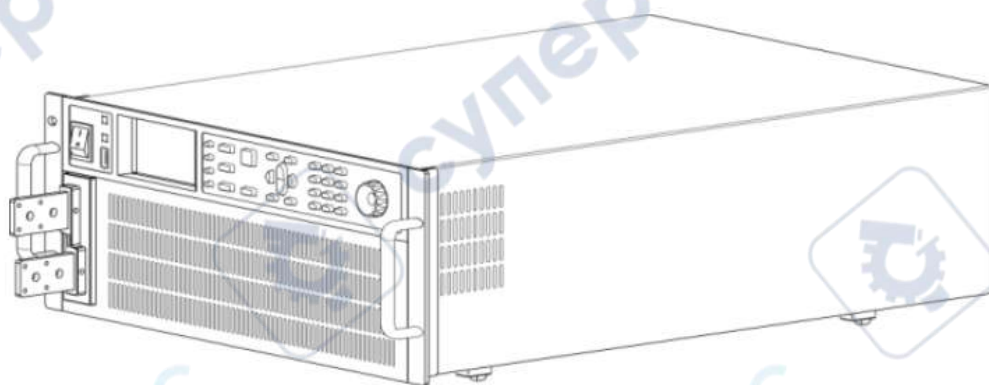




# Электронные нагрузки

---

Серия: Hopetech HT8000 (4 – 20 кВт)



---

Руководство по эксплуатации

## Содержание

1. Введение .....	3
1.1. О данном руководстве .....	3
1.2. Хранение и транспортировка .....	3
1.3. Утилизация .....	3
2. Меры обеспечения безопасности .....	3
3. Основные элементы .....	3
3.1. Передняя панель .....	3
3.2. ЖК-дисплей .....	5
3.3. Задняя панель .....	6
4. Эксплуатация .....	7
4.1. Основные режимы работы .....	7
4.2. Режим стабилизации тока (CC) .....	7
4.3. Режим стабилизации напряжения (CV) .....	8
4.4. Режим стабилизации сопротивления (CR) .....	8
4.5. Режим стабилизации мощности (CW) .....	9
4.6. Режим работы по списку (List Operation) .....	10
4.7. Функция тестирования защиты от перегрузки по току (OCP) .....	13
4.8. Функция EFFT .....	15
4.9. Функция автоматического тестирования .....	16
4.10. Динамическое тестирование .....	20
4.11. Функция тестирования аккумуляторов (режим Batt) .....	23
4.12. Функция проверки на короткое замыкание .....	24
5. Техническое обслуживание и очистка .....	25

## 1. Введение

### 1.1. О данном руководстве

Данное руководство содержит сведения, необходимые для правильной эксплуатации электронных тестеров нагрузки серии Horetech HT8000 (4 – 20 кВт). Пожалуйста, сохраните руководство на весь период эксплуатации устройства.

Производитель не несет ответственности за любые повреждения, возникшие в результате несоблюдения данного руководства.

**Внимание!** Несоблюдение предупреждений и инструкций может привести к поражению электрическим током, возгоранию или серьезной травме, а также к необратимому повреждению устройства.

### 1.2. Хранение и транспортировка

Неправильная транспортировка может привести к повреждению устройства. Во избежание повреждения всегда перевозите устройство в оригинальной упаковке.

Устройство следует хранить в сухом месте, защищенном от пыли и воздействия прямых солнечных лучей.

**Внимание!** Воздействие на устройство масла, воды, газа или других веществ, способных вызвать коррозию, не допускается.

### 1.3. Утилизация

Электронное оборудование не относится к коммунальным отходам и подлежит утилизации в соответствии с применимыми требованиями законодательства.

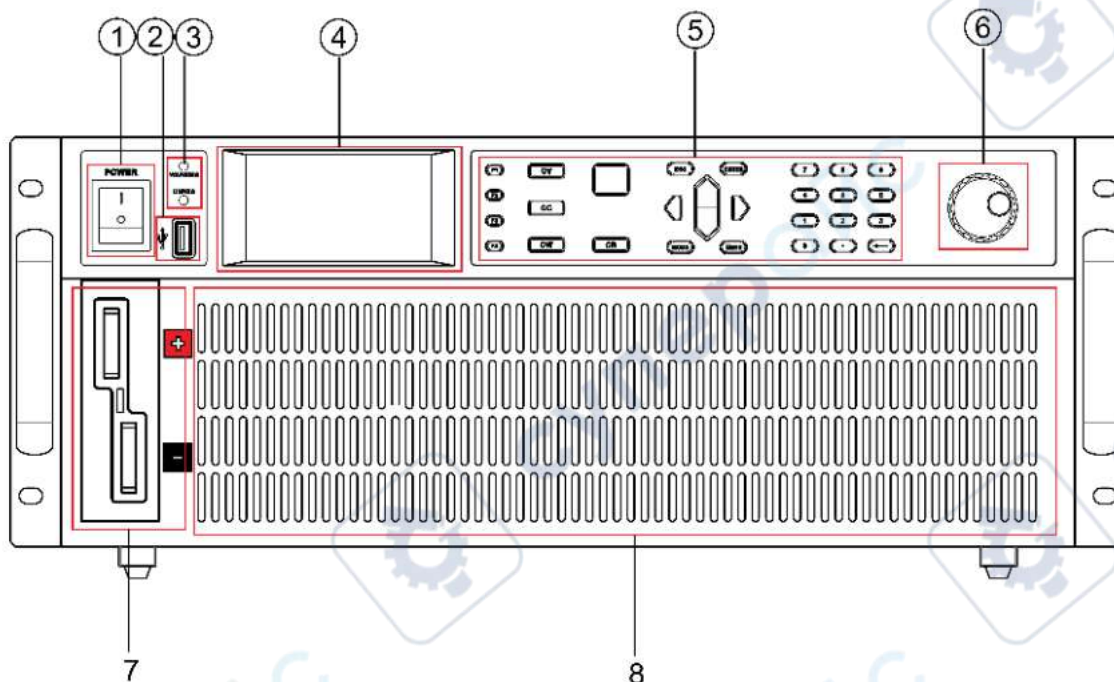
## 2. Меры обеспечения безопасности

1. Данное устройство не предназначено для использования людьми с ограниченными физическими возможностями, сенсорными и умственными способностями.
2. Использовать устройства детьми не допускается.
3. При работе с устройством следует соблюдать осторожность с целью предотвращения его падения и поражения электрическим током.
4. Параметры питающей электросети должны соответствовать техническим характеристикам устройства.

## 3. Основные элементы

### 3.1. Передняя панель

На следующем рисунке изображена передняя панель электронной нагрузки Horetech серии HT8000. Все модели имеют одинаковую переднюю панель, в зависимости от модели различаются только секции с разъемами



Передняя панель

Поз.	Наименование
1	Индикаторы, сигнализирующие о неисправности и прочих нестандартных состояниях
2	Интерфейс USB-накопителя
3	Кнопка питания
4	Функциональные кнопки
5	Входные клеммы
6	Кнопки управления
7	Цифровые кнопки
8	Кнопки управления
9	ЖК-дисплей
10	Разъем удаленной компенсации <b>SENSE</b>

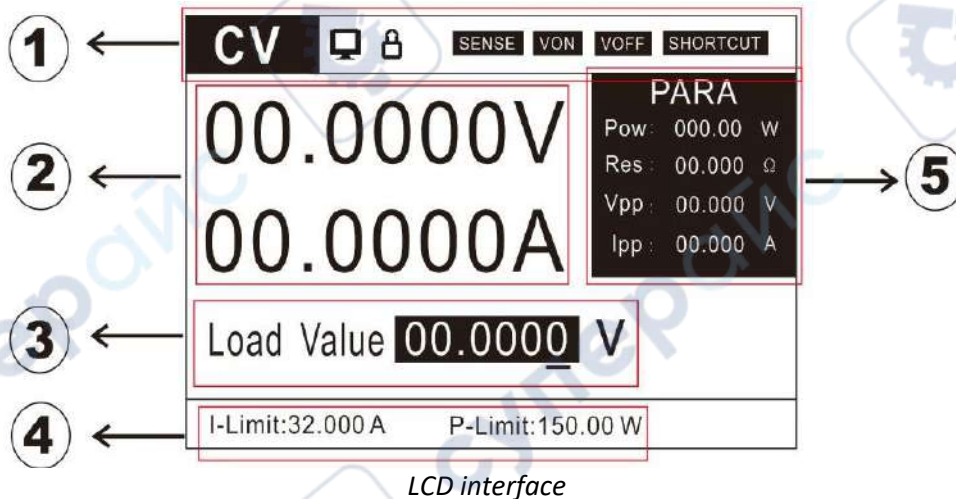
В следующей таблице приведено описание органов управления, расположенных на передней панели.

Изображение	Описание
	Когда прибор находится в режиме ожидания, кнопка питания подсвечивается красным цветом. Нажмите на кнопку питания на 3 секунды для включения питания. При включении питания загорается экран прибора, а кнопка питания подсвечивается зеленым цветом.
	Установка параметров для соответствующего режима работы.
	Кнопка блокировки клавиатуры. Длительно нажмите на эту кнопку для блокировки/разблокировки клавиатуры. При заблокированной клавиатуре в строке состояния отображается символ  , и прибор не реагирует на нажатие всех кнопок, кроме кнопки <b>LOCK</b> .
	Переключение режимов нагрузки, если прибор находится в рабочем режиме.
	Переключение между следующими меню: параметры нагрузки, конфигурация системы, системные параметры, загрузка файлов.

	Регулировка положения курсора и значения нагрузки в рабочем окне. Переключение в строке состояния на другой интерфейс.
	Использование триггера.
	Подтверждение ввода значения или вход в пункт меню.
	Отмена ввода или выход в предыдущее меню.
	Включение или выключение нагрузки.
	Кнопки быстрой активации основных режимов работы (CV/CC/CW/CR).
	10 цифровых кнопок, кнопка  и кнопка десятичного разделителя (точка).

### 3.2. ЖК-дисплей

Основные элементы ЖК-дисплея показаны на рисунке ниже, а в таблице приведено их описание. Строка состояния, содержащая несколько иконок, находится сверху.



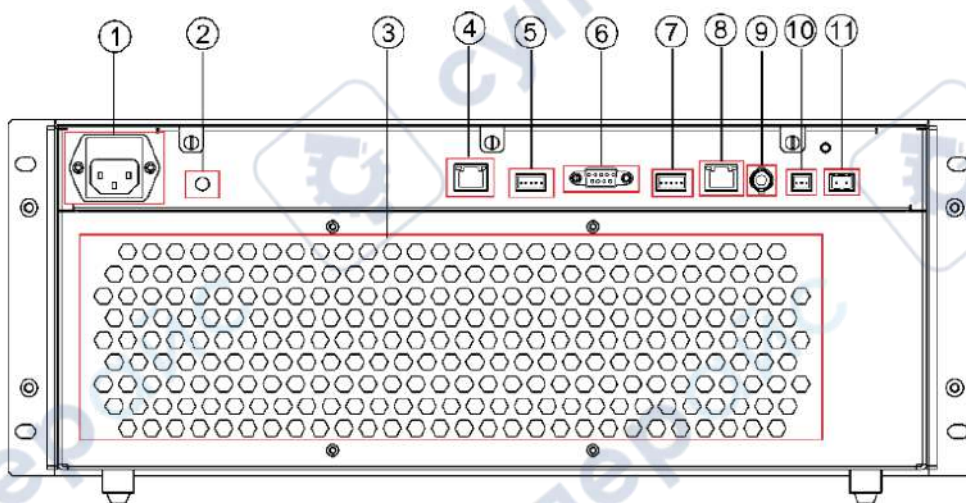
Поз.	Наименование / описание
1	Режим работы прибора и строка состояния (описана в таблице ниже)
2	Измеренные значения
3	Поле редактирования значения нагрузки
4	Настройка предельных значений защиты нагрузки
5	Значения параметров преобразования

В следующей таблице приведено описание индикаторов состояния.

Изображение	Описание
	Включена компенсация падения напряжения. Через порт <b>SENSE</b> на задней панели прибора подается выходное напряжение тестируемого источника питания. Компенсация позволяет устранить эффект падения напряжения в соединительных проводах.
	Автоматическое включение нагрузки при напряжении $> V_{on}$ .
	Выключение нагрузки при напряжении $< V_{off}$ .
	Режим быстрого запуска включен
	Блокировка клавиатуры. Если горит символ  , клавиатура заблокирована. Нажмите кнопку блокировки для отключения данного режима.
	Нагрузка подключена к ПК и готова к обмену данными и командами.

### 3.3. Задняя панель

Основные элементы задней панели устройства показаны на рисунке ниже, а в таблице приведено их описание.



Rear panel

Поз.	Наименование
1	Разъем питания (100...240 В AC)
2	Заземление
3	Вентиляционные отверстия
4	Порт для подключения к локальной сети (LAN)
5	Разъем интерфейса I/O, этот интерфейс требует внешнего питания.
6	Порт DB9, RS232/485
7	Разъем интерфейса I/O, этот интерфейс требует внешнего питания.
8	Порт LAN
9	Разъем для снятия сигнала с силой тока от 0 до предела диапазона и напряжением от 0 до 10 В. Может использоваться для подключения осциллографа.
10	Порт SENSE для компенсации
11	Общий выключатель питания

## 4. Эксплуатация

В данном разделе приведены инструкции по эксплуатации устройства.

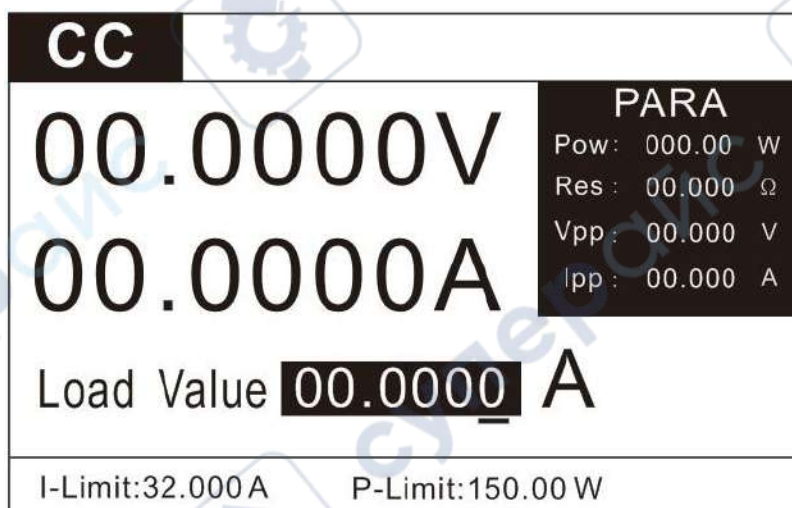
### 4.1. Основные режимы работы

Электронная нагрузка имеет 4 основных режима работы:

1. Стабилизация тока (CC)
2. Стабилизация напряжения (CV)
3. Стабилизация сопротивления (CR)
4. Стабилизация мощности (CW)





### 4.2. Режим стабилизации тока (CC)

В режиме стабилизации тока электронная нагрузка стабилизирует потребление тока независимо от напряжения источника. См. рисунок ниже.



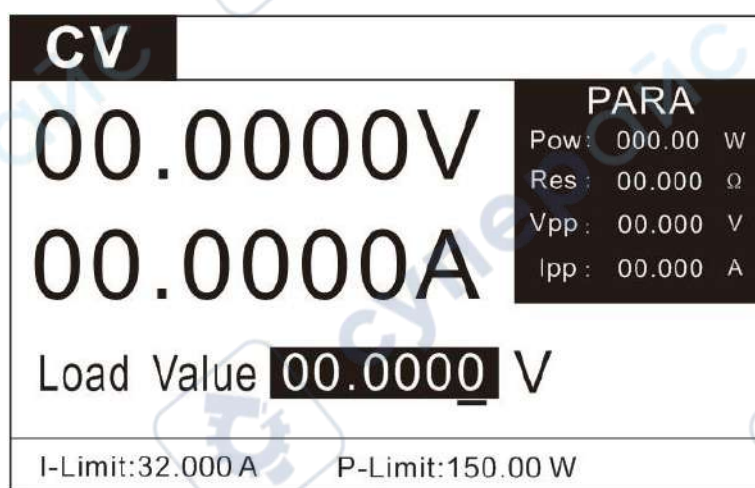
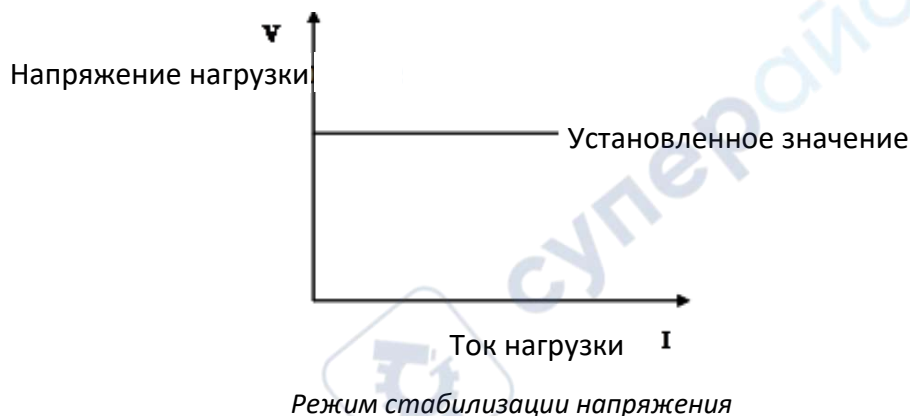
Режим стабилизации тока (CC)

Значение тока в режиме CC можно выставить двумя способами:

1. Введите значение с помощью цифровой клавиатуры, нажмите кнопку  для подтверждения, после чего нажмите кнопку  для запуска (отключения) нагрузки.
2. Кнопками  переместите курсор в нужный разряд значения, после чего кнопками  выберите нужное значение.

### 4.3. Режим стабилизации напряжения (CV)

В режиме стабилизации напряжения прибор поддерживает определенное значение напряжения на разъемах.



Режим стабилизации напряжения (CV)

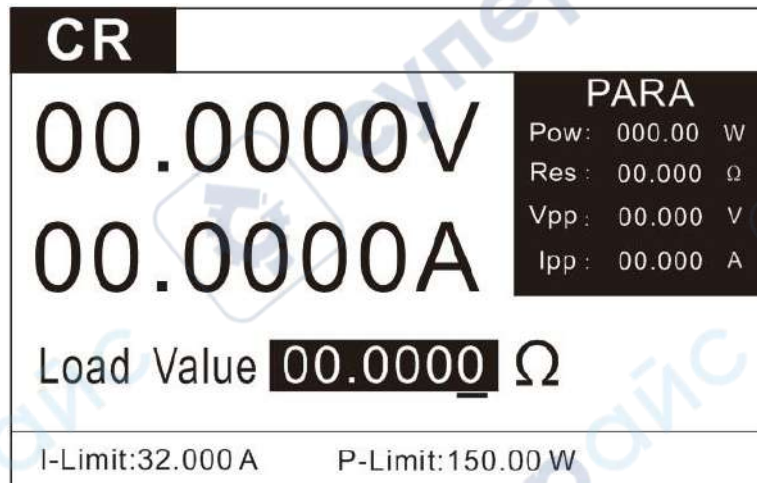
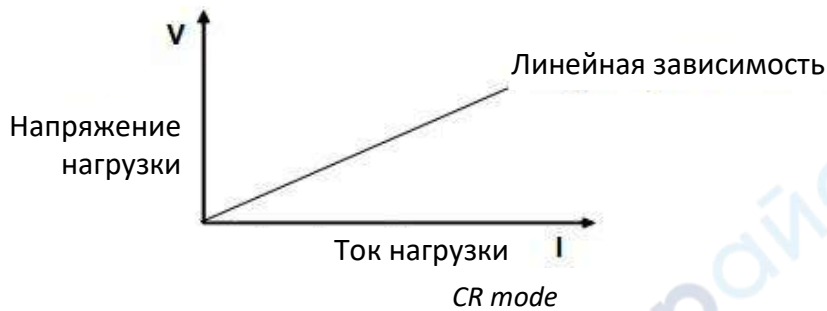
Значение напряжения в режиме CV можно выставить двумя способами:

1. Введите значение с помощью цифровой клавиатуры, нажмите кнопку **ENTER** для подтверждения, после чего нажмите кнопку **ON** для запуска (отключения) нагрузки.
2. Кнопками **←** и **→** переместите курсор в нужный разряд значения, после чего кнопками **↑** и **↓** выберите нужное значение.

### 4.4. Режим стабилизации сопротивления (CR)





В режиме стабилизации сопротивления прибор поддерживает постоянное значение сопротивления. Из приведенного ниже рисунка видно, что прибор линейно изменяет ток в соответствии с изменением напряжения.





Режим CR

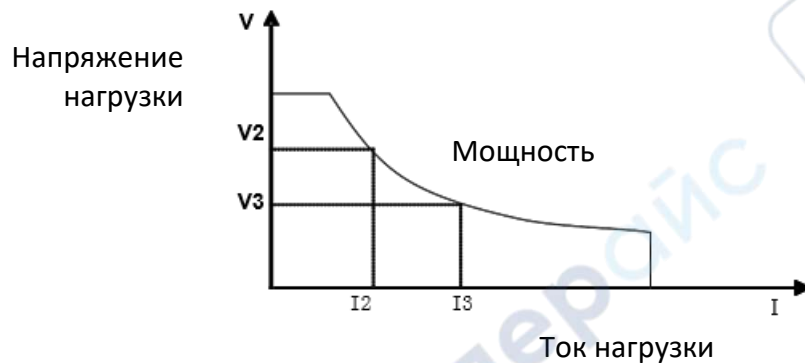
Значение сопротивления в режиме CR можно выставить двумя способами:

1. Введите значение с помощью цифровой клавиатуры, нажмите кнопку  для подтверждения, после чего нажмите кнопку  для запуска (отключения) нагрузки.
2. Кнопками  переместите курсор в нужный разряд значения, после чего кнопками  выберите нужное значение.

#### 4.5. Режим стабилизации мощности (CW)

В режиме стабилизации мощности прибор обеспечивает постоянное значение мощности, рассеиваемой нагрузкой.

Из приведенного ниже рисунка видно, что при росте напряжения происходит снижение тока, при этом значение мощности остается постоянным.



CW	
00.0000V	PARA
00.0000A	Pow: 000.00 W
	Res: 00.000 Ω
	Vpp: 00.000 V
	Ipp: 00.000 A
Load Value <b>00.0000</b> W	
I-Limit: 32.000 A	P-Limit: 150.00 W

Режим CW

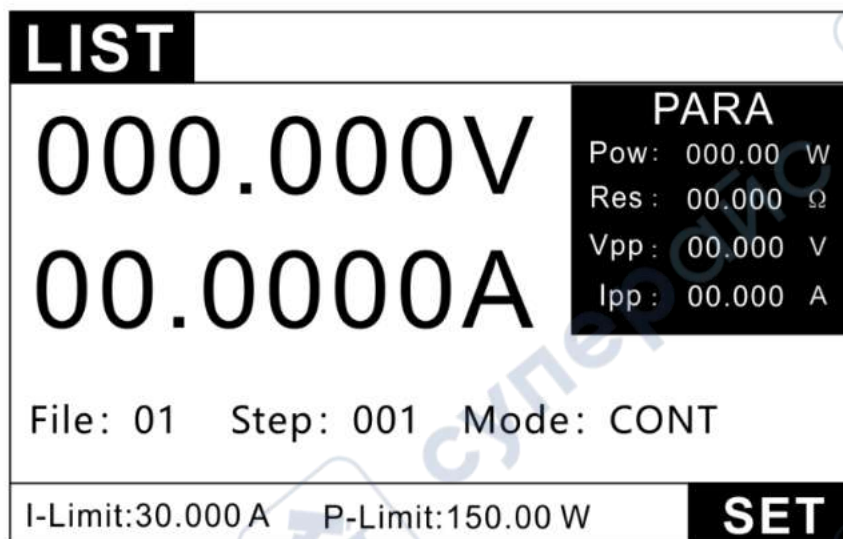
Значение мощности в режиме CW можно выставить двумя способами:

1. Введите значение с помощью цифровой клавиатуры, нажмите кнопку **ENTER** для подтверждения, после чего нажмите кнопку **ON/OFF** для запуска (отключения) нагрузки.
2. Кнопками **←** и **→** переместите курсор в нужный разряд значения, после чего кнопками **↑** и **↓** выберите нужное значение.

В режиме CW рабочий контур прибора может быть изменен.

#### 4.6. Режим работы по списку (List Operation)

В режиме LIST устройство может создавать точный, быстрый и сложный ток, который можно синхронизировать внутренними или внешними сигналами для выполнения множественных прецизионных тестов.




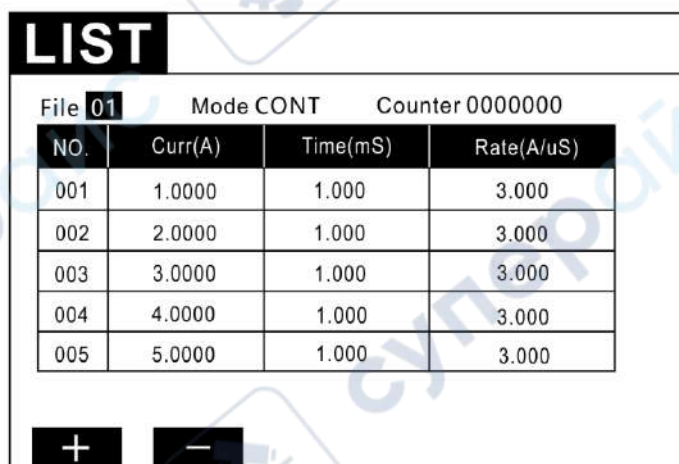
Интерфейс тестирования в режиме LIST

Отредактируйте файл LIST и запустите его для работы.

#### Последовательность действий:

Когда выбраны различные источники запуска, функция LIST сформирует разнообразные сложные последовательности, редактируя значение шага, время и отклонение каждого шага, чтобы удовлетворить сложные требования тестирования. Параметры списка включают в себя обозначение входного файла списка, количество шагов (максимум 200 шагов), время шага (10 мкс ~ 50 с), а также значение настройки и отклонение каждого шага. Файл списка можно сохранить в энергонезависимой памяти для быстрого вывода при использовании. Пользователь может редактировать до 8 групп файлов списков.

В режиме LIST нажмите клавишу  для входа в интерфейс редактирования параметров.

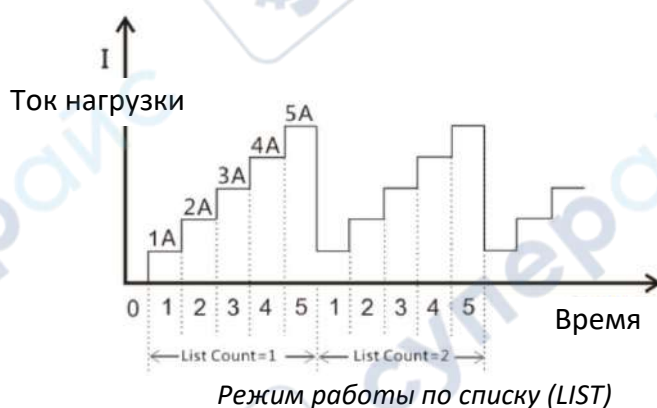


Редактирование файла LIST

Настройка параметров LIST	
Параметр	Описание
Curr	Ток нагрузки
Time	Продолжительность, диапазон настройки от 10 мкс до 50 с
Rate	Скорость нарастания тока 0,001-3А/мкс.
Настройка параметров LIST: List test interface → SET	
CONT	Непрерывный режим – последовательный режим

CNT	Режим счета - при получении сигнала запуска нагрузка начнет работу List на CNT циклов до завершения. Параметры CNT можно установить от 1 до 9999999
STEP	Пошаговый режим - при получении сигнала запуска устройство выполнит следующий шаг в соответствии со следующим установленным параметром в файле списка
При настройке параметров: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Нажмите клавишу ADD, чтобы добавить один шаг</li> <li>• Нажмите клавишу DELE, чтобы удалить один шаг</li> <li>• Нажмите клавишу PREV, чтобы перейти назад</li> <li>• Нажмите клавишу NEXT, чтобы перейти вперед</li> </ul>	

Пользователи могут редактировать до 8 наборов файлов списка. Если режим работы устройства – работа в режиме списка (List), оно начнет работу при нажатии клавиши ON/OFF до завершения или при повторном нажатии клавиши ON/OFF для остановки загрузки.



Например:

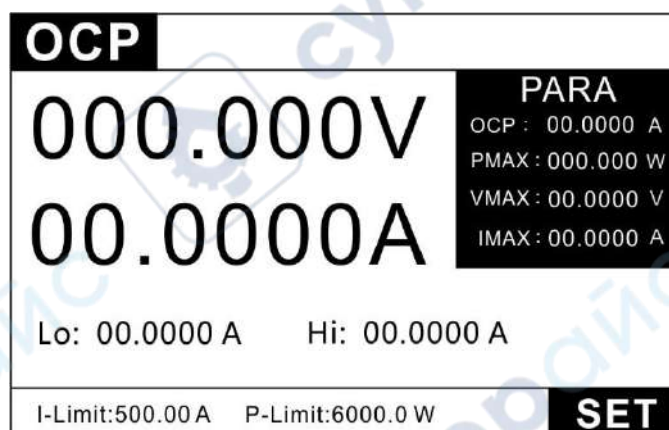
**Тестируемый источник:** источник постоянного напряжения 24В, максимальный выходной ток 5А  
**Цели:** проверить выходной ток и колебания напряжения в 5 точках напряжения 1А, 2А, 3А, 4А и 5А.

#### Последовательность действий:

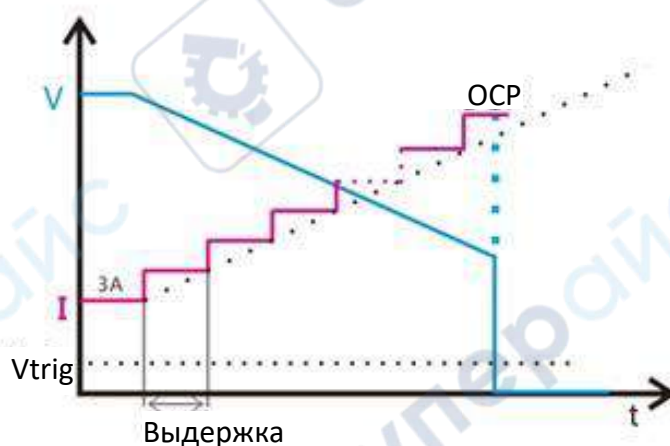
1. Нажмите клавишу **MODE** для входа в страницу выбора режима, используйте клавиши вверх и вниз для выбора LIST, нажмите клавишу **ENTER** для входа в интерфейс тестирования LIST.
2. В окне, как рисунке «Интерфейс тестирования в режиме LIST» нажмите клавишу **SET** для входа в интерфейс настройки, как показано на рисунке «Редактирование файла LIST».
3. Выберите нужный номер файла, нажав клавишу +/-, как показано на Рисунке «Редактирование файла LIST».
4. Используйте клавиши вверх, вниз, влево и вправо для выбора режима CNT (функция счета действительна только в режиме CNT).
5. Установите первый шаг тока на 1А, время на 1 мс и скорость тока на 3А/мкс с помощью клавиш вверх, вниз, влево и вправо.
6. Нажмите клавишу ADD, чтобы увеличить количество шагов и установить параметры для каждого шага, как показано на Рисунке «Редактирование файла LIST».
7. После завершения настройки нажмите клавишу [ESC] для возврата в интерфейс тестирования списка, нажмите клавишу **ON/OFF** для включения/выключения нагрузки. Тестовая форма волны показана на рисунке «Режим работы по списку (LIST)».

#### 4.7. Функция тестирования защиты от перегрузки по току (ОСР)

Электронная нагрузка серии 8000 оснащена функцией тестирования защиты от перегрузки по току (ОСР). В режиме тестирования ОСР, когда напряжение тестируемого источника достигает значения  $V_{op}$ , нагрузка удерживает его некоторое время. После этого значение нагрузки периодически увеличивается. Прибор при этом отслеживает напряжение. Если напряжение превышает пороговое значение, функция защиты от перегрузки по току не срабатывает. Операция повторяется до тех пор, пока входное напряжение не упадет ниже порогового значения. По результатам тестирования ток защиты от перегрузки должен лежать в пределах допустимого диапазона.



Интерфейс теста ОСР



Проверка функции ОСР

ОСР					
Istart	00.0000	A	Iend	00.0000	A
Step	0000		Dwell	0.010	S
Vtrig	000.000	A	Ocp Lo	00.0000	A
Ocp Hi	00.0000	V	Compare	ОСР	

Настройка параметров теста ОСР

### Параметры теста ОСР:

Параметр	Описание
Istart	Начальный ток
Iend	Конечный ток
Step	Шаги (1...1000)
Dwell	Выдержка (0,01...999,99)
V trig	Пороговое значение напряжения
Ocp Lo	Нижнее значение защиты от перегрузки по току
Ocp Hi	Верхнее значение защиты от перегрузки по току
Compare	Модель сравнения

### Пример:

Параметры тестируемого источника: постоянное напряжение 24 В, максимальный выходной ток 5 А.

Цель: проверить наличие защиты от перегрузки по току в диапазоне от 4,8 А до 5,2 А.

Порядок действий:

1. Нажмите кнопку **MODE** для открытия меню, после чего кнопками вверх/вниз выберите режим ОСР и нажмите кнопку **ENTER**. Открывается окно режима тестирования ОСР.
2. Нажмите кнопку **SET** для входа в меню настройки параметров. Кнопками вверх, вниз, вправо и влево установите параметры.
3. Используйте параметры, приведенные в таблице:

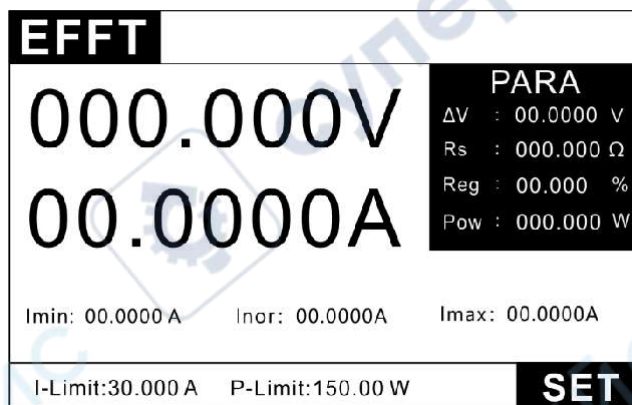
Параметр	Описание
Istart	3 А
Iend	6 А
Step	100 (шаг 0,03 А)
Dwell	0,01 с
V trig	1 В
Ocp Lo	4,8 А
Ocp Hi	5,2 А

После завершения тестирования будет получен результат, приведенный на рисунке выше.

#### 4.8. Функция EFFT

Нагрузка проверяется для трех значений:  $I_{min}$ ,  $I_{normal}$ ,  $I_{max}$ . Каждое из значений выдерживается в течение заданного времени (Delay), при этом записывается полученное значение напряжения. Далее, по приведенной ниже формуле вычисляются нестабильность напряжения, максимальный перепад напряжения ( $\Delta V$ ) и внутреннее сопротивление ( $R_s$ ) источника питания.

$$\Delta V = V_{max} - V_{min}; R_s = \Delta V / (I_{max} - I_{min}); \text{Нестабильность напряжения} = \Delta V / V_{normal};$$



Меню режима EFFT

Для настройки параметров тестирования, в режиме EFFT нажмите кнопку .

EFFT			
I <sub>min</sub>	0.00000 A	I <sub>max</sub>	0.00000 A
I <sub>normal</sub>	0.00000 A	Delay	1.00 s
			:
			:

Меню настройки параметров режима EFFT

#### Параметры режима EFFT:

Параметр	Описание
$I_{min}$	Минимальный рабочий ток
$I_{max}$	Максимальный рабочий ток
$I_{nor}$	Нормальный рабочий ток
Delay	Время выдержки

#### Пример:

Параметры тестируемого источника: постоянное напряжение 24 В, выходной ток 0...5 А, нормальный рабочий ток 3 А.

Цель: вычислите нестабильность напряжения  $\Delta V / V_{normal}$ .

#### Порядок действий:

1. Нажмите кнопку **MODE** для открытия меню, после чего кнопками вверх/вниз выберите режим EFFT и нажмите кнопку **ENTER**. Открывается окно режима тестирования EFFT.
2. Нажмите кнопку **SET** для входа в меню настройки параметров. Установите параметры, приведенные в таблице:

Параметр	Описание
I <sub>min</sub>	0 A
I <sub>max</sub>	5 A
I <sub>nor</sub>	3 A
Delay	0,5 с

3. Прибор выполнит измерения для всех трех значений тока, сохранит соответствующие значения напряжения и рассчитает значения  $\Delta V$ ,  $R_s$  и нестабильности напряжения. Проверьте, чтобы полученное значение находилось в допустимом диапазоне.

#### 4.9. Функция автоматического тестирования

Функция автоматического тестирования используется для контроля продукции на производственной линии. Ток нагрузки загружается и тестируется последовательно по шагам, отредактированными в файле, чтобы автоматически определить, соответствует ли продукт требованиям.

Электронная нагрузка поддерживает до 8 файлов, каждый файл поддерживает до 50 шагов. Каждое условие нагрузки в шаге может быть настроено, тип обнаружения (SPEC) и время задержки (Delay). Время задержки может быть установлено для ожидания сигнала триггера (когда время превышает 99,99 сек), или оно может быть установлено в диапазоне от 0,1 сек до 99,99 сек. Условие нагрузки поддерживает различные рабочие режимы (Mode), а поддерживаемые различными рабочими режимами типы обнаружения (SPEC) различаются. Подробности приведены в следующей таблице. Параметры нагрузки в каждом режиме также различаются. См. соответствующие главы каждого режима для введения.

AUTO	
00.0000V	<b>PARA</b> Pow: 000.00 W Res: 00.000 Ω Vpp: 00.000 V Ipp: 00.000 A
00.0000A	
File: 01	Step:001      Mode: OFF
I-Limit:500.00 A	P-Limit:6000.0 W
<b>SET</b>	

Автоматическое тестирование



AUTO			
File	01	Steps	001
V Start	00.0000 V	V-Range	LOW
I-Range	LOW	Mode	OFF
Step No.	001		
SPEC	Volt	Lo	00.0000
Hi	00.0000	Tsample	0.10 s
Ton	0.20 s	Toff	0.00 s

+    -    **IMPORT**    **EXPORT**

Страница редактирования настроек автоматического тестирования

Список файлов автоматического тестирования (AUTO)

### Параметры настройки AUTO

File	Доступно от 1 до 8 файлов
Steps	Каждый файл допускает 0-50 шагов
V Start	Значение напряжения запуска для автоматической нагрузки
V-range	Выбор диапазона напряжения в соответствии с реальными условиями теста
I-range	Выбор соответствующего диапазона тока в соответствии с реальными условиями теста
Step No.	Выбор шага для настройки параметров

### Mode

### Описание

OFF	Пусто
CC	Режим CC
CV	Режим CV
CW	Режим CW
CR	Режим CR
SHORT	Короткое замыкание
OCP	OCP
EFFT	EFFECT
LED	Режим тестирования источника питания для светодиодов

### Настройка типа сравнения: AUTO parameter editing interface → comparison type

Curr	Ток нагрузки, действует в режимах CC/CV/CP/CR/LED
Volt	Входное напряжение, действует в режимах CC/CV/CP/CR/LED
Pow	Мощность нагрузки, действует в режимах CC/CV/CP/CR/LED
Res	Эквивалентное сопротивление, действует в режимах CC/CV/CP/CR/LED
Vpp	Пульсация напряжения, действует в режимах CC/CV/CP/CR/LED/DYNA
Ipp	Пульсация тока, действует в режимах CC/CV/CP/CR/LED/DYNA
OCP	Значение защиты от перегрузки по току, действует в режиме OCP
Pmax	Максимальное значение выходной мощности, действует в режиме OCP
Reg.	Регулировка нагрузки, действует в режиме Load Effect

$\Delta V$	Разница напряжения между двумя нагрузками, действует в режиме Load Effect
$R_s$	Внутреннее сопротивление источника питания, действует в режиме Load Effect
Time setting	Разные режимы имеют разные настройки времени теста
Duration/time setting	Время нагрузки
Test delay	Время от начала нагрузки до чтения значения теста
Unloading time	Время ожидания завершения теста одного шага (Рисунок 3.14)

Настройка вывода триггера и процесса тестирования: **test page** → нажмите MENU → **system setting** → нажмите Enter → нажмите клавиши вверх и вниз для выбора элемента вывода (**output**)

### Режим вывода

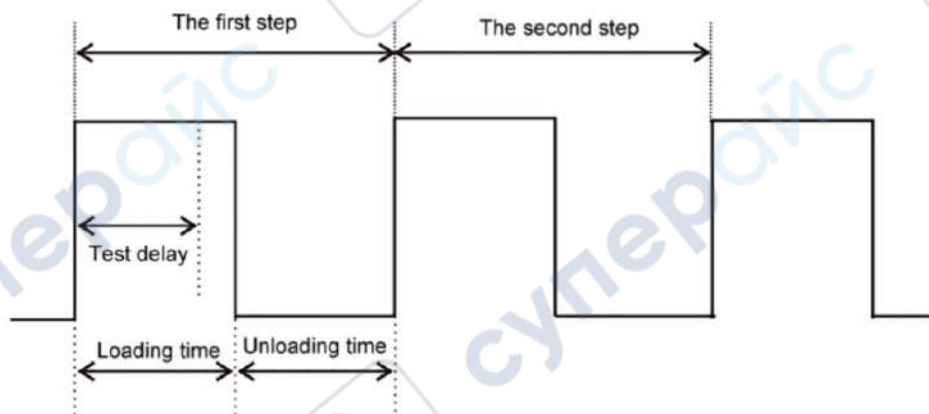
Level	Уровневый триггер (активен низкий уровень)
Pulse	Импульсный триггер (Пройдено 5 мс, не пройдено 10 мс)

### Условия вывода

Pass	Начать вывод триггера (TRO), когда тест пройден
Fail	Начать вывод триггера (TRO), когда тест не пройден
End	Начать вывод триггера (TRO), когда тест завершен
Disable	Отключить вывод триггера

### Действие при неудаче

Cont	Продолжить выполнение всех измерений, когда отдельный шаг обнаружения оценивается как неудовлетворительный.
Abort	Автоматическое тестирование немедленно прекращается, когда отдельный шаг оценивается как неудовлетворительный.



Время тестирования

Например:

**Объект тестирования:** источник постоянного напряжения 24В, выходной ток 0-5А, нормальный рабочий ток 3А.

**Цели:** протестировать комплексные характеристики источника питания


1. Тестирование нагрузки: нормальный ток 3А, сравнить напряжение в диапазоне 23,5~24,5В.
2. Тест защиты от перегрузки по току: использовать режим ОСР для проверки, находится ли точка перегрузки по току источника питания в диапазоне 4,8~5,2А.

3. Тестирование эффекта нагрузки: использование режима EFFT для тестирования, если эффект нагрузки источника питания составляет менее 0,5%.
4. Оценка качества: выводить сигнал уровня, когда тест не пройден.

### Последовательность действий:

1. Нажмите клавишу **MODE** для входа на страницу выбора режима, нажимайте клавиши вверх и вниз для выбора AUTO, и нажмите клавишу **ENTER** для входа в интерфейс автоматического тестирования, как показано на рисунке «Автоматическое тестирование».
2. Как на рисунке «Автоматическое тестирование» нажмите клавишу **SET** для входа в интерфейс настройки, как показано на рисунке «Страница редактирования настроек автоматического тестирования».
3. Выберите файл 1, нажимая клавишу + /-, установите количество шагов на 3.
4. Установите уровень автоматического запуска на 5В. После первого запуска теста с помощью ON/OFF, в будущем, когда нагрузка обнаружит входное напряжение выше 5В, нагрузка автоматически включит функцию ON/OFF.
5. Выберите шаг N, используя цифровые клавиши для установки шагов, и сначала установите первый шаг.
6. Настройка режима, выберите режим CC и установите значение нагрузки на 3А.
7. Настройте тип сравнения и напряжение, установите верхний предел на 24,5В и нижний предел на 23,5В.
8. Установите время нагрузки на 1 сек, задержку теста на 0,5 сек и время разгрузки на 0 сек (задержка разгрузки не требуется) и переходите к настройке следующего шага.
9. Выберите шаг N, используя цифровые клавиши для установки шагов, и установите второй шаг.
10. Настройка режима, выберите режим OCP, установите начальный ток на 3А и конечный ток на 6А;  
Выберите тип сравнения OCP, установите верхний предел на 5,2, нижний предел на 4,8, время шага на 0,1 сек, уровень триггера на 1В.
11. Установите время разгрузки. Источник питания прекращает вывод после возникновения перегрузки по току. Здесь мы устанавливаем время разгрузки на 1 сек (разные источники питания имеют разное время восстановления защиты, допускается установка времени разгрузки), переход к следующему шагу происходит после восстановления вывода источника питания.
12. Выберите шаг N, используя цифровые клавиши для ввода 3 для установки третьего шага.
13. Настройка режима, выберите режим EFFT, установите минимальный ток на 0А и максимальный ток на 5А, нормальный ток на 3А;  
Выберите тип сравнения Reg., установите верхний предел на 1, нижний предел на 0 (0~1%), Установите время теста на 1 сек, задержку на 0,5 сек и задержку разгрузки на 0 (то есть время нагрузки каждого тока составляет 1 сек, и тестирование и сравнение данных происходит через 0,5 сек на каждом шаге).
14. Нажмите клавишу **ESC** для возврата в интерфейс тестирования после настройки 3 шагов теста.
15. Вывод сигнала уровня при неудачном результате. Интерфейс тестирования (Test interface) → нажмите клавишу **MENU** → системные настройки (system setting) → нажмите клавишу **ENTER** → нажимайте клавиши вверх и вниз для выбора элемента вывода.
16. Установите режим вывода: уровень, условие вывода: неудовлетворительно, действие при неудаче: остановка. Это означает, что когда результат теста неудовлетворительный, порт TRO выводит сигнал низкого уровня. Остановка тестирования следующих шагов при неудаче одного шага.

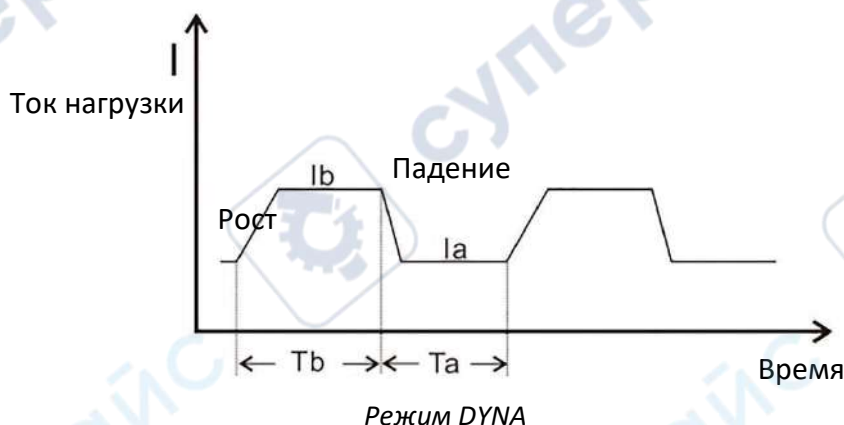
17. После завершения вышеуказанных настроек нажмите  для возврата в интерфейс

тестирования. Нажмите  для начала теста. Поскольку начальное напряжение установлено на 5В, в будущем, когда электронная нагрузка обнаружит входное напряжение выше 5В, она автоматически начнет тестирование. (Если начальное напряжение установлено на 0В, это означает отключение этой функции)

18. После завершения теста, с помощью кнопок влево и вправо перейдите к интерфейсу данных теста. Наблюдайте за неудовлетворительными пунктами и подробными данными теста.

#### 4.10. Динамическое тестирование

В динамическом режиме прибор многократно переключается между двумя токами нагрузки. Данная функция обычно используется для проверки динамических характеристик источника. В начале периода  $T_b$  прибор увеличивает ток до значения  $I_b$  с установленной скоростью, после чего поддерживает это значение до истечения времени  $T_b$ . Далее, в начале периода  $T_a$  ток падает до значения  $I_a$  с установленной скоростью, после чего значение  $I_a$  поддерживается до истечения времени  $T_a$ . Процесс переключения между  $I_a$  и  $I_b$  циклически повторяется для определения динамических характеристик источника. Изменение нагрузки вызывает перегрузку и просадку источника, а прибор в реальном времени отображает максимальное напряжение  $V_{p+}$  и напряжение просадки  $V_{p-}$ .



DYNA	
00.0000V	PARA
00.0000A	Pow: 000.00 W
Ia : 01.0000A	Res : 00.000 Ω
Ib : 02.0000A	Vpp : 00.000 V
I-Limit:32.000 A	Ipp : 00.000 A
P-Limit:150.00 W	Vp+ : 00.000 V
	Vp- : 00.000 V
	<b>SET</b>

Окно тестирования динамических характеристик (DYNA)

# DYNA

Mode	Conti				
Ia	01.0000	A	Ib	03.0000	A
Ta	01.00	mS	Tb	01.00	mS
Rise Rate	3.000	A/us	Fall Rate	3.000	A/us

Conti Pluse Toggle

Окно настройки параметров режима DYNA

## Режимы DYNA:

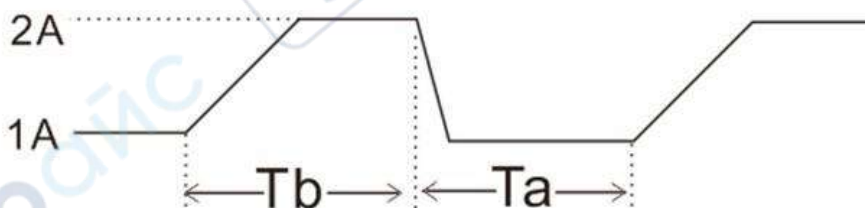
Режим	Описание
Continuous	Непрерывный режим. Прибор может переключаться между высоким и низким значением тока с заданной скоростью и длительностью.
Pulse	Импульсный режим. Ток переключается к значению Ib при каждом срабатывании триггера и возвращается к значению Ia после истечения Tb.
Toggle	Триггерный режим. Ток переключается между Ia и Ib с заданной скоростью при каждом срабатывании триггера.

## Настройка параметров DYNA:

Параметр	Описание
Ia	Низкий уровень тока
Ta	Длительность поддержания низкого уровня тока от 10 мкс до 50 с
Ib	Высокий уровень тока
Tb	Длительность поддержания высокого уровня тока от 10 мкс до 50 с
Rise Rate	Скорость нарастания тока, А/мкс
Fall Rate	Скорость падения тока, А/мкс
Mode	Режим Continuous/ Pulse/ Toggle

## Режим Continuous (непрерывный режим)

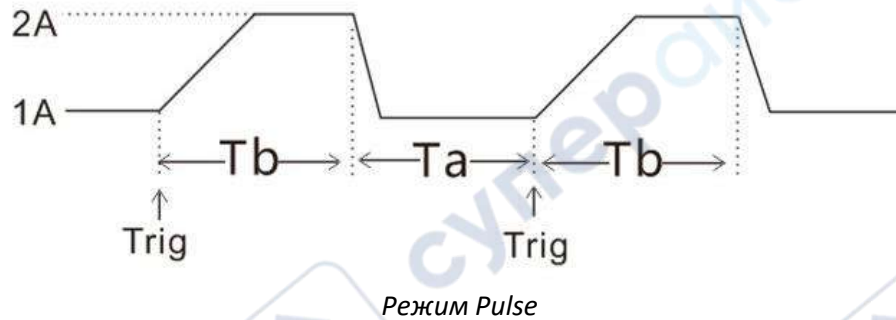
В данном режиме прибор непрерывно переключается между двумя значениями тока.



Режим Continuous

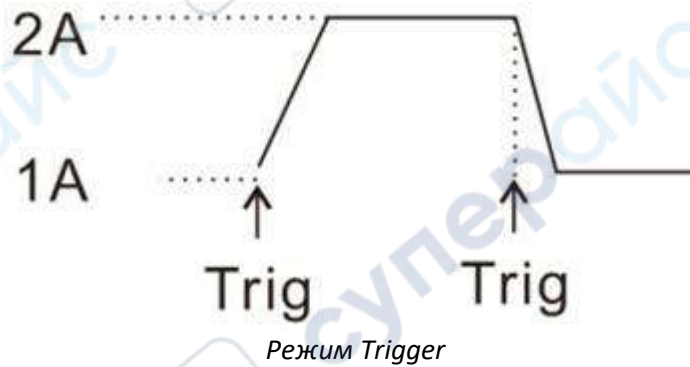
### Режим Pulse (импульсный режим)

Прибор увеличивает значение тока до  $I_b$  при каждом срабатывании триггера (момент Trig на рисунке ниже). Далее, после истечения времени  $T_b$ , прибор уменьшает значение тока до  $I_a$ .



### Режим TRIGGER (триггерный режим)

Прибор переключается между значениями  $I_a$  и  $I_b$  при каждом срабатывании триггера.



### Источники триггерного сигнала

В приборе использует три источника триггерных сигналов:

1. Срабатывание по кнопке. Триггер срабатывает при нажатии на кнопку TR.
2. Внешний триггер. Триггер срабатывает, если на клемму TRI прибора подается низкий уровень в течение 5 мс и более.
3. Триггерный сигнал генерируется программой на ПК.

### Пример:

Параметры тестируемого источника: постоянное напряжение 24В, выходной ток 0-5 А, нормальный рабочий ток 3А.

Цель: проверка динамических характеристик,  $V_{p+}$ ,  $V_{p-}$

### Порядок действий:

1. Нажмите кнопку **MODE** для открытия меню, после чего кнопками вверх/вниз выберите режим DYNA и нажмите кнопку **ENTER**. Открывается окно режима тестирования DYNA.
2. Нажмите кнопку **SET** для входа в меню настройки параметров. Установите параметры, приведенные в таблице:

Параметр	Описание
Ia	1 А
Ta	1 мс
Ib	3 А
Tb	1 мс
Rise Rate	3 А/мкс
Fall Rate	3 А/мкс
Mode	Режим <b>Continuous</b>

- После настройки значений параметров нажмите кнопку **ESC** для возврата в окно тестирования, после чего нажмите кнопку **ON** для запуска тестирования.
- Наблюдайте за значениями Vp+ и Vp- во время тестирования.

#### 4.11. Функция тестирования аккумуляторов (режим Batt)

Режимы CC, CP и CR могут использоваться для проверки емкости аккумуляторов при их разряде. Прибор позволяет наблюдать за временем разряда и емкостью аккумулятора (А\*ч или Вт\*ч). При достижении заданных условий прибор завершает тестирование и выключает нагрузку.

BATT	
000.000V	<b>PARA</b> Pow: 000.00 W Res : 00.000 Ω Vpp : 00.000 V Ipp : 00.000 A
00.0000A	
Mode : CC	Current : 00.0000A
Time : 00000s	Cap : 0.0000mAH
I-Limit:30.000 A	P-Limit:150.00 W
<b>SET</b>	


Окно режима тестирования аккумуляторов



BATT			
Mode	CC	Current	00.0000 A
Stop Time	00000 s	Unit	AH
Stop Volt	00.0000 V	Stop Cap	000.000 AH
<b>CC</b>	<b>CW</b>	<b>CR</b>	

Окно настройки режима тестирования аккумуляторов

## Настройка параметров режима ВАТТ

Параметр	Описание
Mode	Режим разряда CC/CW/CR
Value	Значение нагрузки
Stop Time	Длительность теста (условие завершения)
Unit	Единица измерения АН/WH (А*ч или Вт*ч)
Stop Volt	Минимальное напряжение (условие завершения))
Stop Cap	Минимальная емкость (условие завершения)

После настройки нажмите на кнопку  для запуска тестирования. Тест будет завершен, и нагрузка будет отключена при выполнении одного из заданных условий.




Нажмите кнопку  для завершения тестирования, подсветка кнопки  погаснет, аккумулятор перестанет разряжаться.

**Пример:**



**Объект тестирования:** аккумулятор 18650 с номинальным напряжением 3,7 В и емкостью 2400 мА\*ч.

**Цель:** проверить, чтобы емкость аккумулятора соответствовала 2400 мА/ч при ее разряде от максимального до минимального напряжения.

**Порядок действий:**

1. Нажмите кнопку  для открытия меню, после чего кнопками вверх/вниз выберите режим **ВАТТ** и нажмите кнопку . Открывается окно режима тестирования **ВАТТ**.
2. Нажмите кнопку  для входа в меню настройки параметров. Установите параметры, приведенные в таблице:

Параметр	Описание
Mode	CC
Value	1 А
Stop Time	0 с (таймер отключен)
Stop Volt	3 В
Stop Cap	2,4 А*ч

3. После настройки значений параметров нажмите кнопку  для возврата в окно тестирования, после чего нажмите кнопку  для запуска тестирования.
4. Тестирование завершится при падении напряжения аккумулятора ниже 3 В или достижения суммарной емкости 2,4 А\*ч.

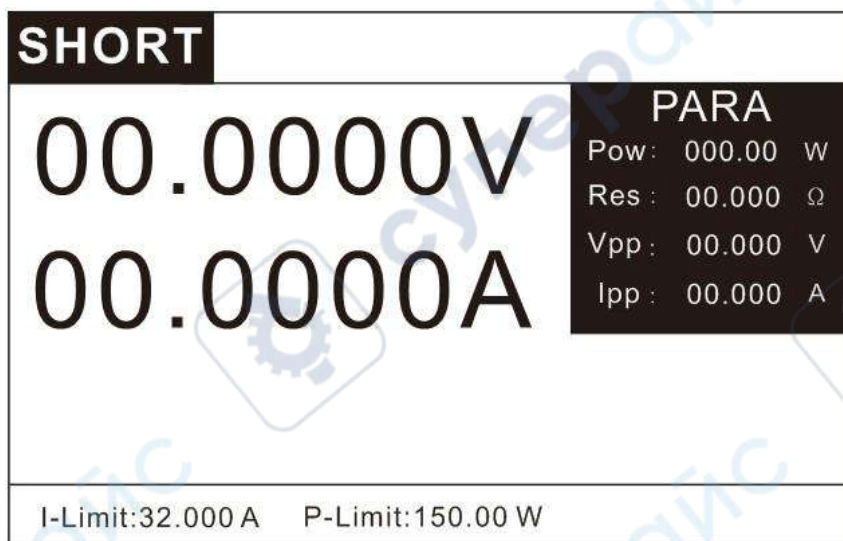
### 4.12. Функция проверки на короткое замыкание

Прибор позволяет замыкать накоротко тестируемый источник. Функция используется для проверки защиты источника питания от короткого замыкания.



Кнопкой **MODE** выберите режим проверки короткого замыкания. Фактическое значение тока, потребляемое прибором при коротком замыкании, зависит от фактического диапазона тока прибора. Максимальный ток короткого замыкания составляет 110% от диапазона тока.

Окно проверки короткого замыкания выглядит следующим образом:



*Режим проверки на короткое замыкание*

## 5. Техническое обслуживание и очистка

- Устройство не предназначено для применения в неблагоприятных атмосферных условиях. Оно не является водонепроницаемым и не должно подвергаться воздействию высоких температур. Условия эксплуатации устройства аналогичны условиям эксплуатации общего электронного оборудования, например, ноутбуков.
- Устройство не является водонепроницаемым, поэтому его следует очищать сухой и мягкой тканью.