

RIGOL

Программируемые электронные нагрузки Rigol серия DL3000



Руководство пользователя

Содержание

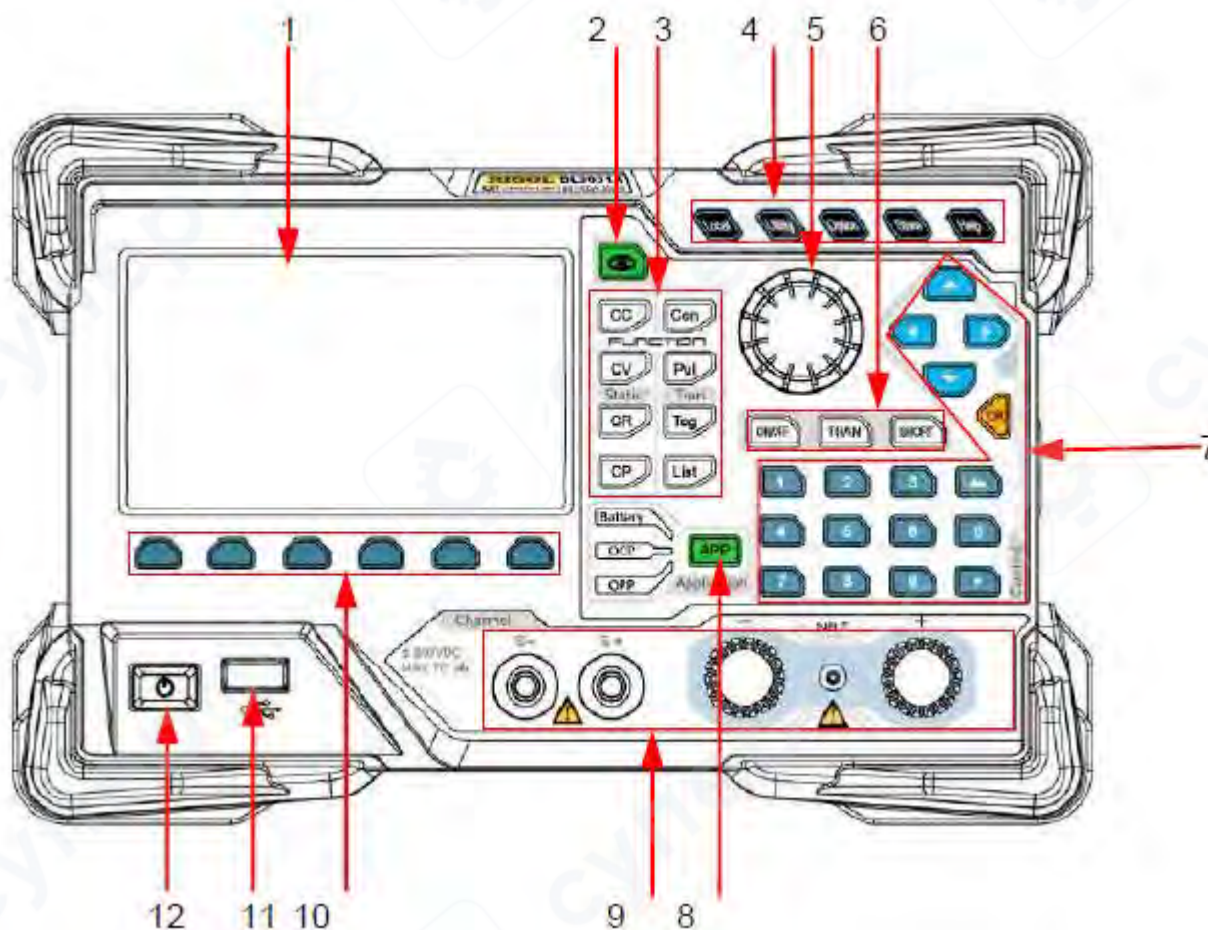
1. Введение.....	3
2. Обзор передней панели	3
3. Обзор задней панели.....	9
4. Пользовательский интерфейс	10
5. Операции с передней панелью.....	12
5.1 Статические режимы работы.....	12
5.1.1 Режим постоянного тока (CC)	12
5.1.2 Режим постоянного напряжения (CV).....	15
5.1.3 Режим постоянного сопротивления (CR).....	18
5.1.4 Режим постоянной мощности (CP).....	21
5.2 Динамические режимы работы	24
5.3 Прикладные режимы работы	27
5.4 Дополнительные режимы работы	29

1. Введение

Электронные нагрузки способны имитировать нагрузку для источников питания в различных статических, динамических и некоторых специальных режимах работы и способны выполнять измерения основных параметров источников питания.

К настоящему моменту в серию DL3000 входят четыре модели: DL3021, DL3021A, DL3031 и DL3031A. Все они являются нагрузками постоянного тока. Третья цифра в индексе модели обозначает максимальную мощность рассеивания электронной нагрузки. Соответственно цифра «2» в индексе означает максимальную мощность 200 Вт, цифра «3» — 350 Вт. Максимальное входное напряжение у всех моделей составляет 150 В, а входной ток — 40 А или 60 А.

2. Обзор передней панели



1. ЖК-дисплей

4,3-дюймовый TFT ЖК-дисплей, используемый для отображения состояния системы, входных параметров, настроек меню, подсказок и т. д.

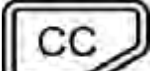
2. Клавиша отображения формы сигнала

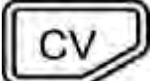
Нажатие этой клавиши позволяет войти в интерфейс отображения формы сигнала. Вы можете наблюдать за изменениями параметров по динамической форме волны.


3. Функциональные клавиши


Обеспечивает четыре статических режима работы и три функции динамического


тестирования. Кроме того, есть также клавиша, используемая для работы со списком.


(1) Клавиша CC  Нажатие этой клавиши позволяет войти в режим постоянного тока (CC). Вы можете установить параметры режима, такие как ток, диапазон, скорость нарастания и пусковое напряжение.


(2) Клавиша CV  Нажатие этой клавиши позволяет войти в режим постоянного напряжения (CV). Вы можете установить параметры режима, такие как напряжение и диапазон.


(3) Клавиша CR  Нажатие этой клавиши позволяет войти в режим постоянного сопротивления (CR). Вы можете установить параметры режима, такие как сопротивление и диапазон.

(4) Клавиша CP  Нажатие этой клавиши позволяет войти в режим постоянной мощности (CP). Вы можете установить параметры режима, такие как мощность и верхний предел напряжения.

(5) Клавиша Con  Нажатие этой клавиши позволяет войти в непрерывный режим (Con). Вы можете установить параметры для режима, такие как диапазон, уровень А, уровень В, скорость нарастания и спада.

(6) Клавиша Pul  Нажатие этой клавиши позволяет войти в импульсный режим (Pul). Вы можете установить параметры для режима, такие как диапазон, уровень А, уровень В, скорость нарастания и спада.

(7) Клавиша Tog  Нажатие этой клавиши позволяет войти в переключаемый режим (Tog). Вы можете установить параметры для режима, такие как диапазон, уровень А, уровень В, скорость нарастания и спада.

(8) Клавиша List  Нажатие этой клавиши позволяет войти в интерфейс работы со списком. Вы можете установить такие параметры, как режим, диапазон, количество циклов списка и количество шагов.

4. Системные функциональные клавиши

(1) Клавиша переключения В режиме удаленного управления нажатием этой клавиши локального/дистанционного можно переключиться в локальный режим управления



(2) Функциональная клавиша системной утилиты



-- Система

Устанавливает язык системы, значение включения питания, яркость, функцию короткого замыкания, цифровой вход/выход, звуковой сигнал (вкл/выкл), функцию Sense, журнал, функцию Von Latch, выходную клемму контроля напряжения и выходную клемму контроля тока.

-- Интерфейс

Настраивает параметры для интерфейсов удаленной связи (GPIB/ USB/RS232/LAN).

-- Системная информация

Отображает производителя, модель устройства, версии программного и аппаратного обеспечения, версию FPGA, версию загрузки, время загрузки системы, дату калибровки и серийный номер продукта.

-- Сброс

Восстанавливает заводские настройки прибора по умолчанию.

(3) Клавиша расширенных функций



Предоставляет расширенные функции. В настоящее время поддерживаются функция заводского тестирования и функция CC +CV.

(4) Сохранение и вызов клавиши управления.



Сохранение, чтение, удаление, копирование и вставка файлов. Прибор имеет внутреннюю энергонезависимую память («Диск С») и поддерживает внешнюю память («Диск D»). В приборе можно хранить максимум 100 файлов.

(5) Клавиша помощи



Вход во встроенную справочную систему. Вы можете просмотреть соответствующую справочную информацию для любой клавиши или клавиши меню на передней панели.

5. Ручка

(1) Переключение параметров или значений параметров.

(2) Увеличивает (поворот по часовой стрелке) или уменьшает (поворот против часовой стрелки) значение у курсора.

Примечание: Вращение ручки в разных интерфейсах может привести к разным результатам работы. Здесь представлено ее общее использование.

6. Клавиши управления входом

- (1) Клавиша включения/выключения входа Включает или отключает функцию поглощения нагрузки



- (2) Клавиша переходного триггера Включает или выключает функцию переходного триггера



- (3) Клавиша короткого замыкания Включает или выключает функцию короткого замыкания нагрузки.



7. Клавиши управления

Клавиши управления включают в себя клавиши со стрелками, цифровые клавиши и клавишу подтверждения. Нажатие клавиш управления в разных интерфейсах может приводить к разным результатам работы.

Примечание: здесь представлено их общее использование.

- (1) Клавиши со стрелками (клавиша со стрелкой вверх/вниз/влево/вправо)



- Переключение фокуса параметра.
- Перемещение курсора.
- Переключение параметров или значений параметров.
- При настройке параметров используйте клавишу со стрелкой вверх, чтобы увеличить значение у курсора, или клавишу со стрелкой вниз, чтобы уменьшить значение.

- (2) Клавиша подтверждения



Подтверждает настройку параметра

(3) Цифровые клавиши и клавиша возврата



Цифровые клавиши

Цифровые клавиши содержат цифры (0-9) и десятичную точку. Вы можете использовать цифровые клавиши для ввода значения параметра.

Клавиша возврата

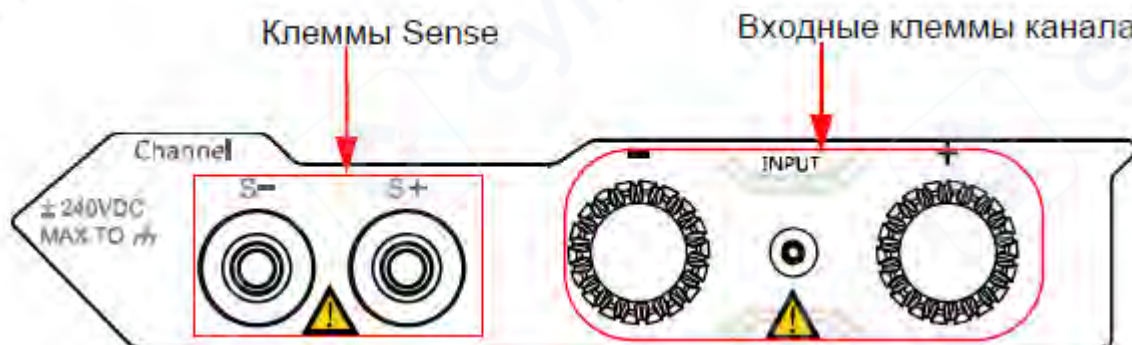
Удаляет ненужные введенные символы или числовые значения.

8. Клавиша выбора приложения

Включает одну из следующих трех функций приложения: тест OCP, тест OPP или тест аккумулятора. Вы можете нажать эту клавишу, чтобы переключиться между тремя функциями.

9. Клеммы канала

К клеммам канала относятся входные клеммы канала и клеммы Sense, как показано на Рисунке ниже.



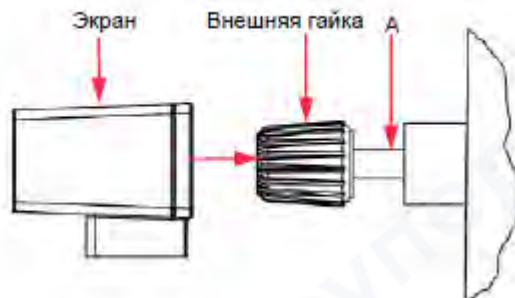
Клеммы каналов.

(1) Входная клемма канала: подключается к тестируемому устройству (DUT, например, аккумулятору и источнику питания), которое используется для ввода напряжения и тока.

Примечание: подключите положительную полярность нагрузки к клемме (+) выхода канала, а отрицательную полярность нагрузки к клемме (-) выхода канала.

(2) Клемма Sense: когда тестируемое устройство выдает большой ток, клемму Sense можно использовать для точного измерения напряжения на выходных клеммах тестируемого устройства, чтобы компенсировать падение напряжения на нагрузке.

Методы подключения входных клемм (см. Рисунок ниже):



Подключение входных клемм

- а) Поверните внешнюю гайку входной клеммы против часовой стрелки, чтобы снять ее.
- б) Подключите измерительный провод к позиции А входной клеммы.
- в) Затяните внешнюю гайку входной клеммы по часовой стрелке.
- г) Закрепите экран на клемме, а затем затяните винт.

ВНИМАНИЕ



Во избежание поражения электрическим током убедитесь, что вы установили экран, когда выходное постоянное напряжение тестируемого устройства равно или превышает 70 В.

10. Клавиши меню

Вы можете нажать указанную клавишу меню, чтобы выполнить соответствующую операцию, отображаемую в нижней части интерфейса на экране.

11. USB-хост

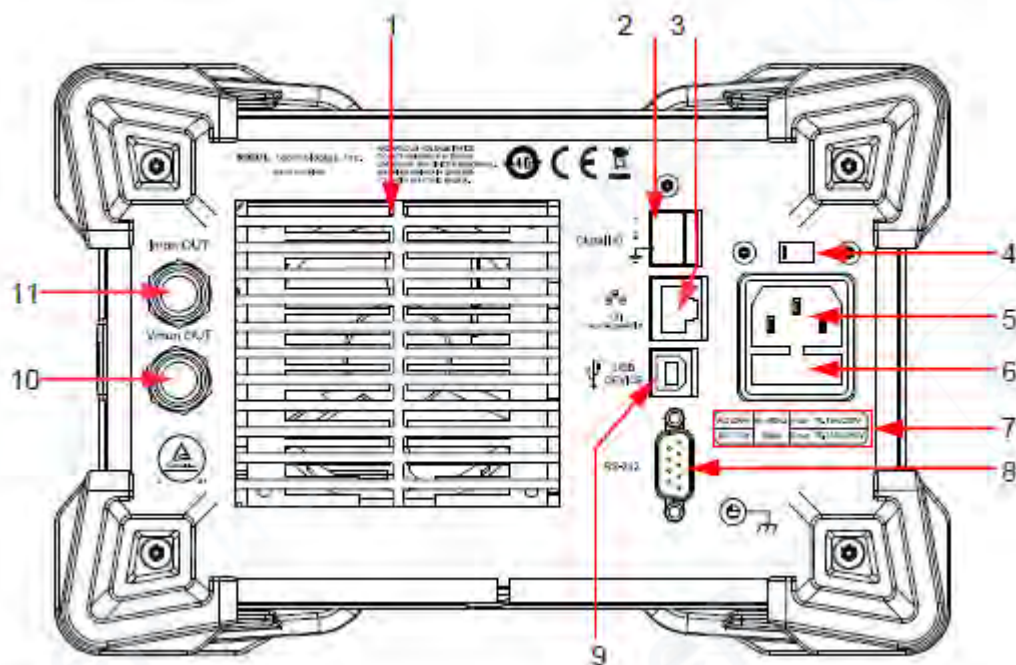
(1) Прибор рассматривается как «ведущее устройство». Вы можете использовать линию передачи данных для подключения к USB-устройству хранения данных (например, U-диск) для реализации внешнего хранилища или вызова.

(2) Используйте преобразователь интерфейса USB-GPIB для расширения интерфейса GPIB для нагрузки, а затем используйте кабель GPIB для подключения нагрузки к ПК для реализации дистанционного управления.

12. Клавиша питания

Включение или выключение прибора.

3. Обзор задней панели



1. Воздуховыпускное отверстие

Снижает температуру внутри прибора, обеспечивая его стабильную работу. При размещении прибора на рабочем столе или установке его в стойку оставьте расстояние не менее 10 см от выхода для воздуха, чтобы обеспечить достаточную вентиляцию.

2. Цифровой ввод/вывод (Digital I/O)

Цифровой интерфейс ввода-вывода поддерживает цифровой вход (терминал 1, входное напряжение 3,3 В или 5 В) и выход (терминал 2, выходное напряжение 3,3 В).

Примечание: эта функция является стандартной конфигурацией для DL3031A/DL3021A и является опцией для DL3031/DL3021. Поэтому для модели DL3031/DL3021 вам необходимо приобрести опцию цифрового ввода-вывода (с номером заказа DIGITALIODL3).

3. Интерфейс LAN

Интерфейс LAN относится к типу Non-Auto-MDIX. Прибор может быть подключен к локальной сети (LAN) через интерфейс, так что вы можете реализовать дистанционное управление прибором. Прибор соответствует стандартам, указанным в спецификации устройств LXI 2011. Его можно использовать для настройки тестовой системы с другими стандартными устройствами, чтобы легко реализовать системную интеграцию.

4. Переключатель переменного тока.

Выбор напряжения, которое соответствует фактической входной мощности переменного тока.

Электронная нагрузка поддерживает два номинала переменного напряжения: 115 В и 230 В. Выберите правильную шкалу напряжения в зависимости от номинала переменного тока в вашей стране.

Если рычаг переключателя находится в другом положении, это означает, что выбран другой номинал напряжения. Если рычаг переключателя находится слева, это означает, что выбрано 230 В. Если рычаг переключателя находится справа, это означает, что выбрано 115 В.

5. Разъем для шнура питания переменного тока

Интерфейс входного питания переменного тока. Подключите указанный шнур питания, входящий в комплект аксессуаров, к разъему шнура питания переменного тока прибора, а затем подключите прибор к сети переменного тока.



ВНИМАНИЕ

Прежде чем подключать питание переменного тока, выберите подходящую шкалу напряжения с помощью переключателя переменного тока.

6. Предохранитель

При выходе с завода в приборе установлен предохранитель, соответствующий местным стандартам.



ВНИМАНИЕ

Во избежание поражения электрическим током или возникновения пожара используйте указанный предохранитель и убедитесь, что в держателе предохранителя отсутствует короткое замыкание.

7. Номинал предохранителя

Требуемый номинал предохранителя связан с фактическим входным напряжением.

8. Интерфейс RS232

Последовательный интерфейс связи. Используйте 9-контактный кабель RS232 для установления связи с ПК для реализации дистанционного управления.

9. Устройство USB

Прибор можно рассматривать как «резервное устройство» для подключения к внешнему устройству USB (например, ПК) для реализации дистанционного управления.

10. Выходная клемма контроля напряжения.

Выходная клемма контроля напряжения выводит сигнал в аналоговом виде. Вы можете подключить устройство, например, цифровой осциллограф, через терминал для отображения выходного напряжения с выходного терминала, чтобы контролировать изменения входного напряжения нагрузки.

11. Выходная клемма контроля тока.

Выходная клемма контроля тока выводит сигнал в аналоговом виде. Вы можете подключить устройство, например, цифровой осциллограф, через клемму, чтобы отобразить выходной ток с выходной клеммы, чтобы контролировать изменения входного тока нагрузки.

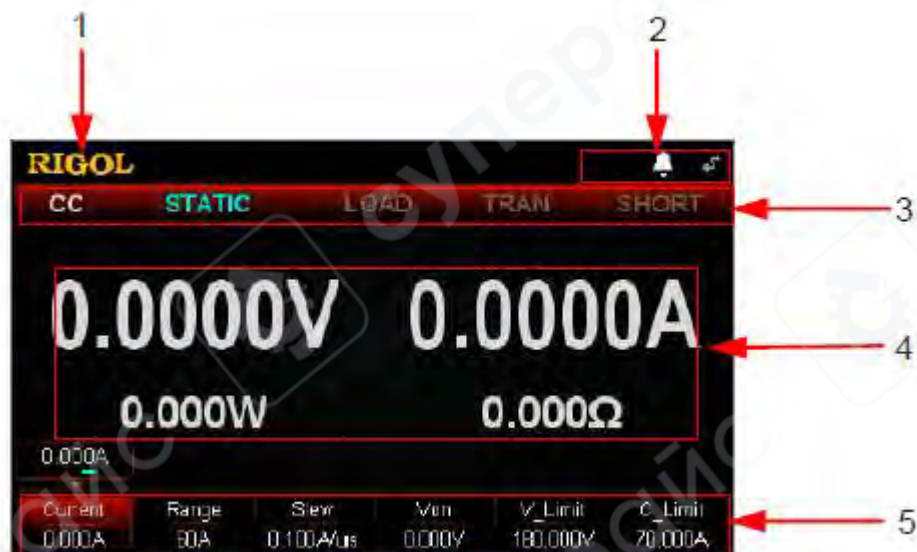
4. Пользовательский интерфейс

Пользовательский интерфейс серии DL3000 состоит из основного интерфейса, интерфейса-помощника и функционального интерфейса. В основном интерфейсе вы можете настроить и просмотреть информацию о входе канала, в интерфейсе-помощнике вы можете напрямую установить параметры в соответствии с диаграммой-помощником и просмотреть информацию о параметрах, в функциональном интерфейсе (включая интерфейс отображения формы волны) вы можете настроить и просмотреть информацию о функциях. При включении прибора по умолчанию загружается основной интерфейс. В этом разделе в основном рассматривается основной интерфейс электронной нагрузки.

Интерфейс-помощник и функциональный интерфейс будут рассмотрены в разделе








"Операции с передней панелью".

Основной интерфейс показан на рисунке ниже. Описание основного интерфейса в таблице.



Основной интерфейс

Таблица. Описание основного интерфейса

№	Название	Описание
1	RIGOL	Логотип компании
2	Значок состояния системы	 : указывает на срабатывание защиты от перегрева  : указывает на распознавание USB-устройства  : указывает на подключение к сети  : указывает на подключение GPIB  : указывает на отключение звукового сигнала  : указывает на включение звукового сигнала  : указывает на то, что прибор управляется дистанционно
3	Функцион. состояние	Отображает функциональное состояние нагрузки в режиме реального времени.
4	Фактический ввод Значение	Отображает фактическое входное напряжение, потребляемый ток и т. д.
5	Пункт меню	Отображает функциональное меню. Нажмите указанную клавишу ниже, чтобы выбрать указанный пункт меню.

5. Операции с передней панелью

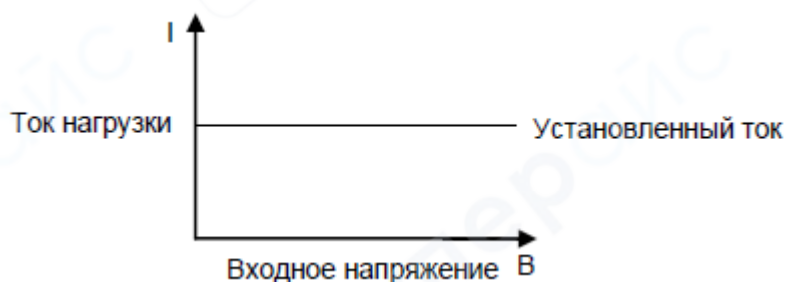
5.1 Статические режимы работы

Статические режимы работы включают в себя следующие 4 режима:

- Режим постоянного тока (CC)
- Режим постоянного напряжения (CV)
- Режим постоянного сопротивления (CR)
- Режим постоянной мощности (CP)

5.1.1 Режим постоянного тока (CC)

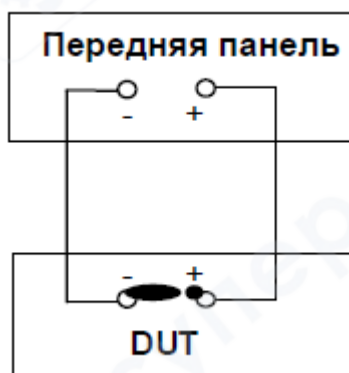
В режиме CC электронная нагрузка будет подавать ток в соответствии с запрограммированным значением независимо от входного напряжения, как показано на рисунке ниже.



Процедуры эксплуатации:

1. Подключите тестируемое устройство и входные клеммы канала нагрузки.

Выключите прибор, как показано на рисунке, подключите тестируемое устройство и входные клеммы канала на передней панели нагрузки.



Подключение к клеммам

ВНИМАНИЕ

При выполнении подключения положительная полярность нагрузки должна быть подключена к клемме (+) выхода канала, а отрицательная полярность нагрузки к клемме (-) выхода канала. Неправильное подключение клемм может привести к повреждению прибора или DUT (тестируемое устройство).



2. Включите прибор.

После подключения прибора к источнику питания нажмите клавишу **Power** на передней панели, чтобы включить прибор.

3. Установите параметры канала

Нажмите **CC**, чтобы войти в главный интерфейс режима **CC**, как показано на рисунке. В верхней части главного интерфейса активны "CC" и "STATIC". Из которых выделено "STATIC".



Основной интерфейс режима **CC**

В режиме **CC** необходимо задать следующие параметры: **Current**, **Range**, **Slew**, **Von**, **V_Limit**, **C_Limit**.

Установить ток (Set Current)

Постоянное значение тока в режиме **CC**. Единица измерения тока по умолчанию — **A**.

(1) В главном интерфейсе нажмите **Current**, чтобы переключить фокус параметра на "Current".

(2) Введите значение с помощью цифровых клавиш, клавиш со стрелками или ручки.

Совет

В режиме **CC**, когда установленный ток нагрузки превышает выходной ток тестируемого устройства, происходит короткое замыкание в тестируемом устройстве.

Установить (Set Range)

Рабочие диапазоны тока в режиме **CC** следующие. Разные модели имеют разные диапазоны.

DL3021/DL3021A: низкий диапазон (от 0 до 4 A); высокий диапазон (от 0 до 40 A)

DL3031/DL3031A: низкий диапазон (от 0 до 6 A); высокий диапазон (от 0 до 60 A)

(1) В главном интерфейсе нажмите **Range**, чтобы переключить фокус параметров на "Range".

(2) Нажмите **Range**, чтобы переключить рабочий диапазон тока. Вы также можете использовать клавишу со стрелкой влево/вправо или ручку, чтобы переключить его.

Примечание:

Нижний диапазон обеспечивает лучшее разрешение и точность при нижних настройках тока.

Если заданное значение тока больше максимального значения нижнего диапазона, необходимо выбрать верхний диапазон.



ВНИМАНИЕ

Прежде чем переключать диапазон тока, отключите вход канала, чтобы не повредить прибор или тестируемое устройство.

Установить скорость нарастания тока (Set Slew)

Скорость нарастания тока для положительных переходов в режиме СС. Скорость нарастания относится к скорости, с которой входной ток модуля изменяется на новое запрограммированное значение. Единица измерения скорости нарастания по умолчанию — А/мкс.

- (1) В главном интерфейсе нажмите Slew, чтобы переключить фокус параметра на «Slew».
- (2) Введите значение с помощью цифровых клавиш, клавиш со стрелками или ручки.

Совет

Диапазон скорости нарастания определяется изменением коэффициента тока (от 10% до 90%; от 90% до 10%).

Установить Von (Set Von)

Когда входное напряжение превышает установленное стартовое напряжение (Von), нагрузка начинает поглощать ток. Единица измерения Von по умолчанию — В, и диапазон составляет от 0 В до 150 В. Значение Von по умолчанию — 0 В. Чтобы включить или отключить эту функцию, обратитесь к описанию в разделе "Включение/Отключение функции фиксации Von" (Enable/Disable the Von Latch Function).

- (1) В главном интерфейсе нажмите Von, чтобы переключить фокус параметра на «Von».
- (2) Введите значение с помощью цифровых клавиш, клавиш со стрелками или ручки.

Установить лимит V_Limit (Set V_Limit)

Верхний предел напряжения в режиме постоянного тока (CC mode). Единица измерения V_Limit по умолчанию — В, и диапазон составляет от 0 В до 180 В.

- (1) В главном интерфейсе нажмите V_Limit, чтобы переключить фокус параметра на «V_Limit».
- (2) Введите значение с помощью цифровых клавиш, клавиш со стрелками или ручки.

Установить C_Limit (Set C_Limit)

Верхний предел тока при работе в режиме СС. Единица измерения C_Limit по умолчанию — А, диапазон составляет от 0 А до 70 А.

- (1) В главном интерфейсе нажмите C_Limit, чтобы переключить фокус параметра на "C_Limit".
- (2) Введите значение с помощью цифровых клавиш, клавиш со стрелками или ручки.

4. Включите вход канала.

Нажмите On/Off, чтобы включить входной канал. В это время фактическое входное напряжение, ток, сопротивление и мощность будут отображаться в главном интерфейсе.

Примечание: После включения входа канала нагрузка не начнет пропускать ток, пока входное напряжение не станет больше начального напряжения.



ВНИМАНИЕ



Во избежание поражения электрическим током убедитесь, что проверяемое устройство правильно подключено к входным клеммам нагрузки, прежде чем включать вход канала.

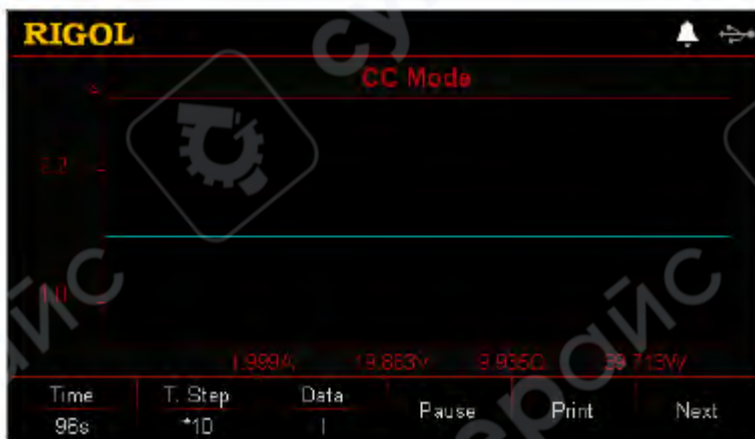


ВНИМАНИЕ

Когда вентилятор перестает работать, канал отключается. Затем отображается сообщение «Вентилятор перестает работать!» "Fan stops running!"

5. Просмотр отображения формы сигнала

Нажмите клавишу отображения формы сигнала "**waveform display key**" , чтобы войти в интерфейс отображения формы сигнала, как показано на рисунке. По умолчанию отображается форма сигнала тока. При изменении входного напряжения нагрузка будет пропускать постоянный ток. Нажмите клавишу отображения формы сигнала "**waveform display key**"  еще раз, чтобы выйти из интерфейса отображения формы сигнала и вернуться в главный интерфейс режима CC.



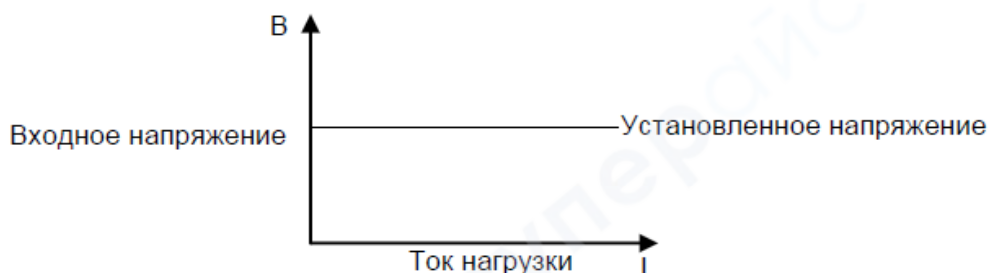
Интерфейс отображения формы сигнала в режиме CC

6. Выход из режима CC.

Для выхода из режима CC нажмите любую клавишу на передней панели нагрузки.

5.1.2 Режим постоянного напряжения (CV)

В режиме CV нагрузка будет пропускать достаточный ток для управления входным напряжением до установленного значения. Нагрузка действует как шунтирующий регулятор напряжения при работе в режиме CV, как показано на рисунке.



Процедуры эксплуатации:

1. Подключите тестируемое устройство и входные клеммы канала нагрузки. Выключите прибор, как показано на рисунке, подключите тестируемое устройство и входные клеммы канала на передней панели нагрузки.

ВНИМАНИЕ



При выполнении подключения положительная полярность нагрузки должна быть подключена к клемме (+) выхода канала, а отрицательная полярность нагрузки к клемме (-) выхода канала. Неправильное подключение клемм может привести к повреждению прибора или DUT (тестируемое устройство).

2. Включите прибор.

После подключения прибора к источнику питания нажмите кнопку питания на передней панели, чтобы включить прибор.

3. Установите параметры канала (Set channel parameters)

Нажмите **CV**, чтобы войти в главный интерфейс режима CV, как показано на рисунке. В верхней части главного интерфейса активны "CV" и "STATIC". Из которых выделено "STATIC".



Основной интерфейс режима CV

В режиме CV необходимо задать следующие параметры: Напряжение, Диапазон, V_Limit, C_Limit.

Установить напряжение (Set Voltage)

Постоянное значение напряжения в режиме CV. Единица измерения напряжения по умолчанию — В.

(1) В главном интерфейсе нажмите Voltage, чтобы переключить фокус параметров на "Voltage".

(2) Введите значение с помощью цифровых клавиш, клавиш со стрелками или ручки.

Совет

В режиме CV, когда установленное напряжение нагрузки больше выходного напряжения от проверяемого устройства, происходит разрыв цепи тестируемого устройства.

Установить диапазон (Set Range)

Рабочий диапазон напряжения в режиме CV. Доступны два диапазона: нижний диапазон (0-15 В) и высокий диапазон (0-150 В).

(1) В главном интерфейсе нажмите Range, чтобы переключить фокус параметра на «Range».

(2) Нажмите Range, чтобы переключить рабочий диапазон напряжения. Вы также можете использовать клавишу со стрелкой влево/вправо или ручку, чтобы переключить его.

Примечание:

Нижний диапазон обеспечивает лучшее разрешение и точность при низких настройках напряжения. Если заданное значение напряжения больше максимального значения нижнего диапазона, необходимо выбрать верхний диапазон.



ВНИМАНИЕ

Перед переключением диапазона напряжения отключите вход канала, чтобы избежать повреждения прибора или тестируемого устройства.

Установить лимит V_Limit (Set V_Limit)

Верхний предел напряжения, работающего в режиме CV. Единица измерения V_Limit по умолчанию — В, диапазон составляет от 0 В до 180 В.

(1) В главном интерфейсе нажмите V_Limit, чтобы переключить фокус параметра на «V_Limit».

(2) Введите значение с помощью цифровых клавиш, клавиш со стрелками или ручки.

Установить C_Limit (Set C_Limit)

Верхний предел тока, работающего в режиме CV. Единица измерения C_Limit по умолчанию — А, диапазон составляет от 0 А до 70 А.

(1) В главном интерфейсе нажмите C_Limit, чтобы переключить фокус параметров на "C_Limit".

(2) Введите значение с помощью цифровых клавиш, клавиш со стрелками или ручки.

4. Включите вход канала.

Нажмите **On/Off**, чтобы включить вход канала. В это время в главном интерфейсе будут отображаться фактическое входное напряжение, ток, сопротивление и мощность.

Примечание: после включения входа канала нагрузка не начнет пропускать ток, пока

входное напряжение не станет больше начального напряжения.



ВНИМАНИЕ

Во избежание поражения электрическим током убедитесь, что проверяемое устройство правильно подключено к входным клеммам нагрузки, прежде чем включать вход канала.



ВНИМАНИЕ

Когда вентилятор перестает работать, канал отключается. Затем отображается сообщение «Вентилятор перестает работать!» "Fan stops running!"

5. Просмотр отображения формы сигнала

Нажмите клавишу отображения формы сигнала "**waveform display key**", чтобы войти в интерфейс отображения формы сигнала, как показано на рисунке. При выборе «U» в разделе «Data» вы можете просмотреть форму сигнала напряжения. При изменении тока входное напряжение остается установленным напряжением, неизменным.

Нажмите клавишу отображения формы сигнала "**waveform display key**" еще раз, чтобы выйти из интерфейса отображения формы сигнала и вернуться в главный интерфейс режима CV.



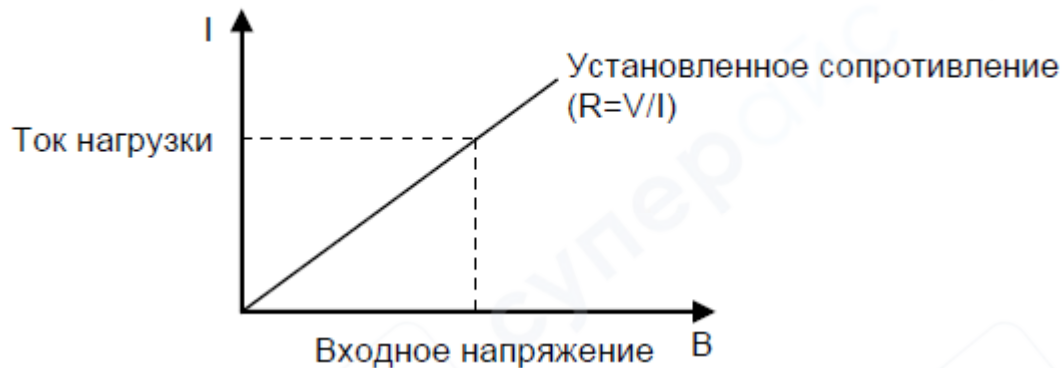
Интерфейс отображения формы сигнала в режиме CV

6. Выход из режима CV.

Для выхода из режима CV нажмите любую клавишу на передней панели нагрузки.

5.1.3 Режим постоянного сопротивления (CR)

В режиме CR нагрузка рассматривается как постоянное сопротивление и изменяет ток линейно пропорционально входному напряжению, как показано на рисунке.



Процедуры эксплуатации:

1. Подключите тестируемое устройство и входные клеммы канала нагрузки.

Выключите прибор, как показано на рисунке, подключите тестируемое устройство и входные клеммы канала на передней панели нагрузки.

ВНИМАНИЕ



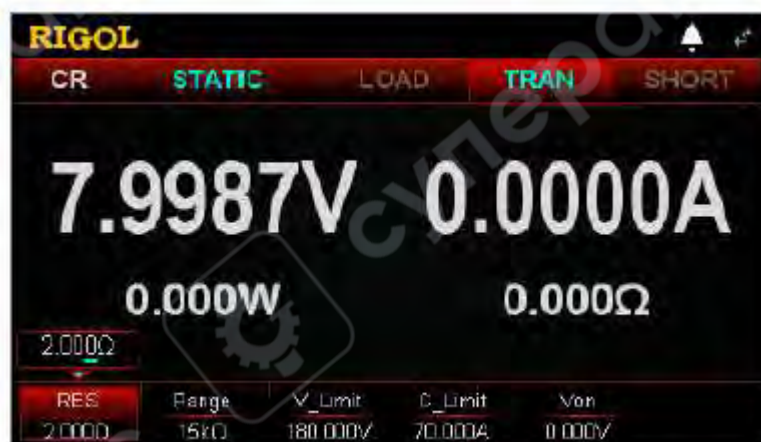
При выполнении подключения положительная полярность нагрузки должна быть подключена к клемме (+) выхода канала, а отрицательная полярность нагрузки к клемме (-) выхода канала. Неправильное подключение клемм может привести к повреждению прибора или DUT (тестируемое устройство).

2. Включите прибор.

После подключения прибора к источнику питания нажмите клавишу Power на передней панели, чтобы включить прибор.

3. Установите параметры канала

Нажмите CR, чтобы войти в главный интерфейс режима CR, как показано на рисунке. В верхней части главного интерфейса активны "CR" и "STATIC". Из которых выделено "STATIC".



Основной интерфейс режима CR

В режиме CR необходимо задать следующие параметры: RES, Range, V_Limit, C_Limit.

Установить RES (Set RES)

Постоянное значение сопротивления в режиме CR. Единица измерения сопротивления: Ω или $k\Omega$.

- (1) В основном интерфейсе нажмите RES, чтобы переключить фокус параметра на «RES».
- (2) Введите значение с помощью цифровых клавиш, клавиш со стрелками или ручки.

Установить диапазон (Set Range)

Рабочий диапазон сопротивления в режиме CR. Доступны два диапазона сопротивления: низкий диапазон (от 0,08 Ом до 15 Ом); высокий диапазон (от 2 Ом до 15 $k\Omega$)

- (1) В главном интерфейсе нажмите Range, чтобы переключить фокус параметра на «Range».
- (2) Нажмите Range, чтобы переключить рабочий диапазон сопротивления. Вы также можете использовать клавишу со стрелкой влево/вправо или ручку для переключения.

Примечание:

- Нижний диапазон обеспечивает лучшее разрешение и точность при низких настройках сопротивления.
- Если заданное значение сопротивления больше максимального значения нижнего диапазона, необходимо выбрать верхний диапазон.



ВНИМАНИЕ

Перед переключением диапазона сопротивления отключите вход канала, чтобы избежать повреждения прибора или тестируемого устройства.

Установить лимит V_Limit (Set V_Limit)

Верхний предел напряжения, работающего в режиме CR. Единица измерения V_Limit по умолчанию — V, диапазон составляет от 0 В до 180 В.

- (1) В главном интерфейсе нажмите V_Limit, чтобы переключить фокус параметра на «V_Limit».
- (2) Введите значение с помощью цифровых клавиш, клавиш со стрелками или ручки.

Установить C_Limit (Set C_Limit)

Верхний предел тока, работающего в режиме CR. Единица измерения C_Limit по умолчанию — A, диапазон составляет от 0 А до 70 А.

- (1) В главном интерфейсе нажмите C_Limit, чтобы переключить фокус параметра на «C_Limit».
- (2) Введите значение с помощью цифровых клавиш, клавиш со стрелками или ручки.

Установить Von (Set Von)

Когда входное напряжение больше установленного начального напряжения (Von), нагрузка начинает поглощать ток. Единица измерения Von по умолчанию — В, диапазон составляет от 0 В до 150 В. Значение Von по умолчанию — 0 В.

- (1) В главном интерфейсе нажмите Von, чтобы переключить фокус параметра на «Von».
- (2) Введите значение с помощью цифровых клавиш, клавиш со стрелками или ручки.

4. Включите вход канала.

Нажмите **On/Off**, чтобы включить вход канала. В это время фактическое входное напряжение, ток, сопротивление и мощность будут отображаться в главном интерфейсе.

Примечание: После включения входа канала нагрузка не начнет пропускать ток, пока входное напряжение не станет больше начального напряжения.



ВНИМАНИЕ

Во избежание поражения электрическим током убедитесь, что проверяемое устройство правильно подключено к входным клеммам нагрузки, прежде чем включать вход канала.



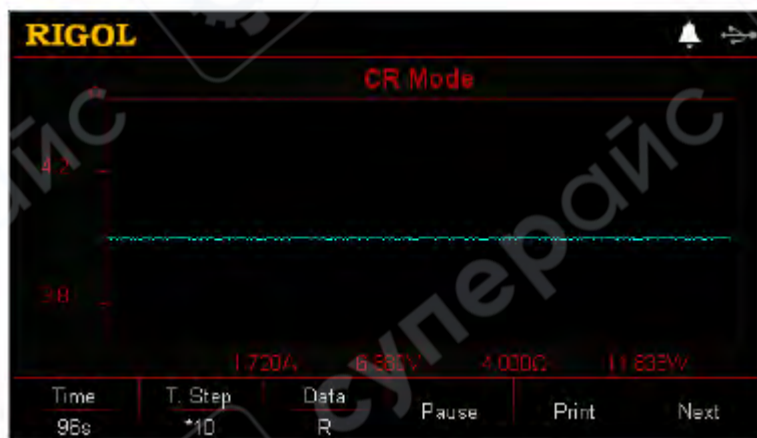
ВНИМАНИЕ

Когда вентилятор перестает работать, канал отключается. Затем отображается сообщение «Вентилятор перестает работать!» "Fan stops running!"

5. Просмотр отображения формы сигнала

Нажмите клавишу отображения формы сигнала "**waveform display key**", чтобы войти в интерфейс отображения формы сигнала, как показано на рисунке. При выборе «R» в разделе «Data» можно просмотреть форму сигнала сопротивления. При изменении входного напряжения ток изменяется линейно, чтобы сохранить значение сопротивления неизменным.

Нажмите клавишу отображения формы сигнала "**waveform display key**" еще раз, чтобы выйти из интерфейса отображения формы сигнала и вернуться в главный интерфейс режима CR.



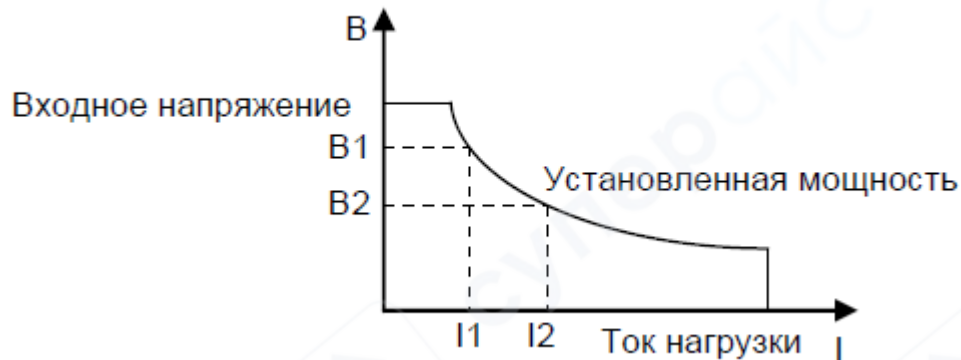
Интерфейс отображения формы сигнала в режиме CR

6. Выход из режима CR.

Для выхода из режима CR нажмите любую клавишу на передней панели нагрузки.

5.1.4 Режим постоянной мощности (CP)

В режиме CP нагрузка потребляет постоянную мощность. Ток нагрузки будет изменяться линейно пропорционально входному напряжению, чтобы поддерживать постоянную мощность ($P = V \times I$), как показано на рисунке.



Процедуры эксплуатации:

1. Подключите тестируемое устройство и входные клеммы канала нагрузки.

Выключите прибор, как показано на рисунке, подключите тестируемое устройство и входные клеммы канала на передней панели нагрузки.

ВНИМАНИЕ



При выполнении подключения положительная полярность нагрузки должна быть подключена к клемме (+) выхода канала, а отрицательная полярность нагрузки к клемме (-) выхода канала. Неправильное подключение клемм может привести к повреждению прибора или DUT (тестируемое устройство).

2. Включите прибор.

После подключения прибора к источнику питания нажмите клавишу **Power** на передней панели, чтобы включить прибор.

3. Установите параметры канала

Нажмите **CP**, чтобы войти в главный интерфейс режима CP, как показано на рисунке. В верхней части главного интерфейса активны "CP" и "STATIC". Из которых выделен "STATIC".



Основной интерфейс режима CP

В режиме CP необходимо задать следующие параметры: Power, V_Limit, C_Limit.

Установить мощность (Set Power)

Постоянное значение мощности в режиме CP. Единица измерения мощности по умолчанию — Вт.

(1) В главном интерфейсе нажмите Power, чтобы переключить фокус параметра на «Power».

(2) Введите значение с помощью цифровых клавиш, клавиш со стрелками или ручки.

Установить лимит V_Limit (Set V_Limit)

Верхний предел напряжения, работающего в режиме CP. Единица измерения V_Limit по умолчанию — V, диапазон составляет от 0 В до 180 В.

(1) В главном интерфейсе нажмите V_Limit, чтобы переключить фокус параметра на «V_Limit».

(2) Введите значение с помощью цифровых клавиш, клавиш со стрелками или ручки.

Установить C_Limit (Set C_Limit)

Верхний предел тока при работе в режиме CP. Единица измерения C_Limit по умолчанию — А, диапазон составляет от 0 А до 70 А.

(1) В главном интерфейсе нажмите C_Limit, чтобы переключить фокус параметра на «C_Limit».

(2) Введите значение с помощью цифровых клавиш, клавиш со стрелками или ручки.

4. Включите вход канала.

Нажмите On/Off, чтобы включить вход канала. В это время фактическое входное напряжение, ток, сопротивление и мощность будут отображаться в главном интерфейсе.



ВНИМАНИЕ

Во избежание поражения электрическим током убедитесь, что проверяемое устройство правильно подключено к входным клеммам нагрузки, прежде чем включать вход канала.

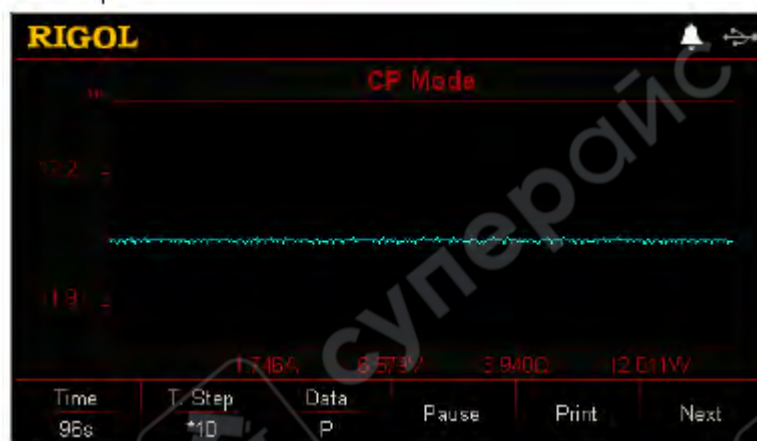


ВНИМАНИЕ

Когда вентилятор перестает работать, канал отключается. Затем отображается сообщение «Вентилятор перестает работать!» "Fan stops running!"

5. Просмотр отображения формы сигнала

Нажмите клавишу отображения формы сигнала "**waveform display key**", чтобы войти в интерфейс отображения формы сигнала, как показано на рисунке. При выборе «P» в разделе «Data» вы можете просмотреть форму сигнала мощности. Когда происходят изменения входного напряжения, ток изменяется линейно, чтобы сохранить значение мощности неизменным. Нажмите клавишу отображения формы сигнала "**waveform display key**" еще раз, чтобы выйти из интерфейса отображения формы сигнала и вернуться в главный интерфейс режима CP.



Интерфейс отображения формы сигнала в режиме CP

6. Выход из режима CP.

Для выхода из режима CP нажмите любую клавишу на передней панели нагрузки.

5.2 Динамические режимы работы

На передней панели электронной нагрузки в области «Function» справа от кнопок, отвечающих за рассмотренные статические режимы работы, имеется ряд из четырех кнопок, посредством которых прибор может перейти в динамические режимы работы.



Этот ряд обозначен как «Tran» и позволяет переключаться в четыре основных динамических режима: непрерывный режим «Con», импульсный режим «Pul», режим срабатывания по запускающему импульсу «Tog» и режим работы по списку (он же режим тайминга) «List».

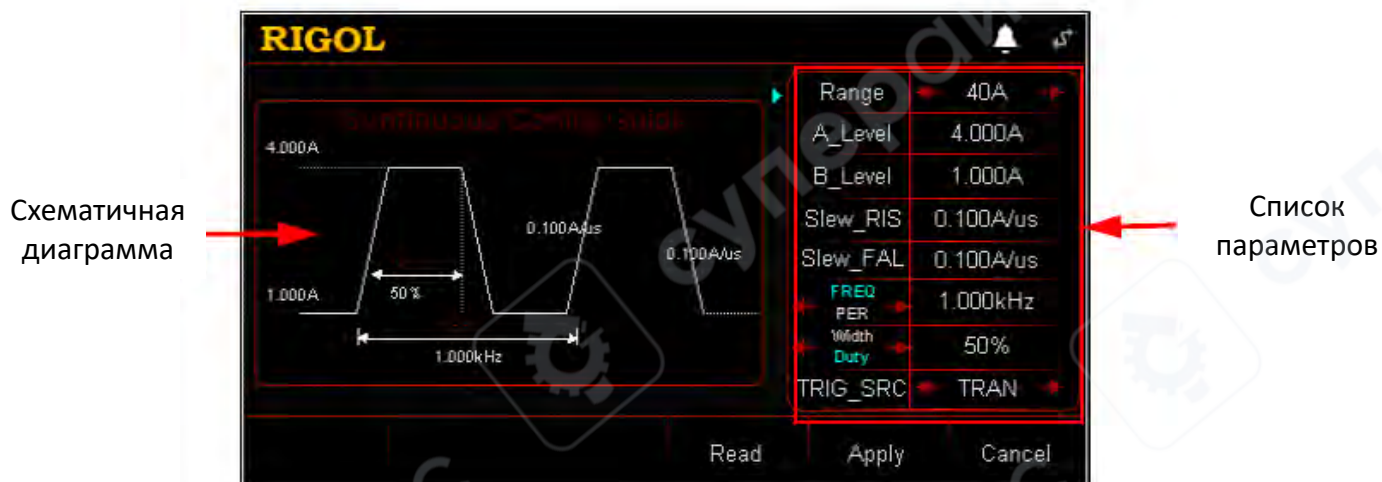
Во всех разновидностях динамических режимов общим является то, что электронные нагрузки переключаются между двумя нагрузочными значениями. Разница между этими видами динамических режимов состоит в задании условий переключения между нагрузочными состояниями. Именно динамические режимы применяются для тестирования переходных процессов в источниках питания, например, при изменении выходного напряжения или тока в источнике питания или при включении источника питания. Поэтому область этих кнопок и называется «Tran» (Transition — переходной).

В программируемых электронных нагрузках Rigol серии DL3000 динамические режимы работы применяются, когда прибор находится в режиме постоянного тока (CC).

При запуске непрерывного режима работы («Con») нагрузка начинает постоянно переключаться между двумя нагрузочными состояниями с заданной частотой.

Пользователю доступно задание не только амплитудных значений уровней переключения (A и B), но и таких частотно-временных параметров, как частота / период

переключения (T), длительность нахождения на заданном уровне / скважность, скорость нарастания и спада тока при переходе между уровнями, а также источник запуска.



Панель интерфейса для настройки режима Con

Источником запуска может быть выбран запуск с передней панели (Tran), запуск внешней командой (BUS), внешний запуск через цифровой порт ввода/ вывода (DIGIO). Как и в статических режимах работы, имеется возможность визуализации на дисплее прибора непрерывного режима работы электронной нагрузки.

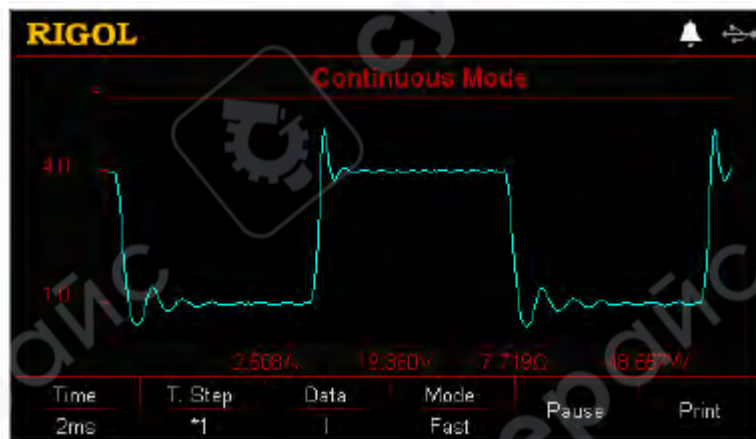
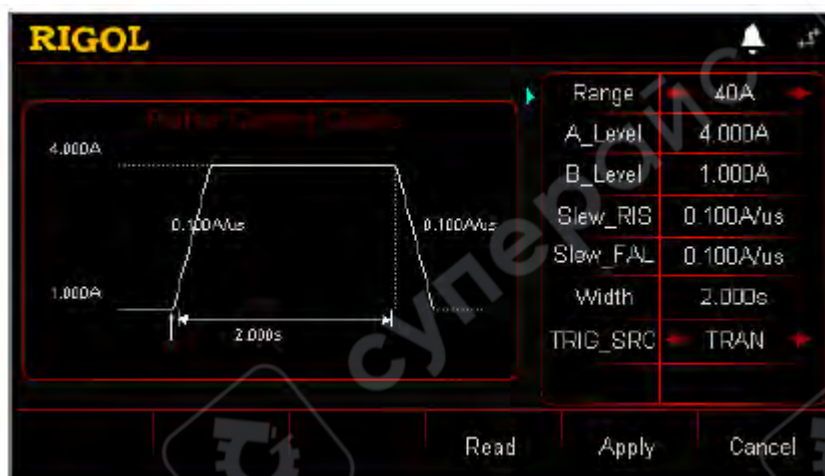


График волны в режиме Con

В импульсном режиме «Pul» нагрузка переключается с уровня «B» на уровень «A» по поступлению одиночного запускающего импульса (Trig) и удерживается на уровне «A» в течение времени (TWD), а затем возвращается к уровню «B».

В импульсном, как и в непрерывном, режиме доступны такие установки, как: амплитуда уровней «A» и «B» в двух диапазонах, скорости нарастания и спада, три источника запуска, а вместо длительности импульса или периода— время стояния на уровне (Width).



Панель интерфейса для настройки режима Pul

График работы нагрузки в импульсном режиме также можно визуализировать.

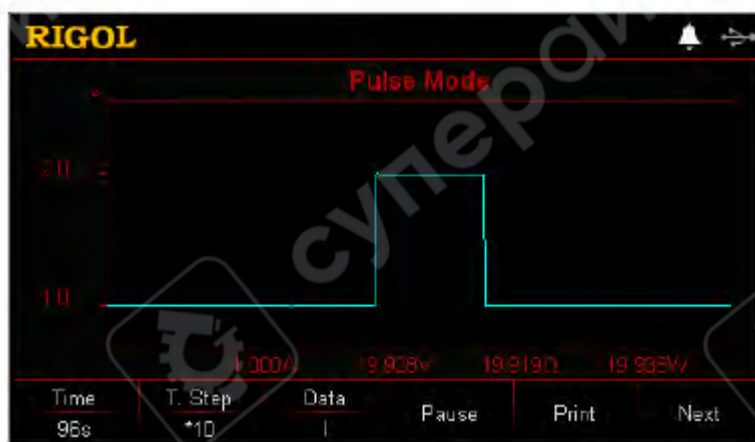


График волны в режиме Pul

По нажатию на передней панели прибора кнопки «Tog» электронная нагрузка перейдет в режим срабатывания по одиночному импульсу. Переключение между уровнями «А» и «В», а затем с уровня «В» на «А», будет происходить при каждом получении импульса синхронизации.

Параметры, доступные для установки в режиме срабатывания от одиночного импульса, не включают, как в импульсном — режиме, — длительность стояния на уровне, т.к. в данном режиме это время задается последовательными приходами двух импульсов синхронизации TRIG.

Вариант формы сигнала, графически отображаемой на дисплее электронной нагрузки серии DL3000 при режиме срабатывания от одиночного импульса, изображен на рис.

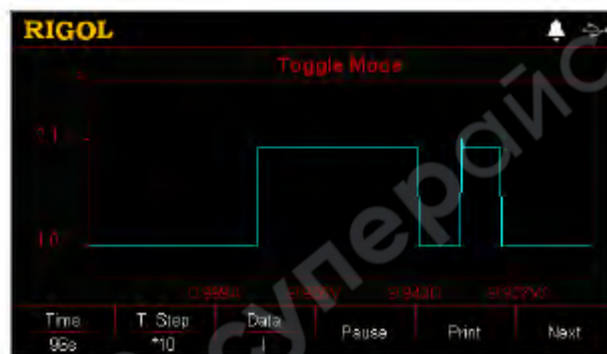


График волны в режиме Tog

И, наконец, еще одним вариантом динамического тестирования является режим работы по списку или тайминг.

В этом режиме пользователи могут создавать сложные последовательности изменения нагрузочных состояний прибора, запуск которых будет синхронизирован с внутренним или внешним сигналом. При работе по списку доступна поддержка любой из функций эмуляции: постоянного тока (CC), напряжения (CV), сопротивления (CR) и мощности (CV).

Кроме режимов стабилизации, при создании списка тестирования пользователь может установить уровни нагрузочных состояний, соответствующие каждому из режимов стабилизации, время:

- в режиме CC: диапазон токов от 0 до 4 А или от 0 до 40 А (у DL3021 и DL3021A); от 0 до 6 А или от 0 до 60 А (у DL3031 и DL3031A);
- в режиме CV: диапазон напряжений от 0 до 15 В или от 0 до 150 В;
- в режиме CR: диапазон напряжений от 0,08 до 15 Ом или от 2 до 15 кОм.

Также пользователь может установить:

- количество циклов повторения от 0 до 99999;
- количество шагов в каждом цикле от 2 до 512;
- состояние сигнала на входе нагрузки после прохождения теста: отключен или нет;
- источник запуска: с передней панели (Tran), внешней командой (BUS), внешний запуск через цифровой порт ввода/вывода (DIGIO);
- время стояния на шаге (длительность шага) от 0,00005 с до 3600 с;
- скорость нарастания (только для CC).

Все созданные рабочие списки могут быть сохранены как во внутреннюю память электронной нагрузки, так и на внешний USB-носитель в формате «LST».

5.3 Прикладные режимы работы

Кроме статических и динамических режимов функционирования в электронных нагрузках Rigol серии DL3000 имеется возможность задать прикладные режимы, т.е. прибор должен выполнять при этом какую-то прикладную задачу.

Выбор этих функций производится нажатием соответствующих кнопок на передней панели прибора в области «App» (Application).

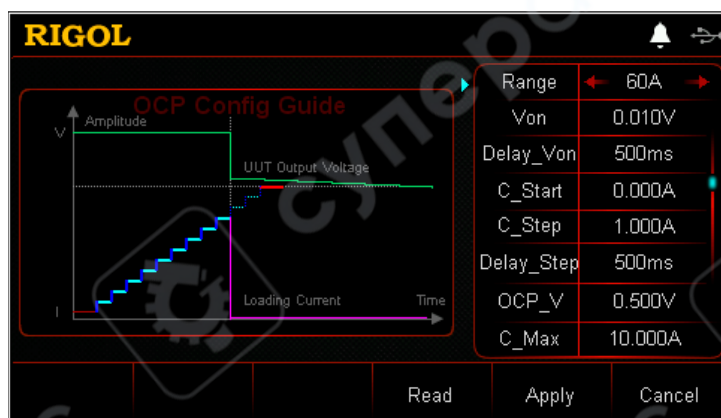
Как видно из рис. таких прикладных функции три:

Battery — функция тестирования батарей;
OCP — функция тестирования защиты по току источника питания;
OPP — функция тестирования защиты по мощности.



В режиме тестирования защиты по току (OCP) электронная нагрузка постепенно ступенчато увеличивает ток от начального до конечного заданного значения с определенным пользователем шагом. Одновременно нагрузка сравнивает текущее значение напряжения с установленным значением в тесте OCP и если оно выше, то нагрузка продолжает работать. Так продолжается до тех пор, пока не срабатывает защита OCP. Если величина тока срабатывания попадает в установленный диапазон, то тест считается пройденным, если нет — то тест будет считаться не пройденным, и соответствующее информационное сообщение появится на экране нагрузки.

Задавать параметры тестирования функции защиты по току (OCP) можно двумя способами. Первый — через экранный интерфейс задания параметров тестирования. При таком варианте, кроме возможности установки значений величин тестирования, есть еще и графическая подсказка.



Интерфейс настройки параметров режима тестирования защиты по току (OCP)

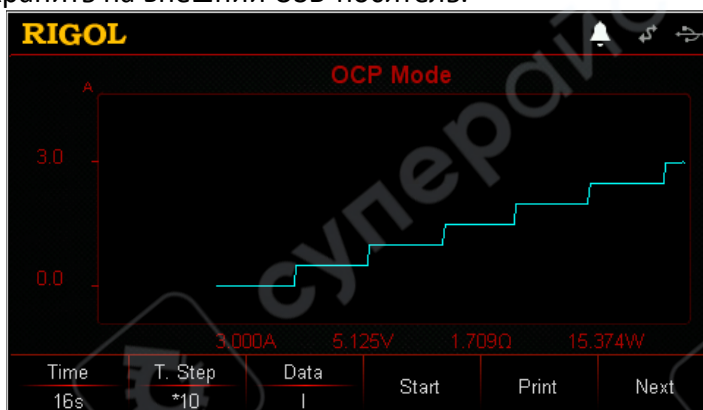
Второй — через основной экранный интерфейс, в котором выбран режим OCP и текущие нагрузочные значения будут отображаться на экране.



Основной интерфейс в режиме тестирования защиты по току (OCP)

Аналогично ранее рассмотренным режимам, процедуру тестирования срабатывания

защиты по току (OCP) можно наблюдать и в виде построения графического тренда, который в дальнейшем можно сохранить на внешний USB-носитель.



Форма волны в режиме тестирования защиты по току (OCP)

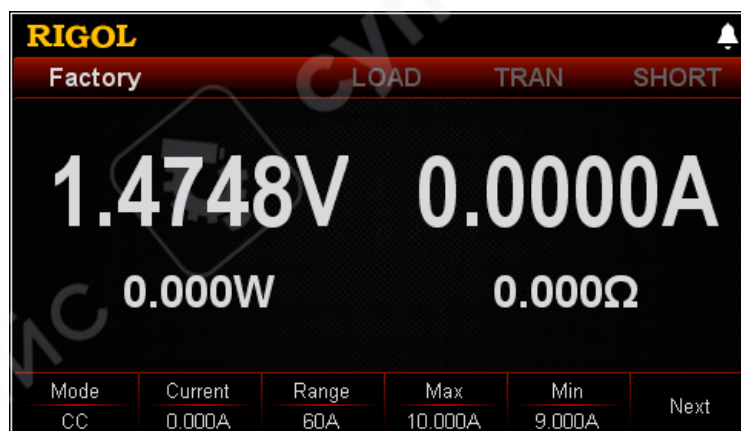
Функция тестирования срабатывания защиты по мощности (OPP) аналогична функции тестирования OCP, но в этом режиме задается и изменяется не значение тока, а величина мощности.

Функция тестирования батарей работает в режиме постоянного тока (CC). В качестве параметров тестирования батареи пользователь может установить: время разряда, величину емкости батареи, минимальное рабочее напряжение. Как только одно из трех заданных значений достигается, разряд батареи останавливается.

Установка параметров при выполнении функции тестирования батарей производится на главном экранном интерфейсе и, кроме трех вышеуказанных параметров, здесь задаются диапазон тока, ток разряда и начальное напряжение.

5.4 Дополнительные режимы работы

В дополнение к вышеуказанным режимам, электронные нагрузки Rigol DL3000 имеют возможность выполнять быстрое тестирование источников питания на соответствие заявленным выходным параметрам тока и напряжения. При стабилизации тока (CC) или напряжения (CV) можно задать максимальное и минимальное значение соответствующего параметра.



Интерфейс в режиме тестирования соответствия заявленным заводским параметрам

Этот режим можно использовать, например, для проверки стабильности выходных параметров источника питания.

Если выходной параметр удерживается в заданном диапазоне, то тест считается пройденным и на экране нагрузки появляется надпись «Pass», иначе— «Fail».

Электронные нагрузки Rigol DL3000 имеют возможность эмуляции короткого замыкания, что облегчает работу при тестировании источников питания. Запуск режима эмуляции короткого замыкания производится нажатием кнопки «Short», расположенной под поворотным регулятором.



Максимальное значение тока короткого замыкания у нагрузок DL3021 и DL3021A составляет 44 А, а у моделей DL3031 и DL3031A — 64 А. Работа режима короткого замыкания не влияет на рабочие настройки значения тока. Когда режим короткого замыкания выключен, нагрузка возвращается в обычный режим работы.

Рядом с кнопкой «Short» на лицевой панели прибора расположена кнопка запуска динамического режима с передней панели «Tran» и кнопка «ON/OFF», позволяющая подключать входные терминалы электронной нагрузки к выходам источника питания. Когда терминалы нагрузки подключены к источнику питания, кнопка «ON/OFF» подсвечивается. Кроме того, в некоторых режимах (например, СС, тестирование батарей, OCP) при включении терминалов нагрузки пользователь может задать минимальное напряжение, достигая которого прибор начинает устанавливать рабочий ток нагрузки.

Минимальное напряжение — это довольно важный параметр, который становится еще более значимым при тестировании низковольтных источников питания и аккумуляторных батарей. Ведь при формировании тока на входе прибора присутствует определенное падение напряжения для работы активных элементов нагрузки. Сила тока, протекающего через нагрузку, исходя из закона Ома, связана с внутренним сопротивлением — электронной нагрузки.