 |
| Проверка ошибок CRC        | 2           |                 |

Таблица 4.7 - Чтение состояния, пример неправильного ответа

| Имя поля            | Длина байта | Пример значения |
|---------------------|-------------|-----------------|
| Адрес ведомого      | 1           | 1~200           |
| Код функции         | 1           | 0×81            |
| Аномальный код      | 1           | 01~04           |
| Проверка ошибок CRC | 2           |                 |

Например:

В следующем примере считывается входное состояние нагрузки (ISTATE) по адресу ведомого устройства 0×01.

Из таблицы 4.18 мы знаем, что адрес ISTATE — 0×0510.

Запрос: 0×01 0×01 0×05 0×10 0×00 0×01 0xFC 0xC3.

Соответствующий нормальный ответ: 0×01 0×01 0×01 0×48 0×51 0xBE, среди которых 0×48 — это данные обратного чтения, а его младший бит равен 0; это означает, что входное состояние ISTATE — OFF.

## 2. Силовая одиночная катушка (0×05)

Таблица 4.8. - Пример запроса Force Single Coil

| Имя поля                          | Длина байта | Пример значения   |
|-----------------------------------|-------------|-------------------|
| Адрес ведомого                    | 1           | 1~200             |
| Код функции                       | 1           | 0×05              |
| Адрес катушки                     | 2           | 0~0xFFFF          |
| Данные о силе (состояние катушки) | 2           | 0×0000 или 0xFFFF |
| Проверка ошибок CRC               | 2           |                   |

Таблица 4.9. - Пример нормальной реакции Force Single Coil

| Имя поля       | Длина байта | Пример значения |
|----------------|-------------|-----------------|
| Адрес ведомого | 1           | 1~200           |
| Код функции    | 1           | 0×01            |
| Адрес катушки  | 2           | 0~0xFFFF        |

|                                   |   |                   |
|-----------------------------------|---|-------------------|
| Данные о силе (состояние катушки) | 2 | 0×0000 или 0xFF00 |
| Проверка ошибок CRC               | 2 |                   |

Таблица 4.10. - Пример аномальной реакции Force Single Coil

| Имя поля            | Длина байта | Пример значения |
|---------------------|-------------|-----------------|
| Имя поля            | Длина байта | Пример значения |
| Адрес ведомого      | 1           | 1~200           |
| Код функции         | 1           | 0×85            |
| Аномальный код      | 1           | 01~04           |
| Проверка ошибок CRC | 2           |                 |

Значение 0xFF00 принудительно включает катушку, а 0×0000 принудительно выключает катушку. Все остальные значения недопустимы и не повлияют на катушку. Например: В следующем примере загрузка находится в удаленном управлении по адресу 0×01 ведомого устройства.

Например:

В следующем примере загрузка находится в удаленном управлении по адресу 0×01 ведомого устройства.

Из таблицы 4.18 мы знаем, что удаленный адрес PC1 — 0×0510.

Запрос: 0×01 0×05 0×05 0×00 0xFF 0×00 0×8C 0xF6  
Соответствующий ответ: 0×01 0×05 0×05 0×00 0xFF 0×00 0×8C 0xF6

### 3. Чтение реестров удержания (0×03)

Таблица 4.11 - Чтение примера запроса к регистрам удержания

| Имя поля       | Длина байта | Пример значения |
|----------------|-------------|-----------------|
| Адрес ведомого | 1           | 1~200           |
| Код функции    | 1           | 0×03            |

|                     |   |          |
|---------------------|---|----------|
| Начальный адрес     | 2 | 0~0xFFFF |
| Номер пункта        | 2 | n=1~32   |
| Проверка ошибок CRC | 2 |          |

Таблица 4.12 - Чтение примера запроса к регистрам удержания

| Имя поля            | Длина байта | Пример значения |
|---------------------|-------------|-----------------|
| Адрес ведомого      | 1           | 1~200           |
| Код функции         | 1           | 0×03            |
| Количество байт     | 1           | 2*n             |
| Данные              | 2*n         |                 |
| Проверка ошибок CRC | 2           |                 |

Таблица 4.13 - Чтение примера запроса к регистрам удержания

| Имя поля            | Длина байта | Пример значения |
|---------------------|-------------|-----------------|
| Адрес ведомого      | 1           | 1~200           |
| Код функции         | 1           | 0×83            |
| Аномальный код      | 1           | 01~04           |
| Проверка ошибок CRC | 2           |                 |
| Проверка ошибок CRC | 2           |                 |

Например:

В следующем примере считывается текущее значение напряжения по адресу ведомого устройства 0×01.

Из таблицы 4.19 мы знаем, что адрес регистра текущего значения напряжения равен 0×0B00,

Запрос: 0×01 0×03 0×0B 0×00 0×00 0×02 0xC6 0×2F

Соответствующая нормальная характеристика: 0×01 0×03 0×04 0×41 0×20 0×00 0×2A 0×6E 0×1A, среди которых 0×41 0×20 0×00 0×2A - значение напряжения считывания, соответствующее число с плавающей запятой - 10 В.

#### 4. Предустановленные множественные регистры (0×10)

Таблица 4.14 - Предустановленный пример запроса с несколькими регистрами

| Имя поля                 | Длина байта | Пример значения |
|--------------------------|-------------|-----------------|
| Адрес ведомого           | 1           | 1~200           |
| Код функции              | 1           | 0×10            |
| Начальный адрес          | 2           | 0~0xFFFF        |
| Нет. реестров            | 2           | n=1~32          |
| Количество байтов        | 1           | 2*n             |
| Предустановленные данные | 2*n         |                 |
| Проверка ошибок CRC      | 2           |                 |

Таблица 4.15 - Предустановленный пример ответа на несколько регистров

| Имя поля        | Длина байта | Пример значения |
|-----------------|-------------|-----------------|
| Имя поля        | Длина байта | Пример значения |
| Адрес ведомого  | 1           | 1~200           |
| Код функции     | 1           | 0×10            |
| Начальный адрес | 2           | 0~0xFFFF        |

|                     |   |   |
|---------------------|---|---|
| Номер регистров     | 2 | N |
| Проверка ошибок CRC | 2 |   |
| Проверка ошибок CRC | 2 |   |

Таблица 4.16 - Предустановленный пример ответа на несколько регистров

| Имя поля            | Длина байта | Пример значения |
|---------------------|-------------|-----------------|
| Адрес ведомого      | 1           | 1~200           |
| Код функции         | 1           | 0×10            |
| Начальный адрес     | 2           | 0~0xFFFF        |
| Номер регистров     | 2           | N               |
| Проверка ошибок CRC | 2           |                 |
| Проверка ошибок CRC | 2           |                 |
| Проверка ошибок CRC | 2           |                 |

Таблица 4.17 - Предустановленный пример ответа на несколько регистров

| Имя поля            | Длина байта | Пример значения |
|---------------------|-------------|-----------------|
| Адрес ведомого      | 1           | 1~200           |
| Код функции         | 1           | 0×90            |
| Аномальный код      | 1           | 01~04           |
| Проверка ошибок CRC | 2           |                 |

Например:

В следующем примере устанавливается постоянный ток нагрузки I<sub>FIX</sub> равным 2,3 А по адресу ведомого устройства 0×01.

Из таблицы 4.19 мы знаем, что адрес регистра IFIX 0×0A01, плавающая точка занимает длину в два слова.

Запрос: 0×01 0×10 0×0A 0×01 0×00 0×02 0×04 0×40 0×13 0×33 0×33 0xFC 0×23

Соответствующая нормальная реакция: 0×01 0×10 0×0A 0×01 0×00 0×02 0×13 0xD0

## 4.8.7 Катушка с распределением адресов регистров

Таблица 4.18 Определение биты катушки

| Имя       | Адрес  | Бит | Свойства | Описание                                                                                                                                  |
|-----------|--------|-----|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PC1       | 0×0500 | 1   | W/R      | Когда бит состояния дистанционного управления равен 1, передняя панель клавиш не работает                                                 |
| PC2       | 0×0501 | 1   | W/R      | Когда локальный запретительный бит равен 1, не позволяйте использовать клавишу "Shift +7" для перехватывания управления передней панелью. |
| TRIG      | 0×0502 | 1   | W/R      | Триггер с тегом: запускается программным обеспечением один раз                                                                            |
| REMOTE    | 0×0503 | 1   | W/R      | 1: дистанционное входное напряжение                                                                                                       |
| ISTATE    | 0×0510 | 1   | R        | Состояние входа: 1- вход ВКЛ, 0- вход ВЫКЛ                                                                                                |
| TRACK     | 0×0511 | 1   | R        | Статус отслеживания: слежение за 1 напряжением; 0-отслеживание тока                                                                       |
| MEMORY    | 0×0512 | 1   | R        | 1: память входного состояния                                                                                                              |
| VOICEEN   | 0×0513 | 1   | R        | 1: звук клавиш ВКЛ/ВЫКЛ                                                                                                                   |
| CONNECT   | 0×0514 | 1   | R        | 1: мульти 0 = одинарный                                                                                                                   |
| ATEST     | 0×0515 | 1   | R        | 1: Автоматический тестовый режим                                                                                                          |
| ATESTUN   | 0×0516 | 1   | R        | 1: Автоматический тестовый шаблон, ожидающий срабатывания                                                                                 |
| ATESTPASS | 0×0517 | 1   | R        | 1: успех автоматического теста, 0: автоматический тест не пройден                                                                         |
| IOVER     | 0×0520 | 1   | R        | 1: повышенный ток - тег                                                                                                                   |

|         |        |   |   |                                       |
|---------|--------|---|---|---------------------------------------|
| UOVER   | 0×0521 | 1 | R | 1: повышенное напряжение - тег        |
| POVER   | 0×0522 | 1 | R | 1: повышенная мощность - тег          |
| HEAT    | 0×0523 | 1 | R | 1: перегрев - тег                     |
| REVERSE | 0×0524 | 1 | R | 1: переполюсовка - тег                |
| UNREG   | 0×0525 | 1 | R | 1: ошибка регистрации параметра - тег |
| ERREP   | 0×0526 | 1 | R | 1: Тег ошибки EPPROM                  |
| ERRCAL  | 0×0527 | 1 | R | 1: Тег ошибки калибровочных данных    |

Таблица 4.19 Определение области регистрации XRAM

| Имя       | Адрес  | Бит | Свойства | Описание                                                           |
|-----------|--------|-----|----------|--------------------------------------------------------------------|
| CMD       | 0×0A00 | 1   | V/P      | Регистр команды: нижний 8 бит эффективный, старшие 8 бит пустые    |
| IFIX      | 0×0A01 | 2   | V/P      | Регистр постоянного тока: двойного типа                            |
| UFIX      | 0×0A03 | 2   | V/P      | Регистр постоянного напряжения, двойного типа                      |
| PFIX      | 0×0A05 | 2   | V/P      | Регистр постоянной мощности, двойного типа                         |
| RFIX      | 0×0A07 | 2   | V/P      | Регистр постоянного сопротивления: двойного типа                   |
| TMCCS     | 0×0A09 | 2   | V/P      | Регистр времени нарастания тока плавного пуска, двойного типа      |
| TMCVS     | 0×0A0B | 2   | V/P      | Регистр времени нарастания напряжения плавного пуска, двойной тип  |
| UCCONSET  | 0×0A0D | 2   | V/P      | Регистр напряжения нагрузки постоянного тока :d укл-тип            |
| UCCOFFSET | 0×0A0F | 2   | V/P      | Регистр напряжения разгрузки постоянного тока, двухтипный          |
| UCVONSET  | 0×0A11 | 2   | V/P      | Регистр напряжения нагрузки постоянного напряжения :d укл-тип      |
| UCVOFFSET | 0×0A13 | 2   | V/P      | Регистр напряжения постоянного напряжения без нагрузки, двухтипный |

|           |        |   |     |                                                                                |
|-----------|--------|---|-----|--------------------------------------------------------------------------------|
| UCPONSET  | 0×0A15 | 2 | V/P | Регистр напряжения постоянной мощности, двухтипный                             |
| UCPOFFSET | 0×0A17 | 2 | V/P | Регистр напряжения постоянной мощности на выходе, двухтипный                   |
| UCRONSET  | 0×0A19 | 2 | V/P | Регистр напряжения нагрузки с постоянным сопротивлением, двухтипный            |
| UCROFFSET | 0×0A1B | 2 | V/P | Регистр напряжения разгрузки с постоянным сопротивлением, двойной тип          |
| UCCCV     | 0×0A1D | 2 | V/P | Регистр постоянного напряжения при сдвиге постоянного тока: двойного типа      |
| UCCCV     | 0×0A1F | 2 | V/P | Регистр постоянного напряжения с постоянным сдвигом сопротивления, двойной тип |
| IA        | 0×0A21 | 2 | V/P | динамический режим Регистр фазового тока, двухтипный                           |
| IB        | 0×0A23 | 2 | V/P | регистр тока фазы В в динамическом режиме, двухтипный                          |
| TMAWD     | 0×0A25 | 2 | V/P | динамический режим А широтно-импульсные регистры, двойного типа                |
| TMBWD     | 0×0A27 | 2 | V/P | динамический режим В широтно-импульсных регистров, двухтипный                  |
| TMTRANRIS | 0×0A29 | 2 | V/P | Регистр времени нарастания в динамическом режиме, двухтипный                   |
| TMTRANFAL | 0×0A2B | 2 | V/P | Динамическая модель регистра времени падения двойного типа                     |
| MODETRAN  | 0×0A2D | 1 | V/P | Регистр динамического режима, тип u16                                          |
| UBATTEND  | 0×0A2E | 2 | V/P | Регистр испытательного напряжения батареи, двойной тип                         |
| BATT      | 0×0A30 | 2 | V/P | Регистр емкости аккумуляторной батареи, двойной тип                            |
| SERLIST   | 0×0A32 | 1 | V/P | Регистр серийных номеров LIST, тип u16                                         |
| SERATEST  | 0×0A33 | 1 | V/P | Автоматический регистр серийных номеров для проверки, тип u16                  |
| IMAX      | 0×0A34 | 2 | V/P | Максимальный регистр тока, тип double                                          |
| UMAX      | 0×0A36 | 2 | V/P | Регистр максимального напряжения, двойной тип                                  |

|           |        |   |     |                                                                          |
|-----------|--------|---|-----|--------------------------------------------------------------------------|
| PMAX      | 0×0A38 | 2 | B/P | Регистр максимальной мощности , двойной тип                              |
| ILCAL     | 0×0A3A | 2 | B/P | Калибровочный ток нижнего предела целевого значения двойного типа        |
| IHCAL     | 0×0A3C | 2 | B/P | Текущее значение калибровочной мишени высокого класса, двойной тип       |
| ULCAL     | 0×0A3E | 2 | B/P | Низкое значение калибровочного целевого напряжения, двойной тип          |
| UHCAL     | 0×0A40 | 2 | B/P | Напряжение высокого класса калибровочного целевого значения, двойной тип |
| TAGSCAL   | 0×0A42 | 1 | B/P | Тег состояния калибровки, тип u16                                        |
| U         | 0×0B00 | 2 | R   | Регистр напряжения, двойной тип                                          |
| I         | 0×0B02 | 2 | R   | Текущий регистр, двойной тип                                             |
| SETMODE   | 0×0B04 | 1 | R   | Регистр режима работы, тип u16e                                          |
| INPUTMODE | 0×0B05 | 1 | R   | Регистр входного состояния, тип u16                                      |
| MODEL     | 0×0B06 | 1 | R   | Модель регистра, тип u16                                                 |
| EDITION   | 0×0B07 | 1 | R   | Номер версии программного обеспечения Register, тип U16                  |

#### 4.8.8 Определение CMD регистра команд

Таблица 4.20 Определение CMD регистра команд

| Определение   | Значение CMD | Описание |
|---------------|--------------|----------|
| CC            | 1            |          |
| CV            | 2            |          |
| CW            | 3            |          |
| CR            | 4            |          |
| CC Soft Start | 20           |          |

|                               |    |  |
|-------------------------------|----|--|
| Dynamic Mode                  | 25 |  |
| Short Circuit Mode            | 26 |  |
| List Mode                     | 27 |  |
| CC Loading And Unloading Mode | 30 |  |
| CV Loading And Unloading Mode | 31 |  |
| CW Loading And Unloading Mode | 32 |  |
| CR Loading And Unloading Mode | 33 |  |
| CC Mode Switch To CV Mode     | 34 |  |
| CR Mode Switch To CV Mode     | 36 |  |
| Battery Test Mode             | 38 |  |
| CV Soft Start                 | 39 |  |
| Changing System Parameters    | 41 |  |
| Input ON                      | 42 |  |
| Input OFF                     | 43 |  |

#### 4.8.9 Описание общей функции работы

Таблица 4.21 Работа с дистанционным управлением

| Операция                  | Регистр | Значение | Описание     |
|---------------------------|---------|----------|--------------|
| Силовая одиночная катушка | PC1     | 1        | Обязательный |

Таблица 4.22 Отмена работы дистанционного управления

| Операция                  | Регистр | Значение | Описание     |
|---------------------------|---------|----------|--------------|
| Силовая одиночная катушка | PC1     | 0        | Обязательный |

Таблица 4.23 Операции по запрету управления:

| Операция                  | Регистр | Значение | Описание     |
|---------------------------|---------|----------|--------------|
| Силовая одиночная катушка | PC2     | 1        | Обязательный |

Таблица 4.24 Локальные разрешения

| Операция                  | Регистр | Значение | Описание     |
|---------------------------|---------|----------|--------------|
| Силовая одиночная катушка | PC2     | 0        | Обязательный |

Таблица 4.25 Включение

| Операция                         | Регистр | Значение | Описание     |
|----------------------------------|---------|----------|--------------|
| Предустановленные мультирегистры | CMD     | 42       | Обязательный |

Таблица 4.26 Выключение

| Операция                         | Регистр | Ценность | Описание     |
|----------------------------------|---------|----------|--------------|
| Предустановленные мультирегистры | CMD     | 43       | Обязательный |

Таблица 4.27 Работа при коротком замыкании:

| Операция                         | Регистр | Значение | Описание     |
|----------------------------------|---------|----------|--------------|
| Предустановленные мультирегистры | CMD     | 26       | Обязательный |

Таблица 4.28 Работа при коротком замыкании:

| Операция                         | Регистр | Значение | Описание     |
|----------------------------------|---------|----------|--------------|
| Предустановленные мультирегистры | CMD     | 26       | Обязательный |

Таблица 4.29 Режим работы CC:

| Операция                         | Регистр | Значение | Описание       |
|----------------------------------|---------|----------|----------------|
| Предустановленные мультирегистры | IFIX    | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | CMD     | 1        | Обязательный   |

Таблица 4.30 Работа в режиме CV

| Операция                         | Регистр | Значение | Описание       |
|----------------------------------|---------|----------|----------------|
| Предустановленные мультирегистры | UFIX    | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | CMD     | 2        | Обязательный   |

Таблица 4.31 Режим работы CW

| Операция                         | Регистр | Значение | Описание       |
|----------------------------------|---------|----------|----------------|
| Предустановленные мультирегистры | PFIX    | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | CMD     | 3        | Обязательный   |

Таблица 4.32 Режим работы CR

| Операция                         | Регистр | Значение | Описание       |
|----------------------------------|---------|----------|----------------|
| Предустановленные мультирегистры | RFIX    | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | CMD     | 4        | Обязательный   |

Таблица 4.33 Режим плавного пуска CC

| Операция                         | Регистр | Значение | Описание       |
|----------------------------------|---------|----------|----------------|
| Предустановленные мультирегистры | IFIX    | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | TMCCS   | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | CMD     | 20       | Обязательный   |

Таблица 4.34 Плавный пуск в режиме CV:

| Операция                         | Регистр | Значение | Описание       |
|----------------------------------|---------|----------|----------------|
| Предустановленные мультирегистры | UFIX    | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | TMCVS   | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | CMD     | 39       | Обязательный   |

Таблица 4.35 Режим включения и выключения CC

| Операция                         | Регистр | Значение | Описание       |
|----------------------------------|---------|----------|----------------|
| Предустановленные мультирегистры | IFIX    | Двойной  | Необязательный |

|                                  |           |         |                |
|----------------------------------|-----------|---------|----------------|
| Предустановленные мультирегистры | UCCONSET  | Двойной | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | UCCOFFSET | Двойной | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | CMD       | 30      | Обязательный   |

Таблица 4.36 Режим включения и выключения CV

| Операция                         | Регистр   | Значение | Описание       |
|----------------------------------|-----------|----------|----------------|
| Предустановленные мультирегистры | UFIX      | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | UCVONSET  | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | UCVOFFSET | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | CMD       | 31       | Обязательный   |

Таблица 4.37 Режим включения и выключения CW

| Операция                         | Регистр   | Значение | Описание       |
|----------------------------------|-----------|----------|----------------|
| Предустановленные мультирегистры | PFIX      | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | UCPONSET  | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | UCPOFFSET | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | CMD       | 32       | Обязательный   |

Таблица 4.38 Режим включения и выключения CV

| Операция                         | Регистр | Значение | Описание       |
|----------------------------------|---------|----------|----------------|
| Предустановленные мультирегистры | IFIX    | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | UCCCV   | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | CMD     | 34       | обязательный   |
| Предустановленные мультирегистры | CMD     | 32       | обязательный   |

Таблица 4.39 Переключение режима CR в режим CR

| Операция                         | Регистр | Значение | Описание           |
|----------------------------------|---------|----------|--------------------|
| Предустановленные мультирегистры | RFIX    | Двойной  | Необязательный     |
| Предустановленные мультирегистры | UCRCV   | Двойной  | Необязательный     |
| Предустановленные мультирегистры | CMD     | 35       | Обязательный выбор |

Таблица 4.40 Режим проверки батареи

| Операция                         | Регистр  | Значение | Описание       |
|----------------------------------|----------|----------|----------------|
| Предустановленные мультирегистры | IFIX     | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | UBATTEND | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | CMD      | 38       | Обязательный   |

Таблица 4.41 Режим динамического испытания

| Операция                         | Регистр   | Значение | Описание       |
|----------------------------------|-----------|----------|----------------|
| Предустановленные мультирегистры | IA        | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | IB        | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | TMAWD     | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | TMBWD     | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | TMTRANRIS | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | TMTRANFAL | Двойной  | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | MODETRAN  | 0~2      | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | CMD       | 25       | Обязательный   |

Таблица 4.42 Режим настройки системных параметров:

| Операция                         | Регистр | Значение      | Описание       |
|----------------------------------|---------|---------------|----------------|
| Предустановленные мультирегистры | IMAX    | Двойной       | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | UMAX    | Двойной       | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | PMAX    | Двойной       | Необязательный |
| Силовая одиночная катушка        | REMOTE  | 0xFF00/0×0000 | Необязательный |
| Предустановленные мультирегистры | CMD     | 41            | обязательный   |

## 4.9. Дистанционное управление

Интерфейсный разъем DB9 на задней панели поставщика питания может быть переведен на интерфейс RS232 через кабель сдвига уровня напряжения (М-131 или М-133), следующая информация подскажет вам, как использовать компьютер для управления выходом источника питания. Перед выполнением удаленного режима работы, пожалуйста, используйте кабель сдвига уровня напряжения (М-131 или М-133), так как М-131 или М-133 может не только преобразовывать уровень напряжения TTL в сигнал RS232, но и соединять интерфейсный разъем DB9 с последовательным интерфейсом компьютера

### 4.9.1 Кабель связи М-131 или М-133

Интерфейсный разъем DB9 на задней панели электронной нагрузки постоянного тока обеспечивает уровень напряжения TTL; Коммуникационный кабель (М-131 или М-133) может использоваться для подключения интерфейсного разъема DB9 электронного устройства и интерфейсного разъема RS-232 ПК для обеспечения удаленного управления/связи.



Рисунок 4.17 - М-131



Рисунок 4.18 - М-133

## 4.9.2 Связь между блоком питания и ПК

Интерфейсный разъем DB9 на задней панели электронной нагрузки может быть переведен на интерфейс RS232 через кабель сдвига уровня напряжения (М-131 или М-133). Следующие инструкции помогут вам понять, как управлять выходом источника питания с помощью ПК.

### 1. Настройка RS232

Перед использованием удаленного режима работы убедитесь, что скорость передачи данных и адрес порта связи электронной нагрузки постоянного тока такие же, как и в программном обеспечении ПК, в противном случае связь не будет установлена. Вы можете изменить скорость передачи данных и адрес порта связи с передней панелью загрузки или сопоставить их с ПК в настройках компьютера для новых устройств:

- Скорость передачи данных: 9600 (4800, 9600, 19200, 38400, которые можно выбрать в меню на передней панели.)
- Бит данных: 8
- Стоповый бит: 1
- (4) Четность: (нет, чет, нечет)

## 2. Последовательный интерфейс DB9

Таблица 4.43 Последовательный интерфейс DB9, описание контактов.

| Номер контакта | Описание        |
|----------------|-----------------|
| 1              | +5 В            |
| 2              | TXD             |
| 3              | RXD             |
| 4              | Не используется |
| 5              | GND             |
| 6              | не используется |
| 7              |                 |
| 8              |                 |

Выходом интерфейса DB9 на задней панели является уровень напряжения TTL, поэтому выводы кабеля сдвига уровня напряжения (M-131 или M-133) должны быть настроены в соответствии с ПК перед подключением интерфейса DB9 к последовательному интерфейсу на ПК.

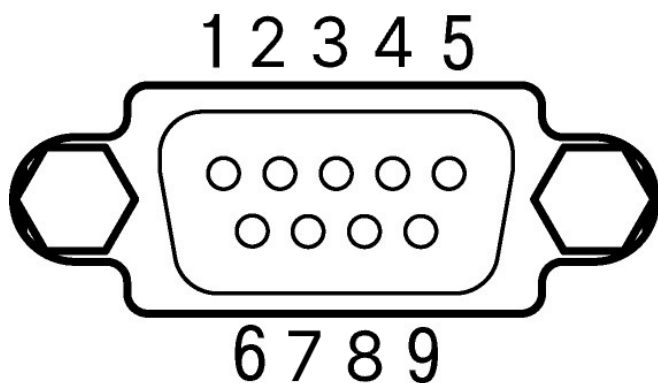


Рисунок 4.19 - Последовательный интерфейс DB9

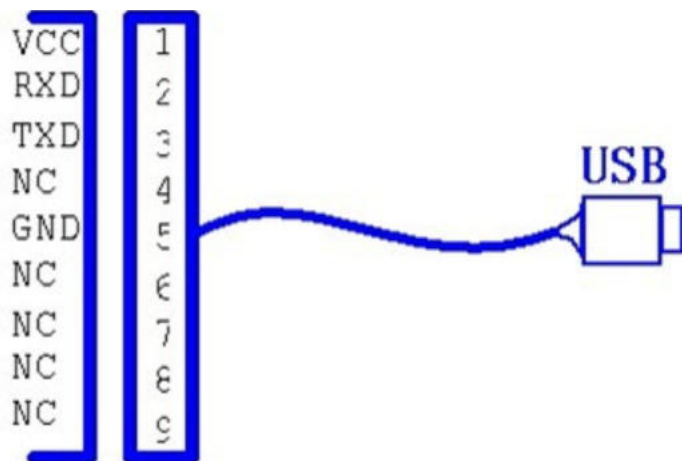


Рисунок 4.21 - М-133 Кабельный ПК со сдвигом уровня напряжения



Рисунок 4.22 - М-131 Кабельный ПК со сдвигом уровня напряжения

## 5. Приложение

### 5.1. Приложение А: Методика проверки



## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на нагрузки электронные программируемые VERDO (далее – нагрузки), изготавливаемые Maunuo Electronic Co., Ltd., Китай, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость нагрузки к ГЭТ 13-2023 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 года № 1520, ГЭТ 4-91 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 года № 2091, ГЭТ 14-2014 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 года № 3456.

1.3 Допускается проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.4 Поверка нагрузки должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.5 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки, – косвенный метод измерений, прямой метод измерений, метод непосредственного сличения.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

### Примечания:

1. При использовании настоящей методики поверки целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов на актуальность на момент применения методики поверки.

2. Если ссылочный нормативный документ заменен (изменен), то при использовании настоящей методики следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции поверки                                                        | Обязательность выполнения операций поверки при |                       | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                      | первичной поверке                              | периодической поверке |                                                                                                |
| Внешний осмотр средства измерений                                                    | Да                                             | Да                    | 7                                                                                              |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений                                | Да                                             | Да                    | 8                                                                                              |
| Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Да                                             | Да                    | 8.1                                                                                            |
| Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)              | Да                                             | Да                    | 8.2                                                                                            |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....                                                              | 3  |
| 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....                                 | 3  |
| 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....                                      | 4  |
| 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....                            | 4  |
| 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....                  | 5  |
| 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ<br>ПОВЕРКИ .....       | 6  |
| 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....                                             | 6  |
| 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....                        | 7  |
| 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....                         | 7  |
| 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ                      | 7  |
| 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ<br>МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ..... | 10 |
| 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....                                              | 12 |

| Наименование операции поверки                                                                    | Обязательность выполнения операций поверки при |                       | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                  | первичной поверке                              | периодической поверке |                                                                                                |
| Проверка программного обеспечения средства измерений                                             | Да                                             | Да                    | 9                                                                                              |
| Определение метрологических характеристик средства измерений                                     | Да                                             | Да                    | 10                                                                                             |
| Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока                         | Да                                             | Да                    | 10.1                                                                                           |
| Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока                               | Да                                             | Да                    | 10.2                                                                                           |
| Определение абсолютной погрешности измерений электрической мощности постоянного тока             | Да                                             | Да                    | 10.3                                                                                           |
| Определение абсолютной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока                   | Да                                             | Да                    | 10.4                                                                                           |
| Определение абсолютной погрешности воспроизведений силы постоянного тока                         | Да                                             | Да                    | 10.5                                                                                           |
| Определение абсолютной погрешности воспроизведений электрической мощности постоянного тока       | Да                                             | Да                    | 10.6                                                                                           |
| Определение абсолютной погрешности воспроизведений электрического сопротивления постоянному току | Да                                             | Да                    | 10.7                                                                                           |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям                        | Да                                             | Да                    | 11                                                                                             |

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс  $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,0 кПа.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые нагрузки и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки             | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки                                                                                                                                                                                      | Перечень рекомендуемых средств поверки                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Основные средства поверки</b>                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                             |
| п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений | Эталоны единицы электрического сопротивления постоянному току, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456.<br>Мера с номинальными значениями электрического сопротивления постоянного тока от 0,001 до 10 Ом.        | Шунты токовые АКИП-7501, рег. № 49121-12.                                                                                   |
|                                                                    | Эталоны единицы электрического сопротивления постоянному току, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456.<br>Мера с номинальными значениями электрического сопротивления постоянного тока 75 мкОм.                  | Шунты измерительные стационарные с ограниченной взаимозаменяемостью 75ШИСВ.1, модификация 75ШИСВ-1000-0,2, рег. № 24112-02. |
|                                                                    | Эталоны единицы постоянного напряжения и электродвижущей силы, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520.<br>Средства измерений постоянного напряжения и электродвижущей силы в диапазоне измерений: от 0 до 600 В. | Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03.                                                                                          |
|                                                                    | Эталоны единицы постоянного напряжения и электродвижущей силы, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520.<br>Средства измерений постоянного напряжения и электродвижущей силы в диапазоне измерений: от 0 до 0,2 В. | Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03.                                                                                          |
| <b>Вспомогательные средства поверки</b>                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                             |
| п. 8.1 Контроль условий поверки                                    | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне                                                                                                                                                                                                                           | Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М».                                                                           |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Перечень рекомендуемых средств поверки            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)<br>р. 9 Проверка программного обеспечения средства измерений<br>р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений                                                                                                                                                 | от +20 °С до +30 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 1$ °С;<br>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 3$ %;<br>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,0 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа. | рег. № 32014-11.                                  |
| р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений                                                                                                                                                                                                                                                                             | Источники с диапазоном воспроизведений напряжения постоянного тока от 0 до 600 В, диапазоном воспроизведений силы постоянного тока от 0 до 480 А.                                                                                                                                                                                                                                                     | Вспомогательный источник питания постоянного тока |
| Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, а также другое вспомогательное оборудование, удовлетворяющее техническим требованиям, указанным в таблице. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                   |

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые нагрузки и применяемые средства поверки.

### 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Нагрузка допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид нагрузки соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- соблюдаются требования по защите нагрузки от несанкционированного вмешательства согласно описанию типа;
- отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и нагрузка допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, нагрузка к дальнейшей поверке не допускается.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемую нагрузку и на применяемые средства поверки;
- выдержать нагрузку в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;
- провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование нагрузки проводить в следующей последовательности:

- 1) Включить нагрузку согласно эксплуатационной документации (далее – ЭД).
- 2) Убедиться, что при подаче на нагрузку напряжения питания произошло успешное самотестирование нагрузки, и на дисплее появился список режимов испытаний.

Нагрузка допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании выполняются все вышеуказанные требования.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку встроенного программного обеспечения (далее – ПО) нагрузки проводить в следующей последовательности:

- 1) Включить нагрузку согласно эксплуатационной документации (далее – ЭД).
- 2) Считать номер версии ПО при включении экрана нагрузки.

Нагрузка допускается к дальнейшей поверке, если идентификационные данные встроенного программного обеспечения соответствуют идентификационным данным, указанным в описании типа.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного проводить при помощи мультиметра 3458А и вспомогательного источника питания постоянного тока (далее – источник) в следующей последовательности:

- 1) собрать схему, приведенную на рисунке 1;



Рисунок 1 – Структурная схема определения абсолютной погрешности измерений/воспроизведений напряжения постоянного тока

- 2) включить нагрузку и средства поверки согласно их ЭД;
- 3) последовательно воспроизвести с выходного канала источника пять значений напряжения постоянного тока, соответствующих от 0 % до 5 %, от 20 % до 30 %, от 45 % до 55 %, от 70 % до 80 %, от 95 % до 100 % от верхнего предела диапазона измерений;
- 4) измерить мультиметром 3458А и нагрузкой значения напряжения постоянного тока на выходном канале источника для каждого воспроизводимого сигнала;

5) определить абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока по формуле (1), указанной в разделе 11.

#### 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока

Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока проводить при помощи мультиметра 3458А, источника, шунтов измерительных стационарных с ограниченной взаимозаменяемостью 75 ШИСВ.1 или шунта токового АКИП-7501 (далее – шунт) в следующей последовательности:

1) собрать схему, приведенную на рисунке 2;

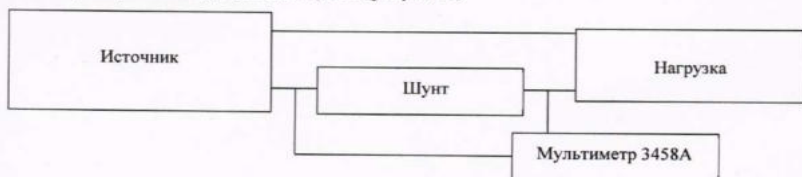


Рисунок 2 – Структурная схема определения абсолютной погрешности измерений/воспроизведений силы постоянного тока

2) в зависимости от модификации поверяемой нагрузки выбрать шунт таким образом, чтобы сила тока, измеряемая нагрузкой, не превышала максимально допустимой силы тока шунта;

3) последовательно воспроизвести с выходного канала источника пять значений силы постоянного тока, соответствующих от 0 % до 5 %, от 20 % до 30 %, от 45 % до 55 %, от 70 % до 80 %, от 95 % до 100 % диапазона измерений;

4) измерить мультиметром 3458А значения падения напряжения на шунте и нагрузкой значения силы постоянного тока;

5) определить абсолютную погрешность измерений силы постоянного тока по формуле (2), указанной в разделе 11.

#### 10.3 Определение абсолютной погрешности измерений электрической мощности постоянного тока

Определение абсолютной погрешности измерений электрической мощности постоянного тока проводить при помощи мультиметров 3458А, источника, шунта в следующей последовательности:

1) собрать схему, приведенную на рисунке 3;



Рисунок 3 - Структурная схема определения абсолютной погрешности измерений/воспроизведений электрической мощности постоянного тока

2) последовательно воспроизвести с выходного канала источника значения силы и напряжения постоянного тока, соответствующие пяти значениям электрической мощности постоянного тока от 0 % до 5 %, от 20 % до 30 %, от 45 % до 55 %, от 70 % до 80 %, от 95 % до 100 % диапазона измерений;

3) измерить мультиметрами 3458А значения падения напряжения на шунте, значения напряжения постоянного тока и нагрузкой значения электрической мощности постоянного тока;

4) определить абсолютную погрешность измерений электрической мощности постоянного тока по формуле (4), указанной в разделе 11.

#### 10.4 Определение абсолютной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока

Определение абсолютной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока проводить при помощи мультиметра 3458А и источника в следующей последовательности:

1) собрать схему, приведенную на рисунке 1;

2) включить нагрузку и средства поверки согласно их ЭД;

3) последовательно воспроизвести с выходного канала источника пять значений напряжения постоянного тока, соответствующих 7 %, 27 %, 52 %, 77 %, 100 % от верхнего предела диапазона воспроизведений напряжения постоянного тока нагрузки, при этом на нагрузке установить соответственно пять значений напряжения постоянного тока, соответствующих 5 %, 25 %, 50 %, 75 %, 98 % от верхнего предела диапазона воспроизведений;

4) измерить мультиметром 3458А и зафиксировать воспроизводимые нагрузкой значения напряжения постоянного тока на выходном канале источника для каждого воспроизводимого сигнала;

5) определить абсолютную погрешность воспроизведений напряжения постоянного тока по формуле (1), указанной в разделе 11.

#### 10.5 Определение абсолютной погрешности воспроизведений силы постоянного тока

Определение абсолютной погрешности воспроизведений силы постоянного тока проводить при помощи мультиметра 3458А, источника, шунта в следующей последовательности:

1) собрать схему, приведенную на рисунке 2;

2) в зависимости от модификации поверяемой нагрузки выбрать шунт таким образом, чтобы сила тока, воспроизводимая нагрузкой, не превышала максимально допустимой силы тока шунта;

3) последовательно воспроизвести с выходного канала источника пять значений силы постоянного тока, соответствующих 7 %, 27 %, 52 %, 77 %, 100 % диапазона воспроизведений силы постоянного тока нагрузки, при этом на нагрузке установить соответственно пять значений силы постоянного тока, соответствующих 5 %, 25 %, 50 %, 75 %, 98 % диапазона воспроизведений;

4) измерить мультиметром 3458А значения падения напряжения на шунте и зафиксировать воспроизводимые нагрузкой значения силы постоянного тока;

5) определить абсолютную погрешность воспроизведений силы постоянного тока по формуле (2), указанной в разделе 11.

#### 10.6 Определение абсолютной погрешности воспроизведений электрической мощности постоянного тока

Определение абсолютной погрешности воспроизведений электрической мощности постоянного тока проводить при помощи мультиметров 3458А, источника, шунта в следующей последовательности:

1) собрать схему, приведенную на рисунке 3;

2) последовательно воспроизвести с выходного канала источника значения силы и напряжения постоянного тока, соответствующие пяти значениям электрической мощности

постоянного тока, соответствующих 7 %, 27 %, 52 %, 77 %, 100 % диапазона воспроизведений электрической мощности постоянного тока нагрузки, при этом на нагрузке установить соответственно пять значений электрической мощности постоянного тока, соответствующих 5 %, 25 %, 50 %, 75 %, 98 % диапазона воспроизведений;

3) измерить мультиметрами 3458А значения падения напряжения на шунте, значения напряжения постоянного тока и зафиксировать воспроизводимые нагрузкой значения электрической мощности постоянного тока;

4) определить абсолютную погрешность воспроизведений электрической мощности постоянного тока по формуле (4), указанной в разделе 11.

**10.7 Определение абсолютной погрешности воспроизведений электрического сопротивления постоянному току**

Определение абсолютной погрешности воспроизведений электрического сопротивления постоянному току проводить при помощи мультиметров 3458А, источника, шунта в следующей последовательности:

1) собрать схему, приведенную на рисунке 3;

2) последовательно воспроизвести с выходного канала источника значения силы и напряжения постоянного тока, соответствующие пяти значениям электрического сопротивления постоянному току, соответствующих 7 %, 27 %, 52 %, 77 %, 100 % диапазона воспроизведений электрического сопротивления постоянному току при этом на нагрузке установить соответственно пять значений электрического сопротивления постоянному току, соответствующих 5 %, 25 %, 50 %, 75 %, 98 % диапазона воспроизведений;

3) измерить мультиметрами 3458А значения падения напряжения на шунте, значения напряжения постоянного тока и зафиксировать воспроизводимые нагрузкой значения электрического сопротивления постоянному току;

4) определить абсолютную погрешность воспроизведений электрического сопротивления постоянному току по формуле (6), указанной в разделе 11.

## **11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ**

**11.1 Абсолютная погрешность измерений/воспроизведений напряжения постоянного тока  $\Delta U$ , В, рассчитывается по формуле:**

$$\Delta U = U_{\text{изм/восп}} - U_{\text{действ}} \quad (1)$$

где  $U_{\text{изм/восп}}$  – значение напряжения постоянного тока, измеренное/воспроизводимое поверяемой нагрузкой, В;

$U_{\text{действ}}$  – действительное значение напряжения постоянного тока, измеренное мультиметром 3458А, В.

**11.2 Абсолютная погрешность измерений/воспроизведений силы постоянного тока  $\Delta I$ , А, рассчитывается по формуле:**

$$\Delta I = I_{\text{изм/восп}} - I_{\text{действ}} \quad (2)$$

где  $I_{\text{изм/восп}}$  – значение силы постоянного тока, измеренное/воспроизводимое поверяемой нагрузкой, А;

$I_{\text{действ}}$  – действительное значение силы постоянного тока, А.

Действительное значение силы постоянного тока  $I_{\text{действ}}$ , А, рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{действ}} = \frac{U_{\text{действ}}}{R_{\text{шунта}}} \quad (3)$$

где  $U_{\text{действ}}$  – значения падения напряжения постоянного тока на шунте, измеренное мультиметром 3458A, В;

$R_{\text{шунта}}$  – действительное сопротивление шунта постоянному току, Ом.

11.3 Абсолютная погрешность измерений/воспроизведений электрической мощности постоянного тока  $\Delta P$ , Вт, рассчитывается по формуле:

$$\Delta P = P_{\text{изм/восп}} - P_{\text{действ}} \quad (4)$$

где  $P_{\text{изм/восп}}$  – значение электрической мощности постоянного тока, измеренное/воспроизводимое поверяемой нагрузкой, Вт;

$P_{\text{действ}}$  – действительное значение электрической мощности постоянного тока, Вт.

Действительное значение электрической мощности постоянного тока  $P_{\text{действ}}$ , Вт, рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{действ}} = U_{\text{действ}} \cdot I_{\text{действ}} \quad (5)$$

где  $U_{\text{действ}}$  – действительное значение напряжения постоянного тока, измеренное мультиметром 3458A, В.

$I_{\text{действ}}$  – действительное значение силы постоянного тока, рассчитанное по формуле (3), Ом.

11.4 Абсолютная погрешность воспроизведений электрического сопротивления постоянному току  $\Delta R$ , Ом, рассчитывается по формуле:

$$\Delta R = R_{\text{изм/восп}} - R_{\text{действ}} \quad (6)$$

где  $R_{\text{изм/восп}}$  – значение электрического сопротивления постоянному току, воспроизводимое поверяемой нагрузкой, Ом;

$R_{\text{действ}}$  – действительное значение электрического сопротивления постоянному току, Ом.

Действительное значение электрического сопротивления постоянному току  $R_{\text{действ}}$ , Ом, рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{действ}} = \frac{U_{\text{действ}}}{I_{\text{действ}}} \quad (7)$$

где  $U_{\text{действ}}$  – действительное значение напряжения постоянного тока, измеренное мультиметром 3458A, В.

$I_{\text{действ}}$  – действительное значение силы постоянного тока, рассчитанное по формуле (3), Ом.

Нагрузка подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения абсолютной погрешности измерений/воспроизведений напряжения постоянного тока, абсолютной погрешности измерений/воспроизведений силы постоянного тока, абсолютной погрешности измерений/воспроизведений электрической мощности постоянного тока, абсолютной погрешности воспроизведений электрического сопротивления постоянному току не превышают пределов, указанных в таблицах А.1-А.3 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий (когда нагрузка не подтверждает соответствие метрологическим требованиям), поверку нагрузки прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки нагрузки подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

12.2 При проведении поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца средства измерений) в сведениях о поверке указывается информация, для каких измеряемых величин выполнена поверка.

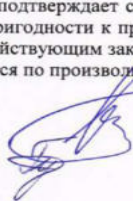
12.3 По заявлению владельца нагрузки или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда нагрузка подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

12.4 По заявлению владельца нагрузки или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда нагрузка не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

12.5 Протоколы поверки нагрузки оформляются по произвольной форме.

Технический директор ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»

Специалист ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»



Казаков П. С.

Гущин А. Р.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Основные метрологические характеристики нагрузок

Таблица А.1 – Метрологические характеристики в режиме воспроизведения напряжения и силы постоянного тока, электрической мощности

| Модификация  | Диапазон воспроизведенного напряжения постоянного тока, В | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведенного напряжения постоянного тока, мВ | Диапазон воспроизведенной силы постоянного тока, А | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведенной силы постоянного тока, мА | Диапазон воспроизведенной электрической мощности постоянного тока, Вт | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведенной электрической мощности постоянного тока, мВт |
|--------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VERDO EL0101 | от 0,1 до 150,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 30)$                                                                 | от 0 до 30                                         | $\pm(0,0003 I_x + 15)$                                                                | от 20 до 150                                                          | $\pm(0,001 \cdot P_x + 150)$                                                                             |
| VERDO EL0102 | от 0,1 до 150,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 30)$                                                                 | от 0 до 30                                         | $\pm(0,0003 I_x + 15)$                                                                | от 30 до 300                                                          | $\pm(0,001 \cdot P_x + 300)$                                                                             |
| VERDO EL0103 | от 0,1 до 500,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 100)$                                                                | от 0 до 15                                         | $\pm(0,0003 I_x + 7,5)$                                                               | от 30 до 300                                                          | $\pm(0,001 \cdot P_x + 300)$                                                                             |
| VERDO EL0104 | от 0,1 до 150,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 30)$                                                                 | от 0 до 60                                         | $\pm(0,0003 I_x + 30)$                                                                | от 30 до 300                                                          | $\pm(0,001 \cdot P_x + 300)$                                                                             |
| VERDO EL0105 | от 0,1 до 500,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 100)$                                                                | от 0 до 30                                         | $\pm(0,0003 I_x + 15)$                                                                | от 30 до 300                                                          | $\pm(0,001 \cdot P_x + 300)$                                                                             |
| VERDO EL0106 | от 0,1 до 150,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 30)$                                                                 | от 0 до 120                                        | $\pm(0,001 I_x + 60)$                                                                 | от 60 до 600                                                          | $\pm(0,001 \cdot P_x + 600)$                                                                             |
| VERDO EL0107 | от 0,1 до 500,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 250)$                                                                | от 0 до 30                                         | $\pm(0,0003 I_x + 15)$                                                                | от 60 до 600                                                          | $\pm(0,001 \cdot P_x + 600)$                                                                             |
| VERDO EL0108 | от 0,1 до 150,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 30)$                                                                 | от 0 до 200 включ. св. 200 до 240 включ.           | $\pm(0,001 I_x + 120)$<br>$\pm(0,005 I_x + 120)$                                      | от 120 до 1200                                                        | $\pm(0,001 \cdot P_x + 1200)$                                                                            |
| VERDO EL0109 | от 0,1 до 500,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 250)$                                                                | от 0 до 60                                         | $\pm(0,0003 I_x + 30)$                                                                | от 120 до 1200                                                        | $\pm(0,001 \cdot P_x + 1200)$                                                                            |
| VERDO EL0110 | от 0,1 до 150,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 30)$                                                                 | от 0 до 200 включ. св. 200 до 240 включ.           | $\pm(0,001 I_x + 120)$<br>$\pm(0,005 I_x + 120)$                                      | от 180 до 1800                                                        | $\pm(0,001 \cdot P_x + 1800)$                                                                            |
| VERDO EL0111 | от 0,1 до 500,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 250)$                                                                | от 0 до 120                                        | $\pm(0,001 I_x + 60)$                                                                 | от 180 до 1800                                                        | $\pm(0,001 \cdot P_x + 1800)$                                                                            |
| VERDO EL0112 | от 0,1 до 150,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 30)$                                                                 | от 0 до 200 включ. св. 200 до 240 включ.           | $\pm(0,001 I_x + 120)$<br>$\pm(0,005 I_x + 120)$                                      | от 240 до 2400                                                        | $\pm(0,001 \cdot P_x + 2400)$                                                                            |
| VERDO EL0113 | от 0,1 до 500,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 250)$                                                                | от 0 до 120                                        | $\pm(0,001 I_x + 60)$                                                                 | от 240 до 2400                                                        | $\pm(0,001 \cdot P_x + 2400)$                                                                            |
| VERDO EL0114 | от 0,1 до 150,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 30)$                                                                 | от 0 до 200 включ. св. 200 до 480 включ.           | $\pm(0,0015 I_x + 480)$<br>$\pm(0,005 I_x + 480)$                                     | от 300 до 3000                                                        | $\pm(0,001 \cdot P_x + 3000)$                                                                            |
| VERDO EL0115 | от 0,1 до 150,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 30)$                                                                 | от 0 до 200 включ. св. 200 до 240 включ.           | $\pm(0,001 I_x + 120)$<br>$\pm(0,005 I_x + 120)$                                      | от 360 до 3600                                                        | $\pm(0,001 \cdot P_x + 3600)$                                                                            |
| VERDO EL0116 | от 0,1 до 500,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 250)$                                                                | от 0 до 120                                        | $\pm(0,001 I_x + 60)$                                                                 | от 360 до 3600                                                        | $\pm(0,001 \cdot P_x + 3600)$                                                                            |

| Модификация                                                                                                                                                                                                                          | Диапазон воспроизведенного напряжения постоянного тока, В | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведенного напряжения постоянного тока, мВ | Диапазон воспроизведенной силы постоянного тока, А | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведенной силы постоянного тока, мА | Диапазон воспроизведенной электрической мощности постоянного тока, Вт | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведенной электрической мощности постоянного тока, мВт |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VERDO EL0117                                                                                                                                                                                                                         | от 0,1 до 150,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 30)$                                                                 | от 0 до 200 включ. св. 200 до 480 включ.           | $\pm(0,0015 I_x + 480)$<br>$\pm(0,005 I_x + 480)$                                     | от 360 до 3600                                                        | $\pm(0,001 \cdot P_x + 3600)$                                                                            |
| VERDO EL0118                                                                                                                                                                                                                         | от 0,1 до 150,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 30)$                                                                 | от 0 до 200 включ. св. 200 до 240 включ.           | $\pm(0,001 I_x + 120)$<br>$\pm(0,005 I_x + 120)$                                      | от 600 до 6000                                                        | $\pm(0,001 \cdot P_x + 6000)$                                                                            |
| VERDO EL0119                                                                                                                                                                                                                         | от 0,1 до 500,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 250)$                                                                | от 0 до 120                                        | $\pm(0,001 I_x + 60)$                                                                 | от 600 до 6000                                                        | $\pm(0,001 \cdot P_x + 6000)$                                                                            |
| VERDO EL0120                                                                                                                                                                                                                         | от 0,1 до 500,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 100)$                                                                | от 0 до 200 включ. св. 200 до 240 включ.           | $\pm(0,001 I_x + 120)$<br>$\pm(0,005 I_x + 120)$                                      | от 600 до 6000                                                        | $\pm(0,001 \cdot P_x + 6000)$                                                                            |
| VERDO EL0121                                                                                                                                                                                                                         | от 0,1 до 600,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 75)$                                                                 | от 0 до 120                                        | $\pm(0,001 I_x + 96)$                                                                 | от 600 до 6000                                                        | $\pm(0,001 \cdot P_x + 6000)$                                                                            |
| VERDO EL0122                                                                                                                                                                                                                         | от 0,1 до 150,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 30)$                                                                 | от 0 до 200 включ. св. 200 до 480 включ.           | $\pm(0,0015 I_x + 480)$<br>$\pm(0,005 I_x + 480)$                                     | от 600 до 6000                                                        | $\pm(0,001 \cdot P_x + 6000)$                                                                            |
| VERDO EL0201                                                                                                                                                                                                                         | от 0,1 до 150,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 30)$                                                                 | от 0 до 30                                         | $\pm(0,0003 I_x + 15)$                                                                | от 20 до 200                                                          | $\pm(0,001 \cdot P_x + 200)$                                                                             |
| VERDO EL0202                                                                                                                                                                                                                         | от 0,1 до 150,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 30)$                                                                 | от 0 до 30                                         | $\pm(0,0003 I_x + 15)$                                                                | от 30 до 300                                                          | $\pm(0,001 \cdot P_x + 300)$                                                                             |
| VERDO EL0203                                                                                                                                                                                                                         | от 0,1 до 500,0                                           | $\pm(0,0003 \cdot U_x + 100)$                                                                | от 0 до 15                                         | $\pm(0,0003 I_x + 7,5)$                                                               | от 30 до 300                                                          | $\pm(0,001 \cdot P_x + 300)$                                                                             |
| Примечания:<br>$U_x$ – воспроизведенное значение напряжения постоянного тока, мВ;<br>$I_x$ – воспроизведенное значение силы постоянного тока, мА;<br>$P_x$ – воспроизведенное значение электрической мощности постоянного тока, мВт. |                                                           |                                                                                              |                                                    |                                                                                       |                                                                       |                                                                                                          |

Таблица А.2 – Метрологические характеристики в режиме воспроизведения электрического сопротивления постоянному току

| Диапазон воспроизведения электрического сопротивления постоянному току, Ом* | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения электрического сопротивления постоянному току, Ом                                                              |                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| от 100,000 до 999,99                                                        | Для модификаций: VERDO EL0103, VERDO EL0105, VERDO EL0107, VERDO EL0109, VERDO EL0111, VERDO EL0113, VERDO EL0116, VERDO EL0119, VERDO EL0120, VERDO EL0121, VERDO EL0203 | Для модификаций: VERDO EL0101, VERDO EL0102, VERDO EL0104, VERDO EL0106, VERDO EL0108, VERDO EL0110, VERDO EL0112, VERDO EL0114, VERDO EL0115, VERDO EL0117, VERDO EL0118, VERDO EL0122, VERDO EL0201, VERDO EL0202 |
|                                                                             | $\pm(0,001 R_x + 10)$                                                                                                                                                     | $\pm(0,002 R_x + 25)$                                                                                                                                                                                               |

Примечания:  
 $R_x$  – значение электрического сопротивления, воспроизведенное нагрузкой, Ом.  
 \* – диапазон показаний: от 0,03 до 9999,99 Ом.

Таблица А.3 – Метрологические характеристики в режиме измерений напряжения и силы постоянного тока, электрической мощности постоянного тока

| Модификация  | Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, мВ | Диапазон измерений силы постоянного тока, А | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока, мА | Диапазон измерений электрической мощности постоянного тока, Вт | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений электрической мощности постоянного тока, мВт |
|--------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VERDO EL0101 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 45)$                                                          | от 0 до 30                                  | $\pm(0,0003 I_{изм} + 24)$                                                     | от 20 до 150                                                   | $\pm(0,001 P_{изм} + 150)$                                                                        |
| VERDO EL0102 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 45)$                                                          | от 0 до 30                                  | $\pm(0,0003 I_{изм} + 24)$                                                     | от 30 до 300                                                   | $\pm(0,001 P_{изм} + 300)$                                                                        |
| VERDO EL0103 | от 0,1 до 500,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 250)$                                                         | от 0 до 15                                  | $\pm(0,0003 I_{изм} + 12)$                                                     | от 30 до 300                                                   | $\pm(0,001 P_{изм} + 300)$                                                                        |
| VERDO EL0104 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 45)$                                                          | от 0 до 60                                  | $\pm(0,0003 I_{изм} + 48)$                                                     | от 30 до 300                                                   | $\pm(0,001 P_{изм} + 300)$                                                                        |
| VERDO EL0105 | от 0,1 до 500,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 250)$                                                         | от 0 до 30                                  | $\pm(0,0003 I_{изм} + 24)$                                                     | от 30 до 300                                                   | $\pm(0,001 P_{изм} + 300)$                                                                        |
| VERDO EL0106 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 45)$                                                          | от 0 до 120                                 | $\pm(0,0003 I_{изм} + 96)$                                                     | от 60 до 600                                                   | $\pm(0,001 P_{изм} + 600)$                                                                        |
| VERDO EL0107 | от 0,1 до 500,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 250)$                                                         | от 0 до 30                                  | $\pm(0,0003 I_{изм} + 24)$                                                     | от 60 до 600                                                   | $\pm(0,001 P_{изм} + 600)$                                                                        |
| VERDO EL0108 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 45)$                                                          | от 0 до 200 включ.                          | $\pm(0,001 I_{изм} + 120)$                                                     | от 120 до 1200                                                 | $\pm(0,001 P_{изм} + 1200)$                                                                       |
| VERDO EL0109 | от 0,1 до 500,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 250)$                                                         | св. 200 до 240 включ.                       | $\pm(0,005 I_{изм} + 120)$                                                     | от 120 до 1200                                                 | $\pm(0,001 P_{изм} + 1200)$                                                                       |
| VERDO EL0110 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 45)$                                                          | от 0 до 60                                  | $\pm(0,0003 I_{изм} + 48)$                                                     | от 180 до 1800                                                 | $\pm(0,001 P_{изм} + 1800)$                                                                       |
|              |                                                   |                                                                                      | от 0 до 200 включ.                          | $\pm(0,001 I_{изм} + 120)$                                                     |                                                                |                                                                                                   |

| Модификация  | Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, мВ | Диапазон измерений силы постоянного тока, А | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока, мА | Диапазон измерений электрической мощности постоянного тока, Вт | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений электрической мощности постоянного тока, мВт |
|--------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                                                   |                                                                                      | св. 200 до 240 включ.                       | $\pm(0,005 I_{изм} + 120)$                                                     |                                                                |                                                                                                   |
| VERDO EL0111 | от 0,1 до 500,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 250)$                                                         | от 0 до 120                                 | $\pm(0,001 I_{изм} + 96)$                                                      | от 180 до 1800                                                 | $\pm(0,001 P_{изм} + 1800)$                                                                       |
| VERDO EL0112 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 45)$                                                          | от 0 до 200 включ.                          | $\pm(0,001 I_{изм} + 120)$                                                     | от 240 до 2400                                                 | $\pm(0,001 P_{изм} + 2400)$                                                                       |
| VERDO EL0113 | от 0,1 до 500,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 250)$                                                         | св. 200 до 240 включ.                       | $\pm(0,005 I_{изм} + 120)$                                                     | от 240 до 2400                                                 | $\pm(0,001 P_{изм} + 2400)$                                                                       |
| VERDO EL0114 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 45)$                                                          | от 0 до 120                                 | $\pm(0,001 I_{изм} + 96)$                                                      | от 300 до 3000                                                 | $\pm(0,001 P_{изм} + 3000)$                                                                       |
| VERDO EL0115 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 45)$                                                          | от 0 до 200 включ.                          | $\pm(0,0015 I_{изм} + 480)$                                                    | от 360 до 3600                                                 | $\pm(0,001 P_{изм} + 3600)$                                                                       |
| VERDO EL0116 | от 0,1 до 500,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 250)$                                                         | св. 200 до 480 включ.                       | $\pm(0,005 I_{изм} + 480)$                                                     | от 360 до 3600                                                 | $\pm(0,001 P_{изм} + 3600)$                                                                       |
| VERDO EL0117 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 45)$                                                          | от 0 до 120                                 | $\pm(0,001 I_{изм} + 96)$                                                      | от 360 до 3600                                                 | $\pm(0,001 P_{изм} + 3600)$                                                                       |
| VERDO EL0118 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 45)$                                                          | от 0 до 200 включ.                          | $\pm(0,0015 I_{изм} + 480)$                                                    | от 600 до 6000                                                 | $\pm(0,001 P_{изм} + 6000)$                                                                       |
| VERDO EL0119 | от 0,1 до 500,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 250)$                                                         | св. 200 до 240 включ.                       | $\pm(0,005 I_{изм} + 120)$                                                     | от 600 до 6000                                                 | $\pm(0,001 P_{изм} + 6000)$                                                                       |
| VERDO EL0120 | от 0,1 до 500,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 250)$                                                         | от 0 до 120                                 | $\pm(0,001 I_{изм} + 96)$                                                      | от 600 до 6000                                                 | $\pm(0,001 P_{изм} + 6000)$                                                                       |
| VERDO EL0121 | от 0,1 до 600,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 75)$                                                          | от 0 до 200 включ.                          | $\pm(0,0015 I_{изм} + 120)$                                                    | от 600 до 6000                                                 | $\pm(0,001 P_{изм} + 6000)$                                                                       |
| VERDO EL0122 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 45)$                                                          | св. 200 до 240 включ.                       | $\pm(0,0005 I_{изм} + 192)$                                                    | от 600 до 6000                                                 | $\pm(0,001 P_{изм} + 6000)$                                                                       |
| VERDO EL0201 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 45)$                                                          | от 0 до 200 включ.                          | $\pm(0,0015 I_{изм} + 480)$                                                    | от 600 до 6000                                                 | $\pm(0,002 P_{изм} + 9000)$                                                                       |
| VERDO EL0202 | от 0,1 до 150,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 45)$                                                          | св. 200 до 480 включ.                       | $\pm(0,005 I_{изм} + 480)$                                                     | от 20 до 200                                                   | $\pm(0,001 P_{изм} + 200)$                                                                        |
| VERDO EL0203 | от 0,1 до 500,0                                   | $\pm(0,00015 U_{изм} + 250)$                                                         | от 0 до 30                                  | $\pm(0,0003 I_{изм} + 24)$                                                     | от 30 до 300                                                   | $\pm(0,001 P_{изм} + 300)$                                                                        |
|              |                                                   |                                                                                      | от 0 до 15                                  | $\pm(0,0003 I_{изм} + 12)$                                                     | от 30 до 300                                                   | $\pm(0,001 P_{изм} + 300)$                                                                        |

Примечания:  
 $U_{изм}$  – измеренное значение напряжения постоянного тока, мВ;  
 $I_{изм}$  – измеренное значение силы постоянного тока, мА;  
 $P_{изм}$  – измеренное значение электрической мощности постоянного тока, мВт.